KU KASETSART UNIVERSITY

Proceedings of The 59th KU Annual Conference

การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 59
วันที่ 10-12 มีนาคม 2564

"New Normal KASETSART for Sustainable Development Goals (SDGs)"

"เกษตรศาสตร์วิถีใหม่ เพื่อเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน"

Proceedings No. 1

AGRICULTURAL SCIENCES

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

Cisco webex

เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 59 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The Proceedings of the 59th Kasetsart University Annual Conference

10-12 มีนาคม 2564 (March 10-12, 2021)

เล่มที่ 1

สาขาพืช
(Subject: Plants)
สาขาสัตว์
(Subject: Animals)
สาขาสัตวแพทยศาสตร์
(Subject: Veterinary Medicine)
สาขาประมง
(Subject: Fisheries)
สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมเกษตร
(Subject: Agricultural Extension and Home Economics)

จัดโดย (Organized by)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)

ร่วมกับ (in cooperation with)

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
(Ministry of Education, Science, Research and Innovation)
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (Ministry of Agriculture and Cooperatives)
กระทรวงศึกษาธิการ (Ministry of Education)
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Ministry of Natural Resource and Environment)
กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (Ministry of Digital Economy and Society)
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
(Thailand Science Research and Innovation)
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand)

การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 59

The Proceedings of the 59th Kasetsart University Annual Conference

วันที่ 10-12 มีนาคม 2564 (March 10-12, 2021)

จัดโดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิมพ์ครั้งที่ 1 เดือน พฤษภาคม 2564

จัดทำโดย

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์เป็นของ

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0-2579-5548

ISBN (e-book) (ชุด): 978-616-278-617-4

คำนำ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ได้จัดการประชุมวิชาการอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2564 ได้จัดให้มีการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 59 ในรูปแบบออนไลน์ ระหว่างวันที่ 10-12 มีนาคม พ.ศ. 2564 ภายใต้หัวข้อ “New Normal KASETSART for Sustainable Development Goals (SDGs)” เพื่อมุ่งส่งเสริมให้คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการสาขาต่างๆ นำเสนอผลงานวิจัย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสบการณ์ และความชำนาญทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งจะนำไปสู่ความร่วมมือทางการวิจัยและยังเปิดโอกาสให้นิสิต นักศึกษาได้แสดงผลงานทางวิชาการ เพื่อถ่ายทอดและเผยแพร่สู่สาธารณชน อันจะนำมาซึ่งความกินดี อยู่ดี และการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

การนำเสนอผลงานวิชาการประกอบด้วยภาคบรรยายจำนวน 225 เรื่อง และภาคโปสเตอร์จำนวน 160 เรื่อง รวม 385 เรื่อง แบ่งออกเป็น 12 สาขา ได้แก่ สาขาพืช สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สาขาศึกษาศาสตร์ สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยได้รับการพิจารณาให้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยเรื่องเต็มใน E-Proceedings จำนวน 290 เรื่อง

เอกสารฉบับนี้เป็นการรวบรวมผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ทั้งภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์ เล่มที่ 1 ประกอบด้วย **สาขาพืช** จำนวน 51 เรื่อง **สาขาสัตว์** จำนวน 8 เรื่อง **สาขาสัตวแพทยศาสตร์** จำนวน 7 เรื่อง **สาขาประมง** จำนวน 19 เรื่อง และ**สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์** จำนวน 28 เรื่อง ซึ่งได้ผ่านการคัดเลือกจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขา

ในนามของคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 59 ขอขอบคุณ คณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ และนิสิต นักศึกษา ที่ได้ร่วมนำเสนอผลงานวิจัย และผู้ที่สนใจเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการทุกฝ่ายที่สละเวลา แรงกาย แรงใจและความคิด ร่วมมือกันจัดเตรียมการประชุม จนทำให้การประชุมทางวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

(ดร. จงรัก วัชรินทร์รัตน์)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประธานคณะกรรมการอำนวยการจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 59

ความสมบูรณ์ของการเสนอผลงาน
ในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 59
ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประกอบด้วย หนังสือรับรองการมาเสนอผลงาน
และการได้ตีพิมพ์ลงในเอกสารบทคัดย่อ

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: kuannualconf@gmail.com

Website: http://annualconference.ku.ac.th,

http://www.rdi.ku.ac.th

สารบัญ

สาขาพืช (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	พช.5/O11	การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียในดินของพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานในชุดดินกำแพงแสน อานนท์ หาญพิชิตวิทยา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, กนกกร สินมา, สิรินภา ช่วงโอภาส	2
2	พช.39/O181	อิทธิพลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเท้ายายม่อม สุขเกษม ทิพภูนอก, สุภาภรณ์ เอี่ยมเข่ง, ประพฤติ พรหมสมบูรณ์, รัตนากร กฤษณชาญดี	10
3	พช.76/O265	การประยุกต์ใช้โพลีเมอร์อุ้มน้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของอ้อยในระยะแตกกอภายใต้สภาวะแล้ง รินจาวรรณ ยกธรรม, ปิติพงษ์ โตบันลือภพ, ธนพล ไชยแสน, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์	18
4	พช.66/O244	การดื้อต่อสาร Iprodione ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกจากพื้นที่ชุมพร และผลต่อการสร้างเอนไซม์และการยับยั้งเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp. อัฐภิญรักษ์ อนุศาสตร์, ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล, รัติยา พงศ์พิสุทธา	25
5	พช.54/O184	อิทธิพลของ BA ที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนยอดของ *Cordyline fruticosa* พันธุ์ ‘Chocolate Queen’ ในสภาพปลอดเชื้อ นัทธมน กิมศรี, เบญญา มะโนชัย, เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์	33
6	พช.24/O100	Nutrient use efficiency of HB 80 cassava variety under fertigation using subsurfacedrip irrigation and green manure Kulwadee Kanavittaya, Nattaporn Worathongchai, Norachai Chuayprut, Sudsaisin Kaewrueng, Sutkhet Nakasathien	40
7	พช.12/O30	การประเมินผลผลิตข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทาน ปรียา แข็งการเขตร์, ชูศักดิ์ จอมพุก	48
8	พช.13/O31	การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมด้วยวิธีการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์กับตัวทดสอบเพื่อปลูกในนาเขตชลประทานในฤดูแล้ง ก้องภพ ศรียี่สุ่น, ชูศักดิ์ จอมพุก	56

สาขาพืช (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
9	พช.17/O66	การปรับปรุงผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวสีขาวด้วยการคัดเลือกแบบผังรวงผึ้ง ประเสริฐ ยอดลวด, ชูศักดิ์ จอมพุก	64
10	พช.19/O77	ประสิทธิภาพของสายพันธุ์และลูกผสมแฮพลอยด์อินดิวเซอร์เขตร้อนที่มีต่อการผลิตข้าวโพดแฮพลอยด์ เกษทิพย์ ขันนาเลา, พีรนุช จอมพุก, สรรเสริญ จำปาทอง, ชูศักดิ์ จอมพุก	72
11	พช.38/O180	การประเมินศักยภาพการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยวระหว่างสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยพะเยา กิริยา บัวศรี, สุจินต์ เจนวีรวัฒน์, เฉลิมพล ภูมิไชย์, จุฑามาศ ร่มแก้ว	80
12	พช.53/O183	ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์ใหม่: อินทรี 3, อินทรี 4 และ อินทรี 5 สำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, นพพงศ์ จุลจอหอ	90
13	พช.65/O243	การประเมินสายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยพะเยา โดยการผสมทดสอบกับสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่น ฉัตรฑริกา มูลบรรจง, สุจินต์ เจนวีรวัฒน์, วิเชียร กีรตินิจกาลม, จุฑามาศ ร่มแก้ว	98
14	พช.4/O3	รูปแบบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในวัสดุปลูกไร้ดินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของผักสลัดเรดโอ๊คภายใต้ระบบโรงเรือนอัจฉริยะ ชนากานต์ ยวงใย, อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์, พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์	107
15	พช.14/O37	Physiological responses of ‘Tavee 60’ chili plants under different water levels Thanyabhorn Traijit, Benya Manochai, Piyada Juntawong, Ornusa Khamsuk	115
16	พช.18/O72	ผลของถุงห่อชนิดนอนวูฟเวนต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ชวาลา ศักดิ์คำดวง, ณัฐภพ สุวรรณเมฆ, ลำแพน ขวัญพูล	122

สาขาพืช (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
17	พช.22/O83	ผลของรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรตในผักคะน้าไฮโดรพอนิกส์ กตัญญุตา กังวาลสงค์, ปริยานุช จุลกะ, จุติภรณ์ ทัสสกุลพนิช	130
18	พช.64/O242	การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของเครื่องหมายโมเลกุลสนิปส์แบบทั่วจีโนมกับน้ำหนักผล ความแน่นเนื้อผล และจำนวนช่องรังไข่ในผลมะเขือเทศ นฤมณัส แกล้วกล้า, เฉลิมพล ภูมิไชย์, เจนจิรา ดวงจิต	138
19	พช.72/O251	ผลของระยะเวลาต่อการชักนำการสร้างช่อดอกด้วยอุณหภูมิ 20°C ในการเร่งการออกดอกกล้วยไม้ออนซิเดียมแคระ นิตยา ชูเกาะ	146

สาขาพืช (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	พช.1/P1	ผลของระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามในระบบไม่ใช้ดิน นภาพร จิตต์ศรัทธา, พิกุล นุชนวลรัตน์	155
2	พช.21/P51	การใช้ประโยชน์จากมูลหนอนไหมเพื่อการผลิตต้นกล้าพริกขี้หนู ฐิติมา ตรีโลเกศ, ปริยานุช จุลกะ, เบญญา มะโนชัย	163
3	พช.30/P80	ผลของสีโอนาร์ไดต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 สุทิศา ชัยกุล, เกษมพันธ์ นกพึ่ง, บัลลพ โศจิศิริกุล, ธีระนันท์ นาคสกุล	172
4	พช.32/P155	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้าร่วมกับการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำต่อการเคลื่อนย้าย และการสูญเสียธาตุอาหารพืชในมันสำปะหลัง ณัฐพร วรธงไชย, สุตเขตต์ นาคะเสถียร, เอ็จ สโรบล, สุดสายสิน แก้วเรือง	179
5	พช.43/P113	คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากต้นกล้วยหอมทองเสริมซีลีเนียม พัชรี เดชเลย์, คมกฤษณ์ แสงเงิน, อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ณัฐพงศ์ จันจุฬา	187
6	พช.69/P161	การปลูกพืชร่วมในระบบแถวแคบร่วมกับการปลูกพืชบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวานฝักสดในดินชุดปากช่อง ยุวดี อินจันทร์, สรรเสริญ จำปาทอง, โรจนพงศ์ ไชยสิทธิ์, ปวีณา ทองเหลือง	196

สาขาพืช (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
7	พช.10/P12	ผลของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชในการควบคุมโรคเมล็ดด่างในข้าวโดยวิธีแช่เมล็ด ธัชพรรณ วรรณวาส, ธิดา เดชฮวบ	202
8	พช.26/P69	Effects of papaya seed essential oil on the inhibition of *Aspergillus niger* and quality of rice seeds Htet Thandar Oo, Wissanee Pola, Taweerat Vichitsoonthonkul, Lakha Salaipeth, Songsin Photchanachai	209
9	พช.28/P74	ปัจจัยการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก เสาวคนธ์ ดำเนิน, เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต, ยุพดี ฟูประเสริฐ, รักศักดิ์ เสริมศักดิ์, ถวัลย์ศักดิ์ เผ่าสังข์	218
10	พช.29/P78	การแช่เมล็ดข้าวเปลือกด้วยราปฏิปักษ์ *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าว ฐากูร แป้นแก้ว, ธิดา เดชฮวบ	226
11	พช.46/P115	การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราในการควบคุมเชื้อ *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคใบจุดของปทุมมา พัชรินทร์ เนียรวิชัย, อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช	233
12	พช.51/P120	ผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืชสกุลเสาวรส คชาฤทธิ์ ปราบพาล, คมกฤษณ์ แสงเงิน, อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ณัฐพงศ์ จันจุฬา	241
13	พช.55/P122	ประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงในระยะไข่เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) แสงแข น้ำวานิช, อำไพ พรหมณเรศ	247
14	พช.75/P171	ผลของสารแช่เมล็ดพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง เยาวรัตน์ วงศ์ศรีสกุลแก้ว, จันทร์เพ็ญ ชัยมงคล, หทัยนุช วงษ์ขำ, อติวัณณ์ สุดใจดี, นิยม บัวบาน	254

สาขาพืช (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
15	พช.25/P68	การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในฤดูฝน ปี 2562 สดใส ช่างสลัก, ชฎามาศ จิตต์เลขา, สำราญ ศรีชมพร, กิตติศักดิ์ ศรีชมพร, ปวีณา ทองเหลือง, สุริพัฒน์ ไทยเทศ, สุเมศ ทับเงิน, สุทัศน์ แปลงกาย, ประกายรัตน์ โภคาเดช, พรเทพ แช่มช้อย	262
16	พช.40/P110	การประเมินคุณภาพทางเคมีของฮอปส์ (*Humulus lupulus*) ที่ปลูกในจังหวัดนนทบุรี กฤติพัฒน์ เนติประเสริฐ, สุรีรัตน์ เฉลยวรรณ, มงคล เพ็ญสายใจ	271
17	พช.48/P117	การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ข้าวฟ่างไม้กวาดในไร่เกษตรกร ปี 2561–2562 อำไพ พรหมณเรศ, ถวิล นิลพยัคฆ์, ธำรงศิลป โพธิสูง	279
18	พช.52/P121	การประเมินหม่อนใบสายพันธุ์ลูกผสมเปิดที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ปลูกจังหวัดสกลนคร สุวิชญา ณ อุบล, หทัยภัทร เรืองสวัสดิ์, ชลธิรา แสงศิริ, ธนพร ขจรผล	286
19	พช.2/P2	การพัฒนาเทคนิคการฟอกฆ่าเชื้ออะเคเซียลูกผสม ปัทมา ทองกอก, วีรศิลป์ สอนจรูญ, เอกพงษ์ ธนะวัติ, ผุสดี สุขพิบูลย์, เทพา ผุดผ่อง, ปวีณา บาดาล, เกษม หฤทัยธนาสันติ์	293
20	พช.35/P95	ผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณภาพของไมโครกรีนไคว่าเระ (*Raphanus sativus* L.) จิราพร อ่อนศรีทอง, ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ, พรพรรณ เล็กขำ, วาริช ศรีละออง	302
21	พช.36/P99	ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและสีใบของผักสลัดเรดโอ๊คในแพลนท์แฟคทอรี่ ธนิษฐ์ เรืองแสงอร่าม, ปริยานุช จุลกะ, เกรียงไกร โมสาลียานนท์	312
22	พช.47/P116	การเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกจากห้าแหล่งปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ หนึ่งฤทัย ด่านเขตร์แดน, คมกฤษณ์ แสงเงิน, อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ณัฐพงศ์ จันจุฬา	321
23	พช.49/P118	อัตราการติดผล และการพัฒนาของผลเสาวรสม่วงกับสุคนธรส จุฑามาศ บุญรอต, คมกฤษณ์ แสงเงิน, อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ณัฐพงศ์ จันจุฬา	328

สาขาพืช (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
24	พช.50/P119	การเพาะเมล็ดเท้ายายม่อม และการชักนำให้เกิดแคลลัส กนกวรรณ ยิ่งวันเจริญ, คมกฤษณ์ แสงเงิน, กนกอร อัมพรายน์, ณัฐพงค์ จันจุฬา	333
25	พช.62/P125	ผลของอายุการเก็บเกี่ยวที่มีต่อน้ำหนักแห้งและความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง พรอนันต์ แข็งขันธ์, ทิพย์ดรุณี สิทธินาม, มะนิต สารุณา, อำนวย อรรถลังรอง	340
26	พช.63/P126	ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันด้วยปริมาณรังสีต่ำต่ออัตราการเกิดแคลลัสของ *Haworthia transiens* ปริญาเชษฐ ลักษณโสภณ, คทารัตน์ ชูศรีเอี่ยม, เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์	347
27	พช.67/P157	โอกาสการพบสารพิษตกค้างในเปลือกและเนื้อของทุเรียนในจังหวัดชุมพร ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล, พิสุทธิ์ เขียวมณี, รัติยา พงศ์พิสุทธา, สรรเสริญ รังสุวรรณ, สัณฐิติ บินคาเดอร์, วีระวัฒน์ จิระวงศ์, วีระพันธ์ จิตตวงศ์ชวลิต	354
28	พช.68/P160	การเปลี่ยนแปลงสารสำคัญของเหง้ากระชายดำภายหลังการเก็บเกี่ยวที่สภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน เศวิกา จันตะปะตุ, เบญญา มะโนชัย, ปริยานุช จุลกะ	362
29	พช.70/P162	การเจริญเติบโตและสารสำคัญของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora* Wall. Ex Baker) ในระดับชั้นปลูกต่างกัน ชญานิศ อรุณรัศมีโชติ, เบญญา มะโนชัย, ปริยานุช จุลกะ	371
30	พช.37/P108	Pursuit of hot pepper growth with physiological parameters on an open field Kanvara Preampree, Pariyanuj Chulaka, Phumin Khunchanon, Pornchai Panich, Pornchai Puangkam, Pattrapron Thongthammachat, Samaphorn Laksukthom, Janron Songmao, Suthisak Saengtharatip	379
31	พช.58/P123	การพัฒนาตัวแบบของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตพืชเศรษฐกิจโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ และวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม ภัทธนันต์ นุตสติ, เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, ถวัลย์ศักดิ์ เผ่าสังข์, รักศักดิ์ เสริมศักดิ์, สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต, ยุพดี ฟูประเสริฐ	387

สาขาพืช (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
32	พช.74/P166	การประเมินการใช้น้ำและผลผลิตของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีลักษณะปากใบแตกต่างกันในสภาพขาดน้ำ รังสรรค์ หนองหงอก, คัทลียา ฉัตร์เที่ยง, อภิชาติ วรรณวิจิตร	396

สาขาสัตว์ (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	สต.11/O255	Carcass characteristics of Betong chicken (KU line) and crossbred progeny between Betong cocks (KU line) and layer hens Panatda Bungsrisawat, Sombat Prasongsook, Anchalee Buadkhunthod, Panwadee Sopannarath	406
2	สต.5/O189	ผลการเสริม *Clostridium butyricum* ในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ปริมาณเชื้อ *Salmonella* ser. Enteritidis และการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น อาเทตยา จั่นทอง, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, วิริยา ลุ้งใหญ่, ชาญวิทย์ แก้วตาปี	413
3	สต.6/O190	ผลของการเสริมแทนนินในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และแบคทีเรียในซีกัมของไก่เนื้อภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น พสชนัน ฉางวัง, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, ชาญวิทย์ แก้วตาปี, วิริยา ลุ้งใหญ่	423
4	สต.7/O191	ผลของการเสริมยาต้านเชื้อบิดในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต โอโอซิสต์ในมูล และการเกิดอุ้งเท้าอักเสบในไก่เนื้อ ภัทรธิดา เขียนสาร์, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง	432
5	สต.8/O192	ผลการเสริมเซลโลไบโอสในอาหารต่อสมรรถภาพเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้ความหนาแน่นสูง พิพากษา มาลา, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, วิริยา ลุ้งใหญ่, ชาญวิทย์ แก้วตาปี, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง	440

สาขาสัตว์ (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
6	สต.4/O161	สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมรวมถังระดับฟาร์มและโอกาสการเกิดคีโตซิสและแอซิโดซิสในฝูงโครีดนม นริศรา สุรีย์, ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี, ดนัย จัตวา, สิทธินนท์ ผุยคำสิงห์, เบญจวรรณ อรรควงศ์	449
7	สต.9/O193	แนวโน้มและความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์โซมาติกและแลคโตสในน้ำนมรวมถังระดับฟาร์ม สโรชิตา แสงจง, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี, ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ, ดนัย จัตวา, สิทธินนท์ ผุยคำสิงห์, เบญจวรรณ อรรควงศ์	456

สาขาสัตว์ (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	สต.12/P170	ผลของระยะเวลาในการขนส่งลูกไก่ต่อประสิทธิภาพการผลิตไก่เนื้อในระบบอุตสาหกรรม จตุพร สิงหาศรี, อินธิรา อินทสาร, อาทิตย์ ปัญญาศักดิ์, กฤดา ชูเกียรติศิริ, ประภากร ธาราฉาย, สุภารักษ์ คำพุฒ	465

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	สพ.1/O80	การพัฒนาอาหารเสริมชนิดน้ำเพื่อเพิ่มความน่ากินของอาหารสำเร็จรูปในสุนัข ทิติยาพร คร้ามบุญลือ, กนกพร ตัณฑ์ไพบูลย์, บุษยมาศ เจียมวิจิตรกร, เสาวนีย์ ขวัญสุข, นรินทร์ อุประกรินทร์, เฉลิมพล เล็กเจริญสุข	473

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	สพ.6/P129	ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบางพระ จังหวัดชลบุรี เบญจมาศ วงศ์สาลี, ราชันย์ อัพภัยชา	481
2	สพ.9/P163	Pseudopregnancy and granulosa cell tumor in dog with ovarian remnant syndrome: A case report Chinnawat Supphasitthikulchai, Thanakon Chuachote, Sunipad Prommool, Chunsumon Limmanont	493
3	สพ.7/P130	Toxicity of bacterial toxins on solid tumor growth Peera Arreesrisom, Pornphimon Methenukul, Noppadol Prasertsincharoen, Oumaporn Rungsuriyawiboon	502
4	สพ.8/P131	Diagnosis of hemotropic *Mycoplasma* species in healthy cats using a PCR technique Chonnikan Tawean, Gunn Kaewmongkol, Tawin Inpankaew, Wanat Sricharern, Natnaree Inthong, Phirabhat Saengsawang, Sarawan Kaewmongkol	507
5	สพ.10/P191	*In silico* primer design and *in vitro* PCR amplification for leucine-rich repeat (LRR) genes of *Leptospira* species Sineenat Sripattanakul, Ratchanee Hongprayoon, Worawidh Wajjwalku, Attapon Kamlangdee, Chalermpol Lekcharoensuk, Siriwan Prapong	515
6	สพ.12/P181	A survey of *Thapariella anastomusa* (Trematoda: Thapariellidae) metacercariae in edible viviparid snails from Bangkok, Thailand Pichit Wiroonpan, Watchariya Purivirojkul	525

สาขาประมง (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	ปม.18/O195	ผลของคุณภาพน้ำและระยะเวลาการเลี้ยงต่ออัตราการตายของปลานิล โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ของเครื่อง ชุตินันท์ จำเนียรบุญ, รุ่งพฤทธิ์ จงเจริญสุข, สุขกฤช นิมิตกุล, วราห์ เทพาหุดี	537
2	ปม.21/O197	การประยุกต์ใช้โปรไบติกในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในระบบน้ำเขียวที่ใช้ *Tetraselmis* sp. วรรณิษา แสงแก้ว, ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม, ระพีพร เรืองช่วย, นิรัติศัย เพชรสุภา	545
3	ปม.19/O196	สารสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์และคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่าย *Caulerpa corynephora*, *Caulerpa lentillifera*, *Chaetomorpha* sp. และ *Gracilaria fisheri* ธนภรณ์ เริ่มวงศ์, พจนารถ แก่นจันทร์, จิติมา สุวรรณมาลา	553
4	ปม.9/O123	การวิเคราะห์ปริมาณไบโอจีนิกเอมีนในผลิตภัณฑ์ปลาร้าด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ชนากานต์ จันทร์สมบูรณ์, วันชัย วรวัฒนเมธีกุล, จุฑา มุกดาสนิท	561
5	ปม.22/O198	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีนด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง เจนจุฬา บุญญานุสิทธิ์, วันชัย วรวัฒนเมธีกุล, วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์, เยาวภา ไหวพริบ	569
6	ปม.4/O56	ผลการจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมง สัตว์น้ำพลอยจับได้ และสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไปของลอบปูม้าแบบพับได้ระหว่างตาอวนหุ้มลอบสองขนาดที่แตกต่างกัน บริเวณชายฝั่งบางพระ จังหวัดชลบุรี วิลัยลักษณ์ แย้มศิริ, อนุกรณ์ บุตรสันติ์, ธนัสพงษ์ โภควนิช	577
7	ปม.11/O144	Inland fisheries of Snakehead Fish (*Channa striata*) in Yegyi Township, Ayeyarwady Region, Myanmar Soe Myat Thu, Thanitha Darbanandana, Methee Kaewnern	585
8	ปม.12/O145	The assessment of hatchery and farmed production of tilapia in Khayan Township, Southern Yangon Region, Myanmar Ei Mon Khaing, Methee Kaewnern, Suchart Ingthamjitr	595

สาขาประมง (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
9	ปม.13/O148	องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาล *Temnopleurus toreumaticus* (Leske, 1778) ที่พบบริเวณอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี สอฟียูดีน มะแอ, จิติมา สุวรรณมาลา, ซุกรี หะยีสาแม	606
10	ปม.24/O256	การศึกษาเบื้องต้นเพื่อการเพาะพันธุ์ปลาพลวงชมพู ฮานาน หะยีมะดีเย๊าะ, ธำรงค์ อมรสกุล, Yutaka Takeuchi, Rossita Shapawi, ศราวุธ เจะโซ๊ะ	614

สาขาประมง (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	ปม.1/P14	ผลของสารฟอกฆ่าเชื้อในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำพรมมิ อานนท์ สิริสุริยกมลชัย, พรรณิภา โสประดิษฐ์	623
2	ปม.5/P31	การกำจัดไนโตรเจนอนินทรีย์และฟอสเฟตจากน้ำทิ้งในการอนุบาลปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ด้วยสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*) ยงยศ หรี่คะนอง, พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล, อิสริยา วัฒิสินธุ์, ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์	630
3	ปม.6/P50	ชนิดและการแพร่กระจายของปลาหมึกในอ่าวไทย สำรวจโดยเรือ M.V.SEAFDEC 2 ปี 2561 นิภา กุลานุจารี, สนธยา ผุยน้อย, เยาวลักษณ์ มั่นธรรม, จรวย สุขแสงจันทร์	637
4	ปม.8/P67	ผลของความเข้มแสงต่อการการเจริญเติบโตของสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*) สิตานันท์ คงเวียง, พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล, อิสริยา วุฒิสินธุ์, ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์	646
5	ปม.14/P88	การเปรียบเทียบแพลงก์ตอนทะเลจากถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 21 และ 70 ไมโครเมตร: กรณีศึกษาบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เยาวลักษณ์ มั่นธรรม, แพรวา คงมีผล, นวรัตน์ นิคมประศาสน์	653
6	ปม.16/P132	การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี อลงกต อินทรชาติ, ลิขิต ชูชิต, กนกวรรณ ขาวด่อน, ธนัสพงษ์ โภควนิช	661

สาขาประมง (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
7	ปม.17/P133	คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี กนกวรรณ ขาวด่อน, อลงกต อินทรชาติ, ธนัสพงษ์ โภควนิช, อรรถวุฒิ กันทะวงศ์, สาโรจน์ เริ่มดำริห์	670
8	ปม.20/P134	ผลของการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารต่อสีผิวและการเติบโต ของกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* กรณ์รวี เอี่ยมสมบูรณ์, นฤชล ภัทราปัญญาวงศ์	678
9	ปม.26/P180	Infection of *Echinoplectanum plectropomi* (Monogenea: Diplectanidae) on the gills of the spotted coral grouper *Plectropomus maculatus* (Perciformes: Serranidae) from the Samaesarn Island in the Gulf of Thailand Chompunooch Saengpheng, Watchariya Purivirojkul	687

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	สก.คห.4/O44	ความต้องการเข้าร่วมโครงการปลูกพืชอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกร ในโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ บริษัท อูรมัต จำกัด พื้นที่อำเภอภูซาง และอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา ชูศักดิ์ โชครวย, พิษณุ แก้วตะพาน	695
2	สก.คห.5/O45	ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูก ข้าวอินทรีย์ ของบริษัท อูรมัต จำกัด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา ปิยะพล สำนักสกุล, ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์	703
3	สก.คห.6/O98	เปรียบเทียบผลของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าวระหว่างเกษตรกร ที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี ในพื้นที่อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย แพรววลี ร่องอังจันทร์, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์	711
4	สก.คห.2/O85	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจ ชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ญานิกา เกื้อตุ้ง, ฟิไลวรรณ ประพฤติ	719

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
5	สก.คห.4/O92	ความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงานของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในจังหวัดสกลนครภายใต้การส่งเสริมของโรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม จำกัด พชรพล จุฑามณี, ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์	726
6	สก.คห. 17/O101	กลยุทธ์การตลาดผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ บุญญิสา งามเฉลียว, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์	733
7	สก.คห. 18/O102	ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชน ศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ จุฑารัตน์ สุวรรณวิจิตต์, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์	742
8	สก.คห.19/O103	ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกผักปลอดสารพิษของผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรรุ่นใหม่ กรณีศึกษาเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม บดินทร์ คิ้วทองวัฒนา, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์	751
9	สก.คห.3/O33	ตัวชี้วัดความยั่งยืนการจัดการสวนยางพาราไทยกับมาตรฐาน FSC มิลินภัทท์ บุญคงมา, บัญชา สมบูรณ์สุข, กมลวรรณ แซ่จอง	759
10	สก.คห.6/O53	ผลกระทบการระบาดของโรค COVID-19 ต่อการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกร ชาวสวนยางพารา: กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา ภาคใต้ประเทศไทย กิตติชัย เหลี่ยววาณิชย์, บัญชา สมบูรณ์สุข, มิลินภัทท์ บุญคงมา	768
11	สก.คห.8/O65	ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกร โรงเรียนสันติสุข อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ณัชชา ยี่ใจ, รุจ ศิริสัญลักษณ์, บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล, ประทานทิพย์ กระมล	777
12	สก.คห. 26/O147	การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้ รุ่งทิพย์ รัตนพล, วัลลภา กองชิด, น้ำฝน ชูพูล	787
13	สก.คห.7/O166	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูป น้ำฝน ชูพูล, สุดารัตน์ ศรีวิลัย, อาจารีย์ บุญสนอง, ไอลดา ลุทัน	795

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
14	สก.คห.9/O69	คุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ เกษมสันต์ อาษากิจ, จุฑาทิพย์ เฉลิมผล, รุจ ศิริสัญลักษณ์, อภิรัฐ บัณฑิต	802
15	สก.คห. 21/O125	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยว เชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัด สงขลา พิมพกานต์ โพธิกุล, บัญชา สมบูรณ์สุข	813
16	สก.คห. 22/O126	ความพึงพอใจโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ วิสาหกิจชุมชน ศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยจังหวัดสมุทรปราการ ธนัฏดา เหลี่ยมเพชร, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์	821
17	สก.คห. 25/O146	ความพึงพอใจของลูกค้าต่อการบริการช่วงโควิด 19: กรณีศึกษา ตลาดสุขใจ ชมพูนุท ผลโพธิ์, ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์	830
18	สก.คห. 27/O150	ความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ของผู้ค้าในตลาดสุขใจ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ฉัตรนภา นาคมอญ, ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์	838
19	สก.คห. 29/O153	ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม สมิตา มิตรสมาน, กนก เลิศพานิช	846
20	สก.คห. 30/O154	ความพึงพอใจของสมาชิกตัวแทนจำหน่ายที่มีต่อบริการของ บริษัทผู้ผลิตปุ๋ย พิมพ์ วีระสุขสวัสดิ์, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์	854
21	สก.คห.11/O84	ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ กรณีศึกษาปุ๋ยตราหัววัว-คันไถ จักรพล หอมเฮ้า, กนก เลิศพานิช	863
22	สก.คห. 33/O173	การจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในอำเภอ กุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เบญจมาภรณ์ ชุ่มจิตร, กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์, ธำรงเจต พัฒมุข	871

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ (Oral Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
23	สก.คห. 34/O174	แนวทางการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาของเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่ อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท เอกพนธ์ พิพัฒรังสรรค์, นารีรัตน์ สีระสาร, กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์, วนาลัย วิริยะสุธี, ธำรงเจต พัฒมุข	877
24	สก.คห. 38/O200	กรอบแนวคิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล ภวัต เจียมจิณณวัตร, จิราพร ว่องไววิริยะ	887

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ (Poster Presentation)			
ลำดับ	**รหัสผลงาน**	**ชื่อผลงาน**	**หน้า**
1	สก.คห.2/P13	ผลของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาวต่อสมบัติทางกายภาพ ประสาทสัมผัส และฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในผลิตภัณฑ์เม็ดไข่มุก นวรัตน์ ฐานกิตติคุณ, พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ์, ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์	896
2	สก.คห.10/P53	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแป้งมะพร้าวและใบชะพลู คณุตม์ ดวงศรี, บุษกร สุทธิประภา, สัมฤทธิ์ พุทธิปัญญาภรณ์	907
3	สก.คห.42/P185	การออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก “นางเบญจกาย” นันทิพย์ หาสิน, ติณณา อุดม	915
4	สก.คห.40/P172	การใช้เทคโนโลยีการแปรรูปมะตูมแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย สุพีระ วรแสน, นิศารัตน์ ทิพยดารา, ภูมิภัคดิ์ พิทักษ์เขื่อนขันธุ์	922

สาขาพืช
Subject: Plants

ภาคบรรยาย
Oral Presentation

การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียในดินของพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานในชุดดินกำแพงแสน

Study on soil bacteria diversity of sweet-corn crop area in Kamphaeng Saen soil series

อานนท์ หาญพิชิตวิทยา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, กนกกร สินมา, สิรินภา ช่วงโอภาส*

Arnon Harnpichitvitaya, Wipawan Thaymuang, Kanokkorn Sinma, Sirinapa Chungopast*

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrsrnp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียในดินปลูกข้าวโพดหวานในชุดดินกำแพงแสน ดำเนินการวิเคราะห์ดินด้วยวิธีมาตรฐาน ตรวจนับจำนวนแบคทีเรีย รา แอคติโนไมซีต แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน และแบคทีเรียละลายฟอสเฟตในดิน รวมทั้งศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียดินด้วยวิธีเมตาจีโนมิกส์ ผลการทดลองพบว่าดินมีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ (1.23 เปอร์เซ็นต์) พีเอชของดินเป็นด่างปานกลาง (pH = 8.03) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมีค่าเท่ากับ 217.48 และ 104.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้พบจำนวนของแบคทีเรียในดินมากที่สุดโดยพบทั้งแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนและแบคทีเรียละลายฟอสเฟต การศึกษาความหลากหลายของกลุ่มโครงสร้างประชากรจุลินทรีย์ด้วยวิธีเมตาจีโนมิกส์ พบดัชนีความหลากหลายของแบคทีเรียสูงมีค่าเท่ากับ 7.572 และมีประชากรของแบคทีเรียในไฟลัม Proteobacteria, Acidobacteria, Bacteroidetes และ Firmicutes มาก โดยเฉพาะในจีนัส *Arenimonas*, *Sphingomonas* และ *Bacillus* ตามลำดับ ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้ส่วนใหญ่มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจน จึงช่วยในการหมุนเวียนธาตุอาหาร รวมทั้งสร้างฮอร์โมนพืช และช่วยเพิ่มความต้านทานของพืชในสภาวะเครียดได้ ดังนั้นแบคทีเรียเหล่านี้จึงมีความสำคัญในระบบนิเวศเกษตร สามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานในชุดดินกำแพงแสน

คำสำคัญ: ข้าวโพด, ความหลากหลายของแบคทีเรีย, เมตาจีโนมิกส์

Abstract

The aim of this research was studied soil bacterial diversity of sweet corn soil in Kamphaeng Saen soil series. Soil samples were analyzed soil chemical properties and classified as an isolate of bacterial, fungi, actinomycetes, nitrogen-fixing bacteria and phosphate-solubilizing bacteria. The diversity of soil bacteria was study by metagenomics technique. The results showed the soil contained low levels of organic matter (1.23%), pH of the soil was moderately alkaline (8.03) and high soil fertility of phosphorus and potassium were 217.48 and 104.04 mg/kg, respectively. The largest amount of bacteria were found that can fix nitrogen and solubilize phosphate. Studying diversity of microbial diversity using metagenomics found the high diversity index as 7.572. Most bacteria belonged to phylum of Proteobacteria, Acidobacteria, Bacteroidetes and Firmicutes. The three major genera were *Arenimonas*, *Sphingomonas* and *Bacillus*, respectively. Most of these bacteria could fix nitrogen. Thus, helping to turnover nutrients, produce of plant hormones and thus enhancing plant resistance in stressful conditions. Therefore, these bacteria are important in the agricultural ecosystem, increase soil fertility and promote the growth of sweet corn in Kamphaeng Saen soil series.

Keywords: bacterial diversity, corn, metagenomics

คำนำ

ข้าวโพดหวานเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญกับประเทศไทย สามารถนำไปบริโภคสดและเป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมทำข้าวโพดหวานกระป๋อง อุตสาหกรรมน้ำนมข้าวโพด เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดประมาณ 240,000 ไร่ ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 2.1 ตัน/ไร่ มีแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญในภาคเหนือ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ถึงแม้ว่าประเทศไทยนั้นจะมีภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน แต่ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดหวานนั้นยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ ดินที่ปลูกมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ความชื้นของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน ปริมาณและชนิดจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ที่อยู่ในดิน การระบาดของโรคและแมลง ข้อจำกัดทางด้านพันธุกรรมของข้าวโพดหวาน การกร่อนดิน เป็นต้น (Espinoza and Ross, 2003) ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาปัจจัยด้านจุลินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน และผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในชุดดินกำแพงแสน ซึ่งจุลินทรีย์ในดินหลายชนิดมีบทบาทสำคัญต่อดินและพืชโดยมีส่วนช่วยทำให้พืชเจริญเติบโตได้ในสภาพที่ไม่เอื้ออำนวย สามารถช่วยตรึงไนโตรเจน ละลายธาตุอาหารพืช ควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค ขับสารเมือกที่ทำให้ดินนั้นจับตัวกันเป็นก้อน ส่งเสริมทำให้ดินเกิดโครงสร้างที่ดี ปลดปล่อยสารฮิวมิกที่มีประโยชน์ จุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมระบบนิเวศในดินที่ดีให้กับพืช (Jacoby et al., 2017) ปัจจุบันการตรวจสอบความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินที่นิยมใช้วิธีเมตาจีโนมิกส์เพื่อศึกษาจีโนมของจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างธรรมชาติ ทำโดยวิธีการสกัดดีเอ็นเอออกมาจากตัวอย่างที่ต้องการจะศึกษาโดยตรง ไม่ต้องทำการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ (อัชฌา, 2556) จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำสำหรับการศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์ในดินที่ปลูกข้าวโพดหวานโดยใช้เทคนิคทางเมตาจีโนมิกส์ เพื่อให้เข้าใจถึงความหลากหลายของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศของดินซึ่งมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลจากการทำเมตาจีโนมิกส์นี้ไปใช้ในการค้นหาจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร ผลิตเอนไซม์และสารออกฤทธิ์บางชนิดซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิเคราะห์ดินก่อนปลูกข้าวโพดหวาน

สุ่มเก็บดินที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เก็บทั่วทั้งแปลงประมาณ 15–20 จุด วิเคราะห์สมบัติดินบางประการก่อนปลูกได้แก่ พีเอช อีซี ปริมาณอินทรียวัตถุ (Walkey and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Bray ll (Bray and Kurtz, 1945) โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Pratt, 1965) ลักษณะเนื้อดินตามวิธีปิเปตตามวิธีของคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาตร์ทางดิน, 2558) สำหรับการตรวจสอบชุดดินจะดำเนินการใช้แผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:100,000 ที่ออกโดยกรมพัฒนาที่ดินเพื่อกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน จากนั้นใช้ GPS จับพิกัดและดำเนินขุดดินเพื่อจัดทำโปรไฟล์ดินเพื่อเทียบเคียงกับชุดดินกำแพงแสน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

การปลูกข้าวโพดหวานและเก็บตัวอย่างดินบริเวณที่ปลูกข้าวโพด

ปลูกข้าวโพดหวานในชุดดินกำแพงแสน การดูแลรักษาทำโดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรีย (46-0-0 และโพแทสเซียมในรูปของโดยแบ่งการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมหรือยูเรียทั้งหมด 3 ครั้ง โดยใส่ปุ๋ยเมื่อปลูกข้าวโพดไปได้ 15, 30 และ 45 วันหลังปลูก และสำหรับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์จะใส่เมื่อปลูกข้าวโพดไปได้ 45 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร เมื่อข้าวโพดมีอายุได้ 75 วันหลังปลูก บันทึกพิกัดของพื้นที่ปลูก หลังจากนั้นจึงนำดินไปศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ และเก็บดินอีกส่วนหนึ่งในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการสกัดดีเอ็นเอต่อไป

ปริมาณจุลินทรีย์ในดินที่ปลูกข้าวโพดหวาน

เลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 5 ชนิด นับจุลินทรีย์โดยวิธีการเจือจางสารละลายดินและใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะกับชนิดของจุลินทรีย์ดังนี้ nutrient agar (NA) สำหรับแบคทีเรีย glycerol agar (GA) สำหรับแอคติโนไมซีต และ potato dextrose agar (PDA) สำหรับรา (ธงชัย และคณะ, 2560) อาหาร Pikovskaya (PVK) สำหรับแบคทีเรียละลายฟอสเฟต (Mohamed and Farag, 2020) และ N-free medium (NF) สำหรับแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (Asilah, 2020) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนและคำนวนปริมาณจุลินทรีย์ต่อน้ำหนักดินแห้ง 1 กรัม

วิธีการสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างดินบริเวณที่ปลูกข้าวโพดและการตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอ

สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างดินโดยใช้ NucleoSpin® soil kit (Macherey-Nagel, Germany) ตามคู่มือคำแนะนำการสกัดดีเอ็นเอ จากตัวอย่างดิน 250 มิลลิกรัม และนำตัวอย่างดีเอ็นเอที่สกัดได้มาตรวจสอบความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอโดยการเตรียมเจลอาการโรส 48 มิลลิกรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมบัฟเฟอร์ 1x TBE 40 มิลลิลิตร เติมสีย้อม RedSafe Nucleic acid 4 ไมโครลิตร เทเจลใส่ถาดเมื่อแผ่นเจลแข็งให้ปิเปตดีเอ็นเอ 5 ไมโครลิตร ที่ผสมสีย้อม 6X loading dye 1.5 ไมโครลิตร ใส่ลงในช่องของเจล ผ่านกระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ เป็นเวลา 40 นาที จากนั้นสังเกตแถบดีเอ็นเอบนเจลภายใต้แสง UV คำนวณอัตราส่วนของค่าดูดกลืนแสงที่ 260/280 นาโนเมตร และคำนวณความเข้มข้นของดีเอ็นเอจากค่าดูดกลืนแสงของ 260 นาโนเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางเมตาจีโนมิกส์ตามวิธีของ (Bora et al., 2016) ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลปริมาณของจุลินทรีย์นั้นวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan’s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้อมูลจากการทำเมตาจีโนมิกส์นั้นเตรียมไลบรารี่สำหรับ Illumina MiSeq แอมพลิไฟล์บริเวณ V3-4 ของยีน 16S rRNA ประมวลผลโดยใช้ software (version 7.1 http://qiime.org/) กำหนดอนุกรมวิธานของจุลินทรีย์โดยหน่วยอนุกรมวิธานเชิงปฏิบัติการ (OTUs) (Bolger et al., 2014) คำนวณค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon diversity index) ตามวิธีของ Meyer et al. (2018)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์สมบัติของชุดดินกำแพงแสนที่ปลูกข้าวโพดบริเวณ ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (14°01'38.4"N, 99°58'15.8"E) จำแนกดินเป็น Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Haplustalfs มีลักษณะเป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายแป้งสีน้ำตาลปนเทาเข้ม มีค่าพีเอชของดินเป็นด่างเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งสีน้ำตาลปนเหลือง สีน้ำตาลในดินตอนล่างชั้นถัดไปมีสีเทาปนน้ำตาล มีสีจุดประสาน้ำตาลปนเหลืองและน้ำตาลแก่ ค่าพีเอชของดินเป็นด่างปานกลาง อาจพบแร่ไมก้าตลอดหน้าตัดดินหรือบางครั้งอาจพบเม็ดปูน ค่าวิเคราะห์พบว่าชุดดินกำแพงแสน (Table 1) มีค่าพีเอชอยู่ที่ 8.03 เป็นด่างปานกลาง มีอินทรียวัตถุต่ำ 1.23 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก มีค่าเท่ากับ 217.78 และ 3,466.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง 104.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์สูง 151.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะปริมาณกำมะถันอยู่ในกณฑ์ต่ำคือ 4.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำค่าวิเคราะห์ดินมาเปรียบเทียบกับหนังสือคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) พบว่าควรใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรคือ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมปริมาณ 20, 5-0 และ 5-0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของดินที่ปลูกข้าวโพดในชุดดินกำแพงแสนโดยนับจำนวนจุลินทรีย์ในอาหาร NA, GA และ PDA สำหรับแบคทีเรีย แอคติโนไมซีตและรา ตามลำดับผลการทดลองพบว่าปริมาณแบคทีเรียภายในดินที่ศึกษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Fig 1a.) จุลินทรีย์ที่มีจำนวนมากที่สุดในทุกตำรับการทดลองคือแบคทีเรีย มีค่า 18.61×10^3 ซีเอฟยูต่อกรัม รองลงมาเป็นแอคติโนไมซีตและรา ซึ่งมีค่า 13.36 และ 9.38×10^3 ซีเอฟยูต่อกรัม ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินซึ่งเพาะเลี้ยงในอาหาร PVK และ NF พบแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนและแบคทีเรียละลายฟอสเฟตมีจำนวน 10.55 และ 9.38×10^3 ซีเอฟยูต่อกรัม ตามลำดับ (Fig 1b.) โดยแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนมีความสำคัญข้าวโพดช่วยเพิ่มไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ สามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้ประมาณร้อยละ 30–80 (Begemann, 2020) และรายงานของ Hussain et al. (2013) ที่ศึกษาผลของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดพบว่าจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตไม่เพียงแต่ละลายฟอสเฟตเท่านั้นแต่ยังมีการปลดปล่อยฮอร์โมนพืชหลากหลายชนิด และทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้น

Table 1 Soils chemical properties at depth 0–120 cm used in this study

Kamphaeng Saen Soil Series	Soil property	Analysis value	Result
	pH	8.03	Moderately alkaline
	SOM (%)	1.23	Low
	Available P (mg/kg)	217.48	Very high
	Exchangeable K (mg/kg)	104.04	Moderate
	Exchangeable Ca (mg/kg)	3,446.24	Very high
	Exchangeable Mg (mg/kg)	151.93	High
	Exchangeable S (mg/kg)	4.30	Low

pH: potential of hydrogen, SOM: soil organic matter, P: phosphorus, K: potassium, Ca: calcium, Mg: magnesium, S: sulfur

ผลวิเคราะห์ความหลากหลายของแบคทีเรียบริเวณดินที่ปลูกข้าวโพดในชุดดินกำแพงแสนมีค่าดัชนีความหลากหลายของแบคทีเรียสูงเท่ากับ 7.572 พบว่าในดินบริเวณที่ปลูกข้าวโพดมีความหลากหลายของแบคทีเรียมากที่สุดใน 4 ไฟลัม (Fig 2a.) คือไฟลัม Proteobacteria, Acidobacteria, Bacteroidetes และ Firmicutes ตามลำดับ (Fig 2b.) สอดคล้องกับ Spain et al. (2009) ที่พบว่ามีสัดส่วนของไฟลัม Proteobacteria มากที่สุดหากเทียบกับแบคทีเรียในไฟลัมอื่นๆ และมีประโยชน์ในทางการเกษตร เช่น กลุ่มแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจน กลุ่มแบคทีเรียหมุนเวียนธาตุอาหารพืช และกลุ่มแบคทีเรียที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น ส่วนแบคทีเรียในไฟลัม Acidobacteria มีความเกี่ยวข้องในการแปรสภาพและย่อยสลายคาร์บอนในดินไม่ว่าจะเป็น เซลลูโลส พอลิแซ็กคาไรด์ เป็นต้น ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในเซลล์พืช (Eichorst et al., 2011) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Liu et al. (2016) ที่ได้ศึกษาการตอบสนองของแบคทีเรียกลุ่ม Acidobacteria ต่อไนโตรเจนในพื้นที่สวนต้นสนในภาคใต้ของจีน พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่สูงนั้นส่งผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์กลุ่ม Acidobacteria มีปริมาณเพิ่มขึ้น สำหรับแบคทีเรียในไฟลัม Bacteroidetes สามารถย่อยสลายคาร์บอนได้ รายงานของ Wei et al. (2017) ยังพบการทำงานร่วมกันกับของแบคทีเรียทั้ง 4 กลุ่ม (Proteobacteria Acidobacteria , Bacteroidetes และ Firmicutes) ในแบบที่พึ่งพากันและแบบที่แข่งขันกัน ส่วนจีนัสของแบคทีเรียบริเวณดินที่ปลูกข้าวโพดในชุดดินกำแพงแสน พบจีนัส *Arenimonas*, *Bacillus* และ *Sphingomonas* ในสัดส่วนที่มาก ซึ่งมีความสำคัญกับการเจริญเติบโตของข้าวโพด เช่น แบคทีเรียในจีนัส *Sphingomonas* นั้นเป็นแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนให้กับข้าวโพด โดยแบคทีเรียชนิดนี้นั้นสามารถอยู่ในเนื้อเยื่อของข้าวโพดได้ (Ujvári et al., 2020) ส่วนแบคทีเรียในจีนัส *Arenimonas* มีความสามารถในการแปรสภาพธาตุอาหารในดิน (Li et al., 2014) และแบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* นั้นมีส่วนช่วยทำให้ข้าวโพดสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่จำกัดต่อการเจริญเติบโตได้ เช่น ช่วยเพิ่มการทนเค็ม (Ferreira et al., 2018) สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้ (Zhao and Kuipers, 2016) เป็นต้น อีกทั้งยังพบแบคทีเรียในจีนัสอื่นๆ เช่น *Flavisolibacter*, *Flavobacterium*, *Lysobacter*, *Nitrospira*, *Massilia*, *Ammoniphilus*, *Dongia*, *Cellvibrio* และ *Stenotrophobacter* และแบคทีเรียที่ไม่สามารถจัดจำแนกได้อีกหลายชนิด

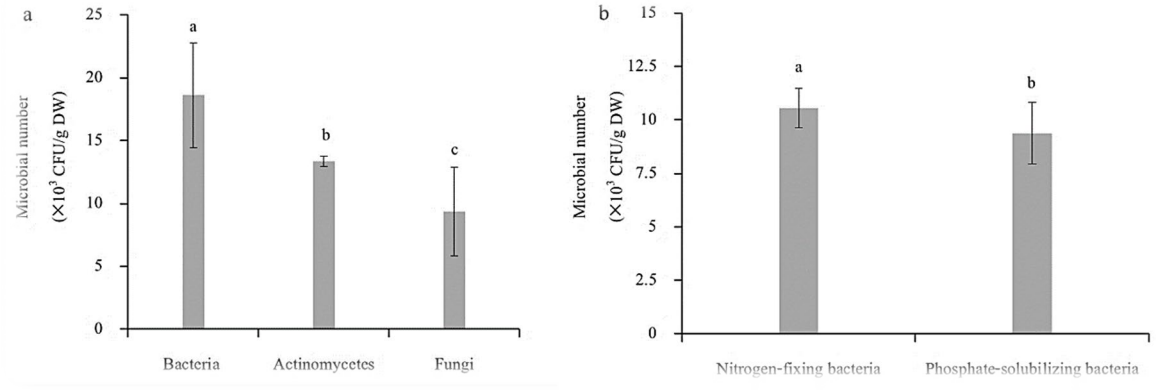


Fig. 1 Microbial number of bacteria, actinomycetes, and fungi (a) and the number of nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria (b) in corn crop area of Kamphaeng Saen soil series. The mean values followed by different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) between treatments according to a Duncan's new multiple range test.

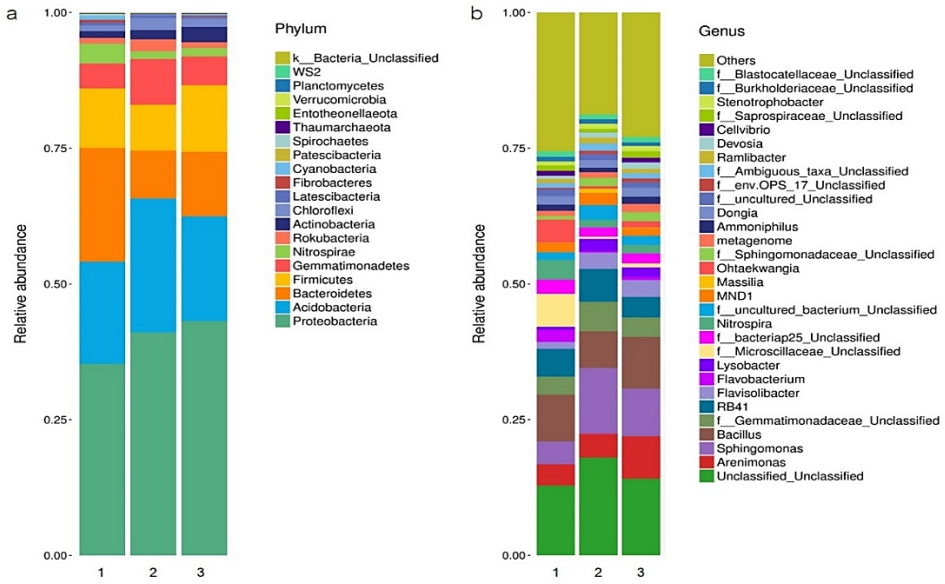


Fig. 2 Relative abundance of bacterial phylum (a) and genus (b) of soil samples collected corn crop area in Kamphaeng Saen soil series. All soil sample were analyzed in triplicates (n = 3).

สรุป

ดินบริเวณที่ปลูกข้าวโพดหวานในชุดดินกำแพงแสนมีจุลินทรีย์หลายชนิด และมีความหลากหลายของแบคทีเรียซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนและแบคทีเรียละลายฟอสเฟต แบคทีเรียในจีนัส *Arenimonas* และ *Sphingomonas* ซึ่งอยู่ในไฟลัม Proteobacteria และจีนัส *Bacillus* ซึ่งอยู่ในไฟลัม Firmicutes มีความโดดเด่นและมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ตลอดจนควบคุมโรคพืช ดังนั้นจุลินทรีย์เหล่านี้จึงมีส่วนช่วยในการส่งเสริมระบบนิเวศที่ดีในพื้นที่ที่ทำการเกษตร มีบทบาทที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานและความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินกำแพงแสน

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยสนับสนุนทุนวิจัยบัณฑิตศึกษาด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน) ประจำปีงบประมาณ 2563

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. ชุดดินภาคกลาง: ความรู้พื้นฐานเกษตรกร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน. คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ธงชัย มาลา, สิรินภา ช่วงโอภาส, กนกกร สินมา, ชวลิต ฮงประยูร, วันทนีย์ พึ่งแสง. 2560. ปฏิบัติการจุลชีววิทยาของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน, นครปฐม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดหวาน. http://www.oae.go.th/view /view/1/ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดหวาน/TH-TH, 12 ธันวาคม 2563.

อัชฌา บุญมี. 2556. เมตาจีโนมิกส์: เปิดโลกแห่งจีโนมธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21: 71–82.

Asilah, A.M. 2020. Effects of free-living diazotrophs on plant growth and root colonisation of Pak Choi. Malaysian J. Soil Sci. 24: 95–106.

Begemann, S. 2020. Nitrogen-fixing corn seed treatment in the pipeline. https://www.agweb.com/article/nitrogen-fixing-corn-seed-treatment-pipeline, 12 December 2020.

Bray, R.H., Kurtz, L.T. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39–46. doi.org/10.1097/00010694-194501000-00006

Eichorst, S.A., Kuske, C.R., Schmidt, T.M. 2011. Influence of plant polymers on the distribution and cultivation of bacteria in the phylum Acidobacteria. Appl. Environ. Microbiol. 77: 586–596. doi.org/ 10.1128/AEM.01080-10

Espinoza, L., Ross, J. 2003. Corn Production Handbook. Cooperative Extension Service, University of Arkansas. Little Rock, Arkansas, USA.

Ferreira, N.C., Mazzuchelli, R.C.L., Pacheco, A.C., Araujo, F.F., Antunes, J.E.L., Araujo, A.S.F. 2018. *Bacillus subtilis* improves maize tolerance to salinity. Ciênc. Rural. 48: e20170910. doi.org/10.1590/0103-8478cr20170910

Hussain, M.I., Asghar, H.N., Akhtar, M.J., Arshad, M. 2013. Impact of phosphate solubilizing bacteria on growth and yield of maize. Soil Environ. 32: 71–78.

Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A., Kopriva, S. 2017. The role of soil microorganisms in plant mineral nutrition—current knowledge and future directions. Front. Plant Sci. 8: 1617. doi.org/10.3389/fpls.2017.01617

Li, X., Rui, J., Mao, Y., Yannarell, A., Mackie, R.J.S.B. 2014. Dynamics of the bacterial community structure in the rhizosphere of a maize cultivar. Soil Biol. Biochem. 68: 392–401. doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.10.017

Liu, C., Dong, Y., Hou, L., Deng, N., Jiao, R. 2017. Acidobacteria community responses to nitrogen dose and form in Chinese Fir plantations in Southern China. Curr. Microbiol. 74: 396–403. doi.org/10.1007/s00284-016-1192-8

Meyer, F., Paarmann, D., Souza, M.D., Olson, R., Glass, E.M., Kubal, M., Paczian, T., Rodriguez, A., Stevens, R., Wilke, A., Wilkening, J., Edwards, R.A. 2018. The Metagenomics RAST server-a public resource for the automatic phylogenetic and functional analysis of metagenomes. BMC Bioinformatics 9: 386. doi.org/10.1186/1471-2105-9-386

Mohamed, E., Farag, A.G. 2020. Effect of physicochemical parameters on inorganic phosphate solubilisation by *Serratia marcescens* PH1 and organic acids production. Egypt. J. Microbiol. 55: 47–56. doi.org/10.21608/ejm.2020.19042.1123

Pratt, P.F. 1965. Potassium. In: Black, C.A., Evans, D.D., Ensminger, L.E., White, J.L., Clark, F.E. (Eds.). Method of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA, pp. 1022–1030.

Spain, A.M., Krumholz, L.R., Elshahed, M.S. 2009. Abundance, composition, diversity and novelty of soil Proteobacteria. ISME J. 3: 992–1000. doi.org/10.1038/ismej.2009.

Ujvári, G., Borsodi, A.K., Megyes, M., Mucsi, M., Szili-Kovács, T., Szabó, A., Márialigeti, K.J.A. 2020. Comparison of soil bacterial communities from juvenile maize plants of a long-term monoculture and a natural grassland. Agron. 10: 341. doi.org/10.3390/agronomy10030341

Walkley, A., Black, C.A. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29–35. doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003

Wei, Z., Hu, X., Li, X., Zhang, Y., Jiang, L., Li, J., Guan, Z., Cai, Y., Liao, X. 2017. The rhizospheric microbial community structure and diversity of deciduous and evergreen forests in Taihu Lake area, China. PloS One. 12: e0174411. doi.org/10.1371/journal.pone.0174411

Zhao, X., Kuipers, O.P. 2016. Identification and classification of known and putative antimicrobial compounds produced by a wide variety of *Bacillales* species. BMC Genomics. 17: 882. doi.org/10.1186/s12864-016-3224-y

อิทธิพลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเท้ายายม่อม

Effect of chemical and organic fertilizers on growth and yield of tacca (*Tacca leontopetaloides* Ktze.)

สุขเกษม ทิพภูนอก, สุภาภรณ์ เอี่ยมเข่ง*, ประพฤติ พรหมสมบูรณ์, รัตนากร กฤษณชาญดี

Sukkasem Thippunok, Supaporn Ieamkheg*, Praprut Promsomboon, Ratanakorn Kitsanachandee

สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

Division of Crop Production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi 20110

* Corresponding author. E-mail address: Supaporn_i@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเท้ายายม่อม ทำการทดลอง ณ แปลงทดลอง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ระหว่างเดือน เมษายน–พฤศจิกายน 2563 วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย (T1) ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (T2) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ (T3) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (T4) และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) โดยแต่ละกรรมวิธีมีระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร และ 75×75 เซนติเมตร ดินในแปลงทดลองมีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน และเป็นกรดเล็กน้อย การศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการปลูกที่ระยะ 50×50 เซนติเมตรให้ผลผลิตสูงที่สุด โดยการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (T4) ให้น้ำหนักหัวมากที่สุด (504 และ 467 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ส่วนการปลูกที่ระยะ 75×75 เซนติเมตร พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) ให้ผลผลิตมากที่สุด มีนำหนักหัวเท่ากับ 262 กิโลกรัมต่อไร่

คำสำคัญ: เท้ายายม่อม, ปุ๋ยอินทรีย์, ปุ๋ยเคมี, ผลผลิต

Abstract

Effect of chemical and organic fertilizers on growth and yield of Tacca was investigated. The experiment was conducted under field condition at Division of Crop Production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok during April 2020 to November 2020. The field experiment was laid out in a Split Plot in Randomized Complete Block Design with three replications. There were five treatments consisting of no fertilizer (T1), cow manure = 1,000 kg/rai (T2), chicken manure = 200 kg/rai (T3), chemical fertilizer 15-15-15 grade = 50 kg/ria (T4), and chemical fertilizer 13-13-21 grade = 50 kg/rai (T5). All treatments were planted at 50x50 and 75×75 cm. plant spacing, respectively. Soil in the experimental area had loamy sand texture with slightly acidic pH. Results showed that there was no significant difference in growth rate and yield of Tacca as affected by chemical and organic fertilizers. Plant spacing at 50x50 cm grade = 50 kg/rai trend to showed the highest yield. Chemical fertilizer 13-13-21 grade = 50 kg/rai (T5) and chemical fertilizer 15-15-15 grade = 50 kg/rai (T4) showed the highest yield at 504 and 467 kg/rai, respectively. While results of all treatment were planted spacing at 75x75 cm grade = 50 kg/rai showed chemical fertilizer 13-13-21 grade = 50 kg/rai (T5) showed the highest yield at 262 kg/rai.

Keywords: chemical fertilizer, organic fertilizer, tacca, yield

คำนำ

เท้ายายม่อม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tacca leontopetaloides* (Linn.) O. Ktze. (Aziz and Susanto, 2015) มีชื่อพ้องคือ *Tacca pinnatifida* J.R.& G. Forst. และ *Tacca involucrate* Schumacher & Thonn. (Ukpabi et al., 2009) จัดอยู่ในวงศ์ Taccaceae (Spennemann, 1994) ปัจจุบันได้เปลี่ยนเป็นวงศ์กลอย Dioscoreaceae (พัชราภรณ์, 2561) มีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษ คือ Tacca Fiji arrowroot, Tahiti arrowroot, Polynesian arrowroot, East Indian arrowroot, South Sea arrowroot, Pia (ฮาวาย) Masoa (ซามัว) Mahoa (ตองกา) Yabia (ฟิจิ) Gapgap (กวม) และ Taca (อินโดนีเซีย) (กนิษฐิกา, 2542; พัชราภรณ์, 2561) เท้ายายม่อม มีชื่อพื้นเมืองไทยอื่นๆ เช่น ไม้เท้าฤาษี (ส่วนกลาง) บุกรอ (ตราด) สิงโตดำ (กรุงเทพฯ) มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และมีการกระจายพันธุ์ไปยังหมู่เกาะแปซิฟิก ทวีปอาฟริกา อินเดีย ศรีลังกา ออสเตรเลีย นิวกินี ซามัว หมู่เกาะไมโครเซีย และฟิจิ (Spennemann, 1994) เท้ายายม่อมเป็นพืชที่มีหัวใต้ดินสะสมแป้ง มีลักษณะกลมแบนหรือรีกว้าง เปลือกหัวบางมากสีน้ำตาลอ่อน เนื้อหัวสีขาวฉ่ำน้ำเล็กน้อย หัวไม่สามารถรับประทานสดได้ มีรสขม แต่สามารถสกัดแป้งมาใช้ประโยชน์ได้ (พัชราภรณ์, 2561)

สำหรับประเทศไทยมีรายงานการพบเท้ายายม่อมมากบริเวณภาคใต้ ภาคตะวันออก และพบเพียงเล็กน้อยในภูมิภาคอื่นๆ (ลัดดาวัลย์ และคณะ, 2562) เท้ายายม่อมเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งที่ใช้มาทำแป้ง เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี เจริญเติบโตดีในสภาพร่มเงา โดยการเจริญเติบโตจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน เมื่อเข้าฤดูแล้งจะพักตัว พบมากตามบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ปัจจุบันเท้ายายม่อมมีแนวโน้มที่จะสูญพันธุ์ สาเหตุเกิดจากพื้นที่ตามธรรมชาติแถบชายฝั่งทะเล เปลี่ยนสภาพเป็นสิ่งก่อสร้าง จากการสำรวจในพื้นที่จังหวัดชลบุรี พบว่า มีเกษตรกรจำนวนน้อยมากที่ยังคงมีการปลูกเท้ายายม่อม ส่วนใหญ่ ปลูกเฉพาะในครัวเรือน มีการสกัดแป้งด้วยวิธีดั้งเดิม ซึ่งแป้งที่ทำมาจากหัวเท้ายายม่อมจะมีราคาสูงกว่าแป้งทั่วไป เนื่องจากเก็บหัวได้ปีละครั้ง และมีกรรมวิธีในการสกัดแป้งที่ซับซ้อน ยุ่งยากหลายขั้นตอนกว่าจะออกมาเป็นแป้ง มีรายงานว่าส่วนต่างๆ ของเท้ายายม่อม มีสรรพคุณ ตามตำรายาที่ระบุไว้ เช่น ราก ใช้แก้ไข้ ขับเสมหะ ริดสีดวงทวาร แก้ไส้เลื่อน หัว นำมาทำเป็นแป้ง ใช้ประกอบอาหาร มีสรรพคุณช่วยเจริญอาหาร บำรุงร่างกาย บำรุงหัวใจ แก้อ่อนเพลีย ผงแป้งใช้ภายนอกโรยแผลเพื่อห้ามเลือด ใช้ลดสิวลดฝ้า ทำให้หน้าขาว เหง้า ใช้เป็นยาบำรุงกำลัง บำรุงร่างกาย นอกจากจะเป็นสมุนไพรแล้วยังสามารถนำมาประกอบอาหารได้ เพราะแป้งเท้ายายม่อมมีคุณสมบัติเด่น แตกต่างจากแป้งชนิดอื่น คือ เม็ดแป้งมีลักษณะมันและลื่นกว่า มีความละเอียดของเม็ดแป้งมากกว่า สีของแป้งขาว และที่สำคัญมีความ หนืด (ความคงตัวของแป้ง) เมื่อโดนความร้อนสามารถคงตัวอยู่ได้นานกว่าแป้งชนิดอื่น (สุพินญา และปาริฉัตร, 2561) จึงนิยมนำแป้งเท้ายายม่อมมาเป็นส่วนประกอบของอาหารและขนมไทยหลายชนิด

เนื่องจากไม่มีข้อมูลการปลูกเท้ายายม่อมในลักษณะเขตกรรม ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการขยายพันธุ์เท้ายายม่อม อัตราการให้ปุ๋ย และระยะปลูกที่เหมาะสม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจในชุมชน ตลอดจนสร้างรายได้ สร้างมลูค่าเพิ่มให้กับชุมชนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. หัวเท้ายายม่อม จากแปลงเกษตรกรบ้านมาบหม้อ ต.บ้านปึก อ.เมือง จ.ชลบุรี
2. ปุ๋ยคอก ได้แก่ ปุ๋ยมูลวัว และปุ๋ยมูลไก่
3. ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 และ 13-13-21
4. ไม้ไผ่ สำหลับพยุงลำต้น

การวางแผนการทดลอง

ดำเนินการปลูกเท้ายายม่อม ที่แปลงวิจัยพืชไร่ สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรณ์ธรรมชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ ในเดือนเมษายน 2563 โดยนำหัวที่ได้มาปลูกในแปลง โดยมีระยะปลูกที่แตกต่างกันโดยวางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block Design มี 3 ซ้ำ โดยกำหนดให้ระยะปลูก เป็นปัจจัยหลัก 2 ระดับ คือ

1. ระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร
2. ระยะปลูก 75×75 เซนติเมตร

อัตราการใช้ปุ๋ยเป็นปัจจัยรอง 5 ระดับ คือ

กรรมวิธีที่ 1	ไม่ใช้ปุ๋ย (ควบคุม)		
กรรมวิธีที่ 2	ใช้ปุ๋ยมูลวัว	อัตรา 1,000	กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธีที่ 3	ใช้ปุ๋ยมูลไก่	อัตรา 200	กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธีที่ 4	ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15	อัตรา 50	กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธีที่ 5	ใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21	อัตรา 50	กิโลกรัมต่อไร่

การเตรียมแปลงทดลอง

เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ ไถพรวนแปลงทดลอง จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเป็นการไถดะพลิกหน้าดิน และการไถครั้งที่สอง เป็นการไถพรวน จากนั้นวัดขนาดแปลงให้ได้ทั้งหมด 30 แปลงแต่ละแปลงมีระยะห่าง 1 เมตร ทำการขุดยกร่องแต่ละแปลง โดยแบ่งเป็นแปลงที่มีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2.50 เมตร จำนวน 15 แปลง สำหรับการปลูกหัวเท้ายายม่อม ในระยะปลูกที่ 50×50 เซนติเมตร และแปลงที่มีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 3.50 เมตร จำนวน 15 แปลง สำหรับการปลูกหัวเท้ายายม่อม ในระยะปลูกที่ 75×75 เซนติเมตร โดยมีระยะห่างระหว่างแปลงเท่ากับ 25 เซนติเมตร

การปลูก

ปลูกหัวเท้ายายม่อมลงแปลงปลูก 10 หลุม หลุมละ 1 หัว โดยหัวมีขนาด 200–300 กรัม ขุดหลุมปลูกลึก 10–15 เซนติเมตร รดน้ำที่ได้จากบ่อกักเก็บน้ำวันละ 1 ครั้ง ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1–5 ภายหลังจากปลูกหัวเท้ายายม่อม และใส่ปุ๋ย 1 ครั้งต่อเดือน เป็นเวลา 6 เดือน กำจัดวัชพืชออกจากแปลงปลูก

การบันทึกผลการทดลอง

การบันทึกผลข้อมูลอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิต โดยอัตราการเจริญเติบโตของเท้ายายม่อม จะเก็บข้อมูลด้วยการบันทึกระยะเวลาในการงอก ความสูงของก้านใบ ความยาวเส้นรอบวงของลำต้น และจำนวนใบ เก็บข้อมูลด้านผลผลิต โดยเก็บข้อมูลจาก จำนวนหัว น้ำหนักหัว ซึ่งข้อมูลผลผลิต จะเริ่มเก็บเมื่อเท้ายายม่อมมีอายุ 7–8 เดือนหลังปลูก โดยสังเกตจากสีของต้นที่มีใบสีเหลืองและเริ่มแห้ง

วิเคราะห์ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตของเท้ายายม่อม โดยเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference, LSD โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สมบัติทางฟิสิกส์ และทางเคมีของดินก่อนทำการทดลองพบว่า ดินในพื้นที่แปลงทดลองเป็นดินทรายปนดินร่วน มีค่าพีเอช เท่ากับ 6.56 มีอินทรียวัตถุเท่ากับ 1.34% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.05% มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 90.35, 59.86, 244.08, และ 32.90 มก./กก. ตามลำดับ (Table 1)

ความสูงก้านใบ ที่ระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร อายุ 30, 60, 90, 120, 150, และ 180 วันหลังปลูก พบว่า ในระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร ความสูงก้านใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าที่อายุ 120 วันหลังปลูก การใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ก้านใบมีความสูงที่สุด โดยการใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ก้านใบมีความสูงเท่ากับ 26.37 และ 26.03 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) ในในขณะที่ระยะปลูก 75×75 เซนติเมตร พบว่าที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ก้านใบมีความสูงมากที่สุดคือ 28.55 และ 28.15 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของสุพินญา และคณะ (2547) ที่พบว่า ต้นเท้ายายม่อมทั้งชนิดต้นสีเขียวและต้นสีม่วงที่อายุ 1–3 เดือนหลังปลูก จะมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนับจำนวนใบ และความยาวเส้นรอบวงโคนต้น พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการปลูกเท้ายายม่อมในระยะ 50×50 เซนติเมตร การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัม ทำให้เท้ายายม่อมมีจำนวนใบ และความยาวเส้นรอบโคนต้นมากที่สุดคือ 3.53 ใบ และ 4.55 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 4) และการปลูกในระยะ 75×75 เซนติเมตร การใช้มูลไก่ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร ทำให้มีจำนวนใบมากที่สุดคือ 3.43 ใบ แต่ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร มีผลทำให้ความยาวเส้นรอบวงโคนต้นมากที่สุดคือ 4.83 เซนติเมตร (Table 5)

เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าในระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไรมีผลทำให้เท้ายายม่อมมีน้ำหนักหัวสดมากที่สุดคือ 504

กิโลกรัมต่อไร่ และจำนวนหัวต่อต้นมากคือ 4.8 หัว และในระยะปลูก 75×75 เซนติเมตรพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ให้น้ำหนักหัวมากที่สุดคือ 262 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ในขณะเดียวกันพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนหัวมากที่สุดคือ 5.27 หัว (Table 5) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ สุพินญา และคณะ (2547) ที่พบว่า น้ำหนักหัวสดของเท้ายายม่อมทั้งชนิดต้นสีเขียวและต้นสีม่วง และหัวเท้ายายม่อมที่ใช้ปลูกทั้ง 3 ขนาด ให้น้ำหนักหัวที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Table 1 Chemical properties of soil used in this study

Chemical properties of the soil	Analysis results
Texture; Hydrometer	Loamy Sand
pH Soil: H_2O: 1:1	6.56
Organic Matter; %	1.34
Avail.P; mg/kg	90.35
Exch.K; mg/kg	59.86
Exch.Ca; mg/kg	244.08
Exch.Mg; mg/kg	32.9
Total N; %	0.05

Table 2 Plant hight at 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days after planting of Tacca in 50×50 cm. spacings

Treatments	Plant height (cm)					
	30 days	60 days	90 days	120 days	150 days	180 days
T1	4.05	22.77	23.98	25.22	23.10	21.45
T2	7.86	22.10	20.18	20.05	17.22	16.20
T3	2.98	18.54	18.37	21.20	18.03	15.98
T4	5.98	25.67	24.67	26.03	23.58	17.80
T5	3.34	23.41	26.02	26.37	22.48	22.12
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	17.78	2.37	2.36	2.68	2.64	2.91

Note: T1= no fertilizer, T2= cow manures (1,000 kg/rai), T3= Chicken manures (200 kg/rai),
T4=Chemical fertilizer 15-15-15 (50 kg/rai), T5= Chemical fertilizer 13-13-21 (50 kg/rai)
ns = not significant at 0.05 probability level.

Table 3 Plant hight at 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days after planting of Tacca in 75×75 cm. spacings

Treatments	Plant height (cm)					
	30 days	60 days	90 days	120 days	150 days	180 days
T1	4.13	25.03	26.68	25.37	24.08	22.83
T2	1.33	19.90	19.67	22.65	20.62	20.27
T3	4.52	28.55	28.15	25.43	27.03	21.50
T4	3.83	23.22	24.70	25.60	23.80	24.73
T5	5.30	23.42	16.97	25.92	21.93	20.97
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	17.64	4.69	5.33	3.54	4.82	4.47

Note: T1= no fertilizer, T2= cow manure (1,000 kg/rai), T3= Chicken manures (200 kg/rai),
T4=Chemical fertilizer 15-15-15 (50 kg/rai), T5= Chemical fertilizer 13-13-21 (50 kg/rai)
ns = not significant at 0.05 probability level.

Table 4 Growth rate and yield potential of Tacca in 50×50 cm. spacing at 6 months after planting

Treatments	number of leaves	trunk size (cm.)	tuber weight (kg/rai)	number tuber
T1	3.07	3.95	451	4.10
T2	2.60	3.43	336	3.17
T3	2.90	4.13	398	3.20
T4	3.50	4.18	467	3.60
T5	3.53	4.55	504	4.80
F- test	ns	ns	ns	ns
%CV	3.21	4.70	4.71	5.79

Note: T1= no fertilizer, T2= cow manure (1,000 kg/rai), T3= Chicken manures (200 kg/rai),

T4=Chemical fertilizer 15-15-15 (50 kg/rai), T5= Chemical fertilizer 13-13-21 (50 kg/rai)

ns = not significant at 0.05 probability level.

Table 5 Growth rate and yield potential of Tacca in 75×75 cm. spacing at 6 months after planting.

Treatments	number of leaves	trunk size (cm.)	tuber weight (kg/rai)	number tuber
T1	2.70	3.94	249	5.27
T2	3.17	4.31	211	4.23
T3	3.43	4.29	254	4.23
T4	3.27	4.02	257	4.50
T5	2.80	4.83	262	4.40
F- test	ns	ns	ns	ns
%CV	3.21	4.70	4.71	5.79

Note: T1= no fertilizer, T2= cow manure (1,000 kg/rai), T3= Chicken manures (200 kg/rai),

T4=Chemical fertilizer 15-15-15 (50 kg/rai), T5= Chemical fertilizer 13-13-21 (50 kg/rai)

ns = not significant at 0.05 probability level.

สรุป

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การปลูกเท้ายายม่อม ในระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร และระยะปลูก 75×75 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในระยะปลูกที่แคบลงทำให้จำนวนต้นต่อพื้นที่มีจำนวนต้นมากขึ้น ทำให้ผลผลิตมีปริมาณเพิ่มขึ้นไปด้วย อย่างไรก็ตาม การปลูกในระยะที่กว้างขึ้นจะส่งผลให้ลำต้นของเท้ายายม่อมหักลงได้ และอาจทำให้การสะสมอาหารที่หัวของเท้ายายม่อมลดน้อยลงทำให้มีหัวขนาดเล็กลง โดยระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดมากที่สุดเท่ากับ 504 และ 467 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับทางด้านการให้ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี พบว่า การเจริญเติบโตของเท้ายายม่อม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจมีผลมาจากการพักตัวของหัวเท้ายายม่อม และปริมาณน้ำฝนสะสมทั้งปี โดยที่หัวเท้ายายม่อมจะเจริญเติบโตในช่วงฤดูฝน จึงทำให้การเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มว่า การให้ปุ๋ยเคมี ทำให้เท้ายายม่อมมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กนิษฐิกา ตันติสุนทร. 2542. ผลของชิ้นส่วนที่เลี้ยงและสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดต่อการเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นเท้ายายม่อม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พัชราภรณ์ แสงโยจารย์. 2561. ศึกษาการเติบโตของหัวเท้ายายม่อมที่ปลูกด้วยเมล็ด. น. 82–90. ใน: รายงานการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2. สุราษฎร์ธานี.

ลัดดาวัลย์ คำมะปะนา, ศิริพร มุลาลินน์, สุภาวดี ตั้งธีระวัฒนะ. 2562. การแก้การพักตัวของเมล็ดเท้ายายม่อม. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 37: 446-451.

สุพินญา บุญมานพ, ปาริฉัตร สังข์สะอาด. 2561. การขยายพันธุ์เท้ายายม่อมเพื่อการอนุรักษ์. น. 82–90, ใน: รายงานการประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 5. สุราษฎร์ธานี.

Aziz, S.A., Susanto, R. 2015. Are *Tacca leontopetaloides* (Linn.) O. Kuntze Mini Tuber Growth Affected by Media Composition and Tuber Size. Journal of Tropical Crop Science. 2: 1–9.

Spennemann, D.H.R. 1994. Traditional arrowroot production and utilization in the Marshall Islands. J. Ethnobiology. 14: 211–234.

Ukpabi, U.J., Ukenye, E., Olojede, A.O. 2009. Raw-material potentials of Nigerian wild Polynesian arrowroot (*Tacca leontopetaloides*) tubers and starch. J. Food Technol. 7: 135–138.

การประยุกต์ใช้โพลีเมอร์อุ้มน้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของอ้อยในระยะแตกกอภายใต้สภาวะแล้ง

Application of Super Absorbent Polymer on physiological responses of sugarcane during tillering stage under drought condition

รินจาววรณ ยกธรรม, ปิติพงษ์ โตบันลือภพ*, ธนพล ไชยแสน, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์

Rinjawan Yoktham, Pitipong Thobunleupop*, Thanapol Chaisan, Sarawut Rungmakarat

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: fagrppt@ku.ac.th

บทคัดย่อ

สภาวะแล้งเป็นปัญหาสำคัญต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ซึ่งหารใช้โพลีเมอร์อุ้มน้ำสามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้ เนื่องจากโพลีเมอร์อุ้มน้ำมีคุณสมบัติในการกักเก็บความชื้นไว้ในดินซึ่งพืชสามารถนำความไปใช้ประโยชน์ได้ในสภาวะแล้งยัง งานทดลองจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโพลีเมอร์อุ้มน้ำต่อเจริญเติบโตของอ้อยภายใต้สภาพแล้งในระยะแตกกอโดย วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ มีทรีทเมนท์คืออัตราโพลีเมอร์ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2, 3, 4 กิโลกรัมต่อไร่โดยใส่พร้อมปลูกอ้อย ช่วงเวลาเก็บข้อมูล 4 ครั้ง ได้แก่ ก่อนการงดให้น้ำเมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน, ระหว่างการงดให้น้ำ จำนวน 2 ครั้ง และหลังจากกลับมาให้น้ำ 1 เดือน การเก็บข้อมูลเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Relative Water Content) ค่าการสะสมน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ ค่า การสะสมโพรลีน จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลการเจริญเติบโต และข้อมูลทางสรีระวิทยา ภายใต้เงื่อนไขระหว่างการงดให้น้ำจำนวน 2 ครั้ง กับก่อนการงดให้น้ำ และหลังจากกลับมาให้น้ำ 1 เดือน พบว่า เมื่ออยู่ภายใต้สภาพงดให้น้ำข้อมูลการเจริญเติบโต และข้อมูลทางสรีระวิทยามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังนั้นการใช้โพลีเมอร์อุ้มน้ำมีผลต่อการทนทานต่อสภาพแล้งในอ้อย

คำสำคัญ: การตอบสนองทางสรีรวิทยา, โพลีเมอร์อุ้มน้ำ, ระยะแตกกอ, สภาวะแล้ง, อ้อย

Abstract

Drought is a main issue affecting sugarcane growth, development, and production. Application of Super Absorbent Polymer (SAP) be able to solve the issue since the polymer possess a property of maintain soil moisture content, which availability for plant in dry season the objective of this experiment was study effect of superabsorbent polymer (SAP) application on sugarcane growth and development under drought conditions during tillering stage. The experiment was arrange in Randomized Complete Block Design (RCBD) with. Five different SAP rates consisting of 0 (control), 1, 2, 3, and 4 kg rai^{-1} in 4 replications. The SAP were applied at the beginning of the tranplantation. The data including growth, RWC, total soluble sugar content, and proline content, were collected 4 time riz; before refraining irrigation (2 month after plant of sugarcane), between refraining irrigation (2 time), and after one month of watering. The results indicated that the growth and physiological data under drought were significantly different ($p < 0.05$) compared to those before and after the drought. Therefore, the use of SAP had effected to drought tolerance in sugarcane

Keywords: drought, physiological responses, sugarcane, super absorbent polymer, tillering stage

คำนำ

อ้อย ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ การขาดน้ำในระหว่างช่วงการเจริญเติบโตจะส่งผลต่อผลผลิต เมื่ออ้อยขาดน้ำจะเกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยา ได้แก่ การลดพื้นใบลง การม้วนใบ การชะงักการเจริญเติบโต หากกระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นในระยะแตกกอ ซึ่งเป็นระยะที่อ้อยต้องการน้ำมาก โดยจะมีผลต่อการแตกหน่อ และจำนวนลำต่อกอ ซึ่งจะนำมาสู่ผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของอ้อย (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2542) อ้อยขาดน้ำในระยะ แตกกอ และระยะย่างปล้องจะเป็นช่วงวิกฤตของการเจริญเติบโตเนื่องจากในระยะที่กล่าวมานั้นอ้อยมีความต้องการใช้น้ำมาก (Ramesh, 2000) ซึ่งหากขาดน้ำจะทำให้ผลผลิตลดลง 70–80 % (Singh and Rao, 1987) อ้อยที่สามารถทนแล้งได้ในระดับ Drought tolerance จะมีการปรับตัวระดับเซลล์โดยการสะสมสาร osmolyte เช่น proline เป็นต้น โพลิเมอร์อุ้มน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถดูดซับน้ำได้มาก ถูกนำมาใช้ในด้านการเกษตรมากขึ้น นิยมนำมาใช้ในการปลูกพืชจำพวกผัก และไม้ดอกไม้ประดับ เนื่องจากคุณสมบัติดูดซับน้ำได้มาก จึงสามารถเก็บกักความชื้นไว้ในดินได้ และพืชสามารถนำความชื้นดังกล่าวไปใช้ในการเจริญเติบโต Yang et al. (2014) ได้รายงานว่าการใช้โพลิเมอร์อุ้มน้ำส่งผลให้ดินร่วนปนทรายสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น พืชสามารถอยู่รอดได้ยาวนานขึ้นเมื่อเกิดสภาวะขาดน้ำ นอกจากนั้นโพลิเมอร์อุ้มน้ำยังส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชตระกูลหญ้ารวมถึงไม้ยืนต้น ดีกว่าหน่วยทดลองที่ไม่ได้ใส่โพลิเมอร์อุ้มน้ำ Banedjschafie and Durne (2015) ที่รายงานว่าโพลิเมอร์อุ้มน้ำสามารถเพิ่มความสามารถในการเก็บน้ำให้กับดินทราย โดยส่งผลทำให้ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มสูงขึ้น Akhter et al. (2004) รายงานว่าการใช้โพลิเมอร์อุ้มน้ำส่งผลให้การเจริญเติบโตของข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ได้ดีขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการทำให้อ้อยสามารถจะเจริญเติบโตได้ในสภาวะแล้งในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต โดยมีแนวทางในการศึกษาคือ การนำสาร Superabsorbent polymer มาใช้ร่วมในการปลูกอ้อย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของโพลีเมอร์อุ้มน้ำต่อเจริญเติบโตของอ้อยภายใต้สภาพแล้งในระยะแตกกอ

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ มีทรีทเมนท์ คืออัตราโพลีเมอร์ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2, 3, 4 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงเวลาเก็บข้อมูล 4 ช่วงเวลา เมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน, ระหว่างการงดให้น้ำ จำนวน 2 ครั้ง และหลังจากกลับมาให้น้ำ 1 เดือน ทำการทดลองในโรงเรือน การปลูกอ้อยปลูกในกระถางขนาด 12 นิ้ว โดยใช้ดินชุดดินโคกเจริญซึ่งมีสมบัติทางกายภาพ ปริมาณ 5 กิโลกรัม โดยเติมดินลงในกระถางปริมาณ 2 กิโลกรัม และเติมSuperabsorbent Polymer (SAP) ที่อิ่มตัวด้วยน้ำ เทลงบนดินในกระถางในลักษณะเป็นชั้นและใส่ต้นกล้าอ้อยที่ทำการเพาะชำอายุ 1 เดือน แล้วเติมดินอีก 3 กิโลกรัม จนเต็มกระถางจำนวน 120 กระถางให้น้ำปกติวันละ 1 ลิตร เป็นเวลา 1 เดือน และเริ่มการงดให้น้ำเมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน

การเก็บข้อมูล เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง เก็บข้อมูลการวิเคราะห์การเจริญเติบโต ได้แก่ ค่าพื้นที่ใบ (LA) ค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ค่า Net Assimilation Rate (NAR) ค่า Leaf Area Ratio(LAR) ค่า Crop Growth Rate (CGR) ค่าอัตราการสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Rate) โดยเครื่อง Licor 6400 ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Relative Water Content) ค่าการสะสมน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (total soluble sugar content) ค่าการสะสมโพรลีน (Proline content)

การวิเคราะห์ปริมาณ Proline (ดัดแปลงจาก Irigoyen et al., 1992)

ดูดสารสกัดตัวอย่างใบอ้อยที่ถูกสกัดด้วย Ethanol 80% จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร เติม Acid ninhydrin จำนวน 2 มิลลิลิตร เติม Glacial acetic acid เข้มข้น 99.8 % จำนวน 2 ml เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มใน อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ กำหนด อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำหลอดทดลองแช่ในน้ำแข็ง เพื่อหยุดปฏิกิริยาทันที เติม Toluene เข้มข้น 99.5% จำนวน 4 มิลลิลิตร พลิกหลอดขึ้นลง และดูดสารสีแดงที่แยกชั้นอยู่ด้านบน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader โดยใช้ Toluene เป็น blank

การวิเคราะห์ soluble sugar ด้วยวิธี Anthrone method (ดัดแปลงจาก Irigoyen et al., 1992)

ดูดสารสกัดตัวอย่างใบอ้อยถูกสกัดด้วย Ethanol 80% ปริมาณ 200 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 10 ml ที่แช่อยู่บนน้ำแข็ง และเติม Anthrone reagent ที่เตรียมใหม่ๆ ปริมาณ 2 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ กำหนด อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบกำหนดเวลานำหลอดทดลองแช่ในน้ำแข็ง เพื่อหยุดปฏิกิริยาเป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาดูดสารละลายสีเขียวอมฟ้า มาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรด้วยเครื่อง spectrophotometer

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรม R โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (t-Test Pair comparison)

ผลการทดลอง

จากข้อมูลใน Table 1 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง ก่อนการงดให้น้ำ หลังการงดให้น้ำครั้งที่ 1 หลังการงดให้น้ำครั้งที่ 2 และหลังการกลับมาให้น้ำ 1 เดือน พบว่า ค่าการเจริญเติบโตน้ำหนักสดใบ น้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น ค่า LAI ค่า CGR และ ความสูง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาที่ค่าความเขียวใบพบว่า ข้อมูลก่อนการงดให้น้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลหลังการงดให้น้ำครั้งที่ 1 มีความมีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลหลังการงดให้น้ำครั้งที่ 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลหลังการงดให้น้ำครั้งที่ 2 กับข้อมูลหลังจากกลับมาให้น้ำ 1 เดือน และ ข้อมูลก่อนการงดให้น้ำกับข้อมูลหลังจากกลับมาให้น้ำ 1 เดือน โดยทั่วในสภาวะขาดน้ำที่รุนแรงจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พื้นที่ใบมีค่าลดลง ความเขียวใบลดลง และประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง (Bhargava, 2013) แต่จากข้อมูลจะพบความ ข้อมูลหลังการงดให้น้ำครั้งที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลก่อนการงดให้น้ำ และหลังจากกลับมาให้ 1 เดือน จากตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง ก่อนการงดให้น้ำ หลังการงดให้น้ำครั้งที่ 1 หลังการงดให้น้ำครั้งที่ 2 และหลังการกลับมาให้น้ำ 1 เดือน พบว่า ค่า LAR ค่า NAR มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า มีค่าแตกกันทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบ ข้อมูลหลังจากการงดให้น้ำครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 จะเห็นได้ว่า ค่าอัตราการสังเคราะห์ของหลังการงดให้น้ำครั้งที่ 2 มีค่าสูงกว่าการงดให้น้ำครั้งที่ 1 ซึ่งมีทิศทางไปในทางทิศทางเดียวกันกับค่าความเขียวใบ คือเมื่อพืชอยู่ในสภาพขาดน้ำที่รุนแรง จะส่งผลกระทบต่อ ค่าความเขียวใบ ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์ซึ่งจะมีค่าลดลง เมื่อ

พิจารณาที่ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติในทุกการเปรียบเทียบ และ ข้อมูลหลังการงดให้น้ำ ครั้งที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกับ ข้อมูลก่อนการงดให้น้ำ และ ข้อมูลหลังจากการกลับมาให้น้ำ 1 เดือน ในส่วนค่าการสะสมน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ในใบ พบว่า ข้อมูลหลังการงดให้น้ำครั้ง 2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ ข้อมูลก่อนการงดให้น้ำ และเมื่อพิจารณา ค่าการสะสมโพรลีน พบว่า เมื่อเปรียบเทียบ ข้อมูลก่อนการงดให้น้ำ กับข้อมูลหลังการงดให้น้ำ พบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดยจะเห็นได้ว่า ข้อมูลค่าการสะสมโพรลีนของหลังการงดให้น้ำครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าน้อยกว่า ข้อมูลก่อนการงดให้น้ำ โดย หลังการงดให้น้ำครั้งที่ 1 มีค่า 0.151 และ 0.046 mg g^{1} FW ตามลำดับ แต่ข้อมูลก่อนการงดให้น้ำ มีค่า 0.931 mg g^{1} FW ซึ่งเมื่ออยู่ในสภาพขาดน้ำพืชจะมีการสะสมโพรลีนเพิ่มมากขึ้นเพื่อปรับแรงดันออสโมติกในเซลล์ เพื่อให้เซลล์สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างเป็นปกติ (Boggess et al., 1976) ซึ่งการสะสมโพรลีนน้อยลงแสดงให้ว่า พืชไม่ได้รับผลกระทบจากการงดให้น้ำ ซึ่งกล่าวได้ว่า โพลีเมอร์อุ้มน้ำมีส่วนช่วยในการปรับตัวของอ้อยในสภาวะขาดน้ำสอดคล้องกับงานทดลองของ Yang et al. (2014) ที่ได้รายงานโพลิเมอร์อุ้มน้ำทำให้พืชสามารถอยู่รอดได้ยาวนานขึ้นเมื่อเกิดสภาวะขาดน้ำและยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของงพืชตระกูลหญ้า

Table 1 Comparison mean of fresh weight dry weight height crop growth rate leaf area index and leaf greenness between before drought (Non drought) during drought (First drought and Second drought) and after one month of watering (Recovery) t-test pair comparison

	Leaves fresh weight (g)	Stem fresh weight (g)	Leaves dry weight (g)	Stem dry weight (g)	Height (cm.)	Crop growth rate ($g.m^{-2}.d^{-1}$)	Leaf area index	Leaf greenness
Non drought	17.577±20.734 b	9.709±1.622 b	5.198±1.812 b	2.340±0.359 b	27.25±6.513 b	0.429±0.009 b	2.085±0.305 b	31.215±8.684 a
First drought	19.494±78.253 a	1.317±62.590 a	12.746±5.308 a	5.844±4.119 a	36±9.473 a	0.614±0.014 a	4.120±1.299 a	14.881±72.22 b
p-value	0.143	1.2×10^{-5}	1.4×10^{-13}	1.9×10^{-7}	6.96×10^{-12}	9.47×10^{-8}	7.2×10^{-9}	1.53×10^{-5}
Non drought	17.577±20.734 b	9.709±1.622 b	5.198±1.812 b	2.340±0.359 b	27.25±6.513 b	0.429±0.009 b	2.085±0.305 b	31.215±8.684 a
Second drought	29.2115±82.764 a	28.151±82.809 a	13.98±5.177 a	5.703±3.957 a	37.5± 6.131 a	0.610±0.014 a	5.146±1.317 a	27.9± 34.295 b
p -value	1.1×10^{-5}	1.554×10^{-8}	1.4×10^{-12}	1.9×10^{-7}	6.55×10^{-15}	4.62×10^{-6}	1.51×10^{-9}	0.171
Non drought	17.577±20.734 b	9.709±1.622 b	5.198±1.812 b	2.340±0.359 b	27.25±6.513 b	0.429±0.009 b	2.085±0.305 b	31.215±8.684 b
recovery	63.763±131.696 a	56.457±454.411 a	23.584±13.623 a	12.168±16.584 a	46.75±34.934 a	0.842±0.028 a	11.015±19.087 a	32.715±25.261 a
p -value	1.4×10^{-13}	3.947×10^{-9}	3.4×10^{-14}	1.3×10^{-9}	3×10^{-11}	1.4E-00	1.26×10^{-8}	0.163
First drought	19.494±78.253 b	1.317±62.590 b	12.746±5.308 b	5.844±4.119 b	36±9.473 b	0.614±0.014 a	4.120±1.299 b	14.881±72.22 b
Second drought	29.2115±82.764 a	28.151±82.809 a	13.98±5.177 a	5.703±3.957 a	37.5± 6.131 a	0.610±0.014 b	5.146±1.317 a	27.9± 34.295 a
p -value	1.729	7×10^{-5}	0.043	0.412	0.002	0.458	0.111	1.13×10^{-5}
First drought	19.494±78.253 b	1.317±62.590 b	12.746±5.308 b	5.844±4.119 b	36±9.473 b	0.614±0.014 b	4.120±1.299 b	14.881±72.22 b
recovery	63.763±131.696 a	56.457±454.411 a	23.584±13.623 a	12.168±16.584 a	46.75±34.934 a	0.842±0.028 a	11.015±19.087 a	32.715±25.261 a
p -value	1×10^{-12}	1.3×10^{-8}	6.2×10^{-10}	1.1×10^{-7}	1.89×10^{-8}	3.73×10^{-6}	5.723×10^{-7}	1.64×10^{-6}
Second drought	29.2115±82.764 b	28.151±82.809 b	13.98±5.177 b	5.703±3.957 b	37.5± 6.131 b	0.610±0.014 b	5.146±1.317 b	27.9± 34.295 b
recovery	63.763±131.696 a	56.457±454.411 a	23.584±13.623 a	12.168±16.584 a	46.75±34.934 a	0.842±0.028 a	11.015±19.087 a	32.715±25.261 a
p -value	5×10^{-11}	1×10^{-9}	5.6×10^{-10}	1.1×10^{-6}	3.27×10^{-7}	8.93×10^{-6}	6.84×10^{-6}	0.004

Remark: Mean values in the same column followed by the same lowercase letter are not different ($p < 0.05$). Each value represents the mean ± SD.

Table 2 Comparison mean of leaf area ratio net assimilation rate photosynthetic rate relative water content (RWC) total soluble sugar content (TSSC) proline content between before drought (Non drought) during Drought (First drought and Second drought) and after one month of watering (Recovery) t-test paired two sample

	Leaf Area Ratio ($m^2.g^{-1}$)	Net Assimilation Rate ($g.m^{-2}.d^{-1}$)	Photo synthetic Rate	Leaf RWC (%)	TSSC in leaf	Proline content (mg g^1 FW)
Non drought	0.072±8.1E05 a	0.208±0.005 a	11.941±23.184 a	92.801±13.106 a	7.339±0.236 a	0.931±0.002 a
First drought	0.062±9.3E-05 b	0.153±0.006 b	0.678±0.069 b	27.749±551.783 b	6.621±0.354 b	0.151±0.019 b
p -value	0.003	2.14×10^{-6}	1.21×10^{-9}	4.6×10^{-11}	0.00022	0.0360
Non drought	0.072±8.1E05 b	0.208±0.005 a	11.941±23.184 a	92.801±13.106 a	7.339±0.236 a	0.931±0.002 a
Second drought	0.074±0.00017 a	0.121±0.0004 b	5.711±7.194 b	82.941±14.472 b	7.081± 0.632 b	0.046±0.020 b
p -value	0.283	5.01×10^{-10}	2.03×10^{-6}	1.9×10^{-7}	0.134	0.0016
Non drought	0.072±8.1E05 b	0.208±0.005 a	11.941±23.184 b	92.801±13.106 b	7.339±0.236 a	0.931±0.002 a
recovery	0.088±0.00181 a	0.111±0.028 b	13.606±0.129 a	95.317±4.165 a	6.011±0.129 b	0.023±0.001 b
p -value	0.060	0.0045	0.167	0.0038	5.61×10^{-9}	0.00016
First drought	0.062±9.3E-05 b	0.153±0.006 a	0.678±0.069 b	27.749±551.783 b	6.621±0.354 b	0.151±0.019 a
Second drought	0.074±0.00017 a	0.121±0.00049 b	5.711±7.194 a	82.941±14.472 a	7.081± 0.632 a	0.046±0.020 b
p -value	0.00195	0.00236	4.07×10^{-8}	4.8×10^{-10}	0.0171	1.7291
First drought	0.062±9.3E-05 b	0.153±0.006 a	0.678±0.069 b	27.749±551.783 b	6.621±0.354 a	0.151±0.019 a
recovery	0.088±0.00181 a	0.111±0.028 b	13.606±0.129 a	95.317±4.165 a	6.011±0.129 b	0.023±0.001 b
p -value	0.00808	0.12251	5.30×10^{-11}	4.5×10^{-11}	0.0014	0.00077
Second drought	0.074±0.00017 b	0.121±0.0004 a	5.711±7.194 b	82.941±14.472 b	7.081± 0.632 a	0.046±0.020 a
recovery	0.088±0.00181 a	0.111±0.028 b	13.606±0.129 a	95.317±4.165 a	6.011±0.129 b	0.023±0.001 b
p -value	0.8311	0.38752	3.31×10^{-7}	5.2×10^{-9}	1.96×10^{-6}	0.0365

Remark: Mean values in the same column followed by the same lowercase letter are not different ($p < 0.05$). Each value represents the mean ± SD.

สรุป

โพลีเมอร์อุ้มน้ำมีผลต่อการกระบวนการตอบสนองทางสรีระวิทยาของอ้อย ภายใต้สภาพแล้ง โดยมีส่วนช่วยลดผลกระทบจากภาวะขาดน้ำ โดยพบว่าความเขียวใบไม่ถูกทำลาย ซึ่งส่งผลต่อค่าอัตราการสังเคราะห์แสงในการสร้างและสะสมอาหารในใบ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต และตัวชี้วัดที่สำคัญคือ ค่าการสะสมโพรลีน จากผลการทดลองพบว่า หลังการการงดให้น้ำทั้งสองครั้งมีการสะสมโพรลีนน้อยกว่าก่อนการงดให้น้ำ แสดงให้ว่า อ้อยได้รับผลกระทบจากสภาวะขาดน้ำอย่างไม่รุนแรง

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2542. พืชเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Akhter J., Mahmood, K., Malik, K.A., Mardan, A., Ahmad, M., Iqbal, MM. 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. Plant Soil Environ. 50: 463–469.

Banedjschafie S., Durner, W. 2015. Water retention properties of a sandy soil with superabsorbent polymers as affected by aging and water quality. J. Plant Nutr. Soil Sci. 178: 798–806.

Bhargava, S, Sawant, K. 2013. Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. Plant Breeding. 132: 21–32.

Boggess, S.F., Stewart, C.R., Aspinall, D., Peleg, L.G. 1976. Effect of water stress on proline synthesis from radioactive precursors. Plant Physiology 58: 398–401.

Irigoyen, J.J., Einerich, D.W., Sánchez-Díaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativd*) plants. Physiol. Plant. 84: 55–60.

Ramesh, P.2000.Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. J. Agron. Crop Sci. 185: 83–89.

Singh, S., Rao, P.N.G. 1987. Varietal differences in growth characteristics in sugarcane. J. Agri. Sci. 108:245–247.

Yang, L., Yang, Y., Chena, Z., Guoc, C., Li, S. 2014. Influence of super absorbent polymer on soil water retention, seed germination and plant survivals for rocky slopes eco-engineering. Ecol. Eng. 62: 27–32.

การดื้อต่อสาร Iprodione ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกจากพื้นที่ชุมพร และผลต่อการสร้างเอนไซม์และการยับยั้งเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp.

Iprodione resistance in Trichoderma spp. isolated from Chumphon area and their potential on the enzymes producing and the *Pythium* sp. and *Phytophthora* sp. inhibition.

อัฐภิญรักษ์ อนุศาสตร์, ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล*, รัติยา พงศ์พิสุทธา

Ataphinyarak Anusart, Chainarong Rattanakreetakul*, Ratiya Pongpisutta

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrcnr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

Trichoderma spp. เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีคำแนะนำให้ใช้ในพื้นที่ผลิตทุเรียนมานาน จากการแยกเชื้อรา Trichoderma spp. จากดินในสวนทุเรียนพื้นที่จังหวัดชุมพร จำนวน 11 ไอโซเลท ตรวจสอบการดื้อต่อสารกำจัดเชื้อรา iprodione บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารเคมี iprodione ความเข้มข้น 750 ppm ตามอัตราแนะนำ ผลพบเชื้อราจำนวน 9 ไอโซเลทที่สามารถเจริญได้ ทำการคัดเลือกเชื้อราที่ดื้อต่อสาร 4 ไอโซเลท มาทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp. ด้วย dual culture technique พบว่าการสัมผัสสารเคมี iprodione ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในไอโซเลท Swi 5 ทำให้การยับยั้งเชื้อราโรคพืชทั้งสองไอโซเลทดีขึ้น ทั้งนี้การดื้อต่อสาร iprodione มีผลต่อการสร้างเอนไซม์ไคติเนสและเซลลูเลสของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท Reference, Tha sae 2 และ Swi 5 ดีขึ้น แต่ไอโซเลท Tha sae N และ Swi 6 สร้างเอนไซม์ลดลง ซึ่งเป็นผลให้ศักยภาพการควบคุมโรคพืชของเชื้อรา Trichoderma spp. ในสภาพแปลงไม่คงที่

คำสำคัญ: ความยั่งยืนทางการเกษตร, ไตรโคเดอร์มา, ไอโพรไดโอน

Abstract

Trichoderma spp., antagonist fungi have been introduced to use in durian production areas. Eleven isolates of Trichoderma spp. from the soil in durian orchard of Chumphon Province were isolated. After the direct test to iprodione medium at recommended rates (750 ppm), nine isolates of Trichoderma spp. could grow on the medium. Four isolates of the iprodione tolerate Trichoderma spp. were selected to test the inhibition to Pythium sp. and Phytophthora sp. by dual culture technique. The result found only isolate Swi 5 showed a good inhibition to both pathogenic fungi. The iprodione resistance isolates Reference, Tha sae 2 and Swi 5 increased the production of chitinase and cellulase except isolate Tha sae N and Swi 6. The condition on iprodione usage could affect to the non resistance antagonistic fungi efficacy.

Keywords: fungicide, iprodione, sustainability agriculture, *Trichoderma* spp.

คำนำ

เชื้อรา *Trichoderma* spp. มีความสำคัญในการควบคุมเชื้อโรคพืชโดยชีววิธี โดยเชื้อรา *Trichoderma* spp. จะเข้าไปแก่งแย่งสารอาหาร เข้าไปเป็นปรสิต และยังปล่อยเอนไซม์ที่สามารถย่อยผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ เช่น chitinase, cellulase และ Beta 1, 3 glucanase อีกทั้งยังสามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชได้ (Djonovi et al., 2007) เชื้อรา *Trichoderma* spp. เป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ในดิน เศษซากพืช ซากสัตว์และอินทรีย์วัตถุ สร้างเส้นใยสีขาวและสปอร์จำนวนมาก (Harman et al., 2004) ปัจจุบันพบว่าเกษตรใช้ชีววิธีควบคู่ไปกับการใช้สารเคมี แต่การใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราอย่างต่อเนื่อง ทำให้เชื้อราปฏิปักษ์ตามธรรมชาติอ่อนแอและประสิทธิภาพการควบคุมโรคลดลง (Lenteren and Woets, 1998) หรือในบางโอกาสเชื้อรา Trichoderma asperellum สายพันธุ์กลายสามารถควบคุมอาการเน่าระดับดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* spp. ในมะเขือเทศได้ดีขึ้น (วาริน และคณะ, 2559)

สารเคมี iprodione เป็นสารกำจัดเชื้อราประเภทสัมผัส สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราและยับยั้งการขยายพันธุ์ของเชื้อราสาเหตุโรค เช่น *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. และ *Botrytis* sp. อย่างมีประสิทธิภาพ (ปรีชา และพัฒนันท์, 2530) สารเคมี iprodione นิยมใช้ในการกำจัดโรคราเน่าสีเทาในผลไม้ โรคผลเน่าของเงาะ โรคผลเน่ามังคุดที่เกิดจากเชื้อรา *Pestalotiopsis* sp., *Phomopsis* sp., *C. gloeosporioides* และ *L. theobromae* (นิพนธ์, 2542) แต่การใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราที่มีความเข้มข้นสูงอย่างบ่อยครั้ง สามารถทำให้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่อยู่ในสภาพธรรมชาติดื้อต่อสารเคมีได้ (Goldman et al., 1993) การทดลองนี้เพื่อตรวจสอบการดื้อต่อสาร iprodione ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากสภาพแปลงปลูกทุเรียนจังหวัดชุมพร และการเปลี่ยนแปลงการยับยั้งเชื้อราและการสร้างเอนไซม์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินความเสี่ยงของการใช้สารเคมีร่วมกับการใช้เชื้อราปฏิปักษ์

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือก Trichoderma spp. *จากแปลงปลูกทุเรียนในจังหวัดชุมพร*

แยกเชื้อรา Trichoderma spp. จากตัวอย่างดินจากแหล่งปลูกทุเรียน พื้นที่อำเภอท่าแซะและอำเภอสวี จังหวัดชุมพร โดยวิธี pour plate ใช้ตัวอย่างดิน 0.1 กรัม กระจายทั่วจานเลี้ยงเชื้อ เทอาหาร Martin's medium (peptone dextrose rose bengal agar) ทับลงบนผิวหน้าดิน บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (Jayaram and Nagao, 2018) คัดเลือกโคโลนีเชื้อราที่สร้างสปอร์สีเขียวบนอาหาร Martin's medium ย้ายมาเลี้ยงบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) พร้อมนำไปแยกเชื้อราสปอร์เดี่ยว และเก็บโคโลนีในหลอดอาหารเอียง PDA เพื่อการใช้ประโยชน์

การตรวจสอบการดื้อต่อสาร iprodione *ของ Trichoderma* spp.

ทดสอบการดื้อต่อสาร iprodione ที่ความเข้มข้น 750 ppm ด้วย poison food technique โดยใช้ชิ้นวุ้นของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ผ่านการเลี้ยงบนอาหารที่ผสมสาร iprodione มาแล้ว บันทึกการเจริญของเส้นใยเชื้อราภายหลังการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ภายใต้แสง fluorescent เปรียบเทียบกับเชื้อรา *Trichoderma asperellum* ชุดอ้างอิงของภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพของ Trichoderma spp. *ในการควบคุมเชื้อรา Pythium* sp. *และ Phytophthora* sp. *สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน*

ทดสอบด้วย Dual culture technique ภายใต้ห้องปฏิบัติการ ตัดชิ้นวุ้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จากบริเวณขอบโคโลนีเชื้อทดสอบ Trichoderma spp. ที่ไม่ผ่านการสัมผัสสารเคมี iprodione และ *Trichoderma* spp. ที่เจริญบนอาหารผสมสารเคมี iprodione นำเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp. มาวางตรงข้ามตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลางจานเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA โดยให้มีระยะห่างกัน 5 เซนติเมตร สำหรับเชื้อรา *Phytophthora* sp. ให้วางก่อน 2 วัน และสำหรับเชื้อรา *Pythium* sp. ให้วางพร้อมกับเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทำการเก็บจานเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน บันทึกผลการทดลอง ตรวจดูลักษณะ เมื่อเส้นใยของเชื้อราทั้งสองเจริญเข้าหากัน โดยวัดความกว้างโคโลนีของเชื้อทั้งสอง ก่อนนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญ โดยใช้ Equation 1(Kabir et al., 2012) ดังนี้

$$\text{Inhibition percentage} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ R1 = ความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp. ในจานควบคุม

R2 = ความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp. ในจานทดสอบ

การสร้างเอนไซม์ chitinase และ cellulase ของ Trichoderma spp.

หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ถูกย่อยโดยเอนไซม์จากน้ำเลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma* spp. ตรวจสอบด้วย dinitrosalicylic acid; DNS method (Miller, 1959) การตรวจสอบ chitinase ใช้ 1% colloidal chitin ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เป็นสารตั้งต้น ใช้น้ำเลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma* spp. ปริมาตร 200 ไมโครลิตร เติมน้ำให้ปริมาตรครบ 800 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เติม 1,600 ไมโครลิตรของสารละลาย DNS (3,5-DNS 10 กรัม ใน 2N NaOH 200 มิลลิลิตร และ sodium potassium tartrate 300 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร) แล้วต้มน้ำเดือดนาน 15 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 575 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตรฐานของ N-acetyl-D-glucosamine เพื่อทราบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ถูกย่อย

สำหรับการตรวจสอบเอนไซม์ cellulase ใช้กรรมวิธีเดียวกับการตรวจเอนไซม์ chitinase แต่เปลี่ยนสารตั้งต้นเป็น 1% CMC และเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การคัดเลือก Trichoderma spp. *จากแปลงปลูกทุเรียนในจังหวัดชุมพร*

Trichoderma spp. ที่แยกได้จากแปลงทุเรียน อำเภอท่าแซะ และอำเภอสวี จังหวัดชุมพร ทั้งหมด 11 ไอโซเลท สังเกตลักษณะความแตกต่างของเชื้อรา Trichoderma spp. สีของโคโลนีเส้นใยมีสีเขียวปนขาวไปจนถึงสีเขียวเข้ม และสีเขียวปนเหลือง บริเวณที่สร้างสปอร์มีการสร้างวงรอบหรือวงแหวน มีการสร้างสปอร์เป็นกลุ่มหลวมฟูและกระจุกหนาแน่นแตกต่างกัน (Fig. 1)

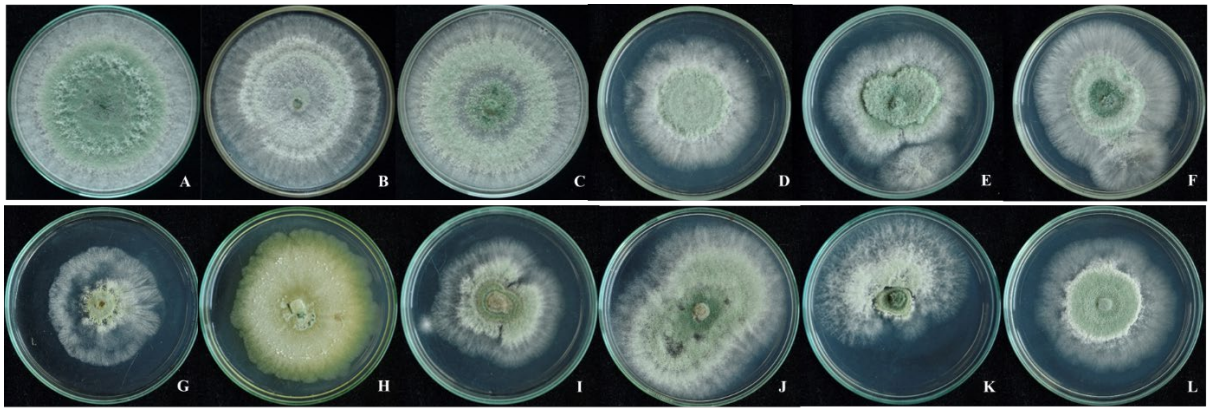


Fig. 1 Colony morphology of *Trichoderma* spp. isolated from Chumphon areas after 3 days incubation. Isolate reference (A), Tha sae F (B), Tha sae N (C), Tha sae1 (D), Tha sae2 (E), Swi1 (F), Swi2 (G), Swi3 (H), Swi4 (I), Swi5 (J), Swi6 (K), Swi7 (L)

การตรวจสอบการดื้อต่อสาร iprodione ของ Trichoderma spp.

Table 1 Colony diameter of *Trichoderma* spp. growth on PDA and PDA with 750 ppm iprodione after 3 days incubation

Trichoderma spp. isolates	Colony diameter on PDA	Colony diameter on PDA plus iprodione
Reference	9	0*
Tha sae F	9	4.1
Tha sae N	9	4
Tha sae 1	7.3	3.9
Tha sae 2	8.3	3
Swi 1	7.9	0
Swi 2	6.8	2.6
Swi 3	8	0
Swi 4	7.3	0.9
Swi 5	9	1.7
Swi 6	7.5	1.2
Swi 7	7.5	0

*The fungus grew after 4 days of incubation.

ผลการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในชุดที่ไม่ได้รับสาร และชุดที่ได้รับสาร iprodione 750 ppm เป็นเวลา 3 วัน พบว่า *Trichoderma* spp. บางไอโซเลทชะลอการเจริญเติบโต และสำหรับไอโซเลท Swi 1, Swi 3

และ Swi 7 ที่ไม่เจริญเติบโต (Table 1) ทั้งนี้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ชุดอ้างอิงที่ในช่วงการทดสอบไม่พบการเจริญแต่เชื้อราเริ่มเจริญให้เห็นในวันที่ 4 การพบการดื้อต่อสาร iprodione นี้ กนกกร (2561) ได้รายงานถึงเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถเจริญบนอาหารผสมสารเคมี iprodione ได้ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 150 จนถึง 1,200 ppm ในการทดลองนี้ทางผู้วิจัยได้คัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท Reference, Tha sae N, Tha sae 2, Swi 5 และ Swi 6 เป็นตัวแทน โดยพิจารณาจากพื้นที่และความสามารถในการเจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อผสมสารเคมี เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในกลุ่มนี้จะได้นำไปทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp. สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน ในขั้นตอนต่อไป

ประสิทธิภาพของ Trichoderma spp. *ในการควบคุมเชื้อรา Pythium* sp. *และ Phytophthora* sp. *สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน*

นำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่คัดเลือกจำนวน 5 ไอโซเลทมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืช เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงศักยภาพในการควบคุมโรคภายหลังการได้รับสาร iprodione ผลดังแสดงใน Table 2

Table 2 Inhibition percentage of *Pythium* sp. and *Phytophthora* sp. by native and iprodione treated isolates *Trichoderma* spp. after dual culture for 3 days

Pathogen	*Pythium* sp.		*Phytophthora* sp.	
Trichoderma spp.	Native	Iprodione treated	Native	Iprodione treated
Reference	44.440b	21.480c	23.336c	23.330b
Tha sae N	41.597b	38.520b	27.776bc	32.220b
Tha sae 2	42.293b	36.973b	31.110bc	31.553b
Swi 5	36.630b	38.520b	43.336a	60.003a
Swi 6	60.513a	58.520a	32.220b	30.000b
cv.	16.13	5.77	14.66	15.74

* Means followed by a same letter are not significantly difference at the 95% level by DMRT

การเปรียบเทียบการยับยั้งเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp. พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp.ไอโซเลท Swi 5 ที่ได้รับสาร iprodione สามารถยับยั้งเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Phytophthora* sp. ดีขึ้น และสำหรับเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท Tha sae N และ Tha sae 2 สามารถควบคุมได้ดีเฉพาะเชื้อรา *Phytophthora* sp. เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืชน้อย ได้แก่ ไอโซเลท Reference

การสร้างเอนไซม์ chitinase และ cellulase ของ Trichoderma spp.

การตรวจสอบการสร้างเอนไซม์ chitinase และ cellulase ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ได้แสดงใน Table 3 พบเชื้อรา *Trichoderma spp.* ที่ผ่านการสัมผัสสารเคมี iprodione ไอโซเลท Reference, Tha sae 2 และ Swi 5 มีการสร้างเอนไซม์ chitinase และ cellulase ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท Tha sae N และ Swi 6 มีการสร้างเอนไซม์ chitinase และ cellulase ที่ลดลง

Table 3 Chitinase production (as a result of N-acetyl-D-glucosamine residue) and cellulase production (as a result of glucose residue) of culture filtrate of native *Trichoderma* spp. and iprodione treated *Trichoderma* spp. (Unit/ml)

Trichoderma isolates	Chitinase production		Cellulase production	
	Native *Trichoderma* spp.	Iprodione treated *Trichoderma* spp.	Native *Trichoderma* spp.	Iprodione treated *Trichoderma* spp.
Reference	1.12c	5.54a	790.73c	1997.09a
Tha sae N	2.26b	0.23e	1133.45b	572.55e
Tha sae 2	0.72e	3.32b	637.70e	1374.06b
Swi 5	0.90d	2.14c	724.06d	1038.91d
Swi 6	2.34a	1.79d	1158.61a	1129.21c
cv.	0.10	0.25	0.11	0.23

* Means followed by a same letter are not significantly difference at the 95% level by DMRT

จากการศึกษาของ Chet et al. (1981) พบเชื้อรา *Phytophthora* sp. มีผนังเซลล์ที่เป็น cellulose และ glucan ซึ่งเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถสร้างเอนไซม์ cellulase และ beta-(1,3) glucanase เพื่อใช้ย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. เช่นเดียวกับการศึกษาของ Elad et al. (1983) ที่พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สร้างเส้นใยและเจาะเข้าไปในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุ *Rhizoctonia solani* และ *Sclerotium rolfsii* พร้อมปล่อยเอนไซม์ย่อยผนังเส้นใย ชนิด beta-(1,3) glucanase และ chitinase ในขณะที่เกิดขบวนการ parasitism ได้ ทั้งนี้งานวิจัยของ Papavizas (1985) ก็ได้มีผลการทดสอบในทิศทางเดียวกัน ในประเทศไทยพบว่ามีศึกษาการใช้ *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์กลาย ที่ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้สูงกว่า *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ปกติ และสามารถผลิตเอนไซม์ cellulase ได้มากกว่า โดยปริมาณของเอนไซม์ที่ผลิตได้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแข่งขันกับเชื้อราที่เจริญอยู่รอบรากพืช (Ahmad and Baker, 1987) นอกจากนี้ Mishra (2010) พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถผลิตเอนไซม์ beta-1, 3-glucanase และ cellulase ที่ยับยั้ง *P. aphanidermatum* ได้ และการทดลองของ สุดารัตน์ (2556) พบเชื้อรา *Trichoderma* sp. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเส้นใยของเชื้อรา *Rigidoporus microporus.*, *Phytophthora plamivora* และ *P. botryose* ได้สูง อนันต์ (2557) พบว่าเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สามารถผลิตเอนไซม์ chitinase, protease และ cellulase เพื่อยับยั้งเชื้อรา *P. palmivora* และผลิตสารที่ส่งเสริมการเจริญของพืชที่ช่วยในการละลายฟอสเฟต และมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคกล้าเน่าที่เกิดจากเชื้อ *B. oryzae*., *C. lunata* และ *Fusarium* sp. ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการเกิดการดื้อต่อสารของ

Trichoderma spp. อาจมีผลกระทบต่อการสร้างเอนไซม์และการยับยั้งเชื้อรา ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท Reference, Tha sae 2 และ Swi 5 ที่ผ่านการได้รับสารเคมี iprodione ทำให้เชื้อราสามารถสร้างเอนไซม์ chitinase และ cellulase ได้สูงขึ้นจากปกติ พร้อมกันนี้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะใน *Trichoderma* spp. ไอโซเลท Swi 5 ดังนั้นการใช้สารเคมี iprodione มีส่วนสับสนุนการในการตอบสนองเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในทิศทางที่ดีได้ ผลจากการทดลองทำให้ทราบว่าการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องในแปลงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชื้อราและลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดผลลบทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและชนิดของเชื้อราในพื้นที่ เกษตรกรผู้ผลิตจึงควรพิจารณาการใช้สารเคมีแบบสลับกลุ่มสาร เพื่อช่วยลดโอกาสการดื้อต่อสารเคมีลง

สรุป

Trichoderma spp. ที่แยกได้จากสวนทุเรียนในชุมพร สามารถเจริญบนอาหารที่ผสมสารเคมี iprodione ตามอัตราที่ฉลากแนะนำ 9 ไอโซเลท จากทั้งหมด 11 ไอโซเลท คิดเป็นเชื้อราที่ดื้อยา 81% คัดเลือกเชื้อราที่ดื้อต่อสาร 4 ไอโซเลท เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการเจริญของเส้นใยเชื้อราและการสร้างเอนไซม์ พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ได้รับสารเคมี iprodione ผลต่อการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชและการสร้างเอนไซม์ที่แตกต่างกันโดยไอโซเลท Swi 5 มีแนวโน้มในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคได้ดี พร้อมกับมีการสร้างเอนไซม์ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ไอโซเลท Swi 6 ทำให้การควบคุมเชื้อและการสร้างเอนไซม์ลดลง ทั้งนี้ในสภาพธรรมชาติการเกิดสภาพการดื้อต่อสารเคมีอาจเกิดผลในทางลบจากผลที่มีต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชในแปลงที่สามารถทนทานต่อสารเคมี หรือการที่เชื้อราปฏิปักษ์ลดประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพี่ในห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาด้านโรคพืช โดยเฉพาะ พี่สรรเสริญ รังสุวรรณ พี่พิสุทธิ์ เขียวมณี พี่กนกกร นาคอ้น และพี่ญาณิศา แก้วบังวัน ที่ช่วยให้คำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กนกกร นาคอ้น, ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล, รัติยา พงศ์พิสุทธา. 2561. การตอบสนองต่อสารเคมีกาจัดโรคพืชของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากพื้นที่ปลูกทุเรียน จังหวัดจันทบุรี. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 56. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 39–46.

นิพนธ์ วิสารทานนท์. 2542. โรคไม้ผลเขตร้อนและการป้องกันกำจัด โครงการเพื่อบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ. เอกสารเผยแผ่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอพืช-ผล” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์, พัฒนันท์ สังขะตะวรรธน์. 2530. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. ฝ่ายวัตถุมีพิษ กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วาริน อินทนา, อรรถกร พรมวี, ปัณณวิชญ์ เย็นจิตต์. 2559. การใช้เชื้อรา *Trichoderma asperellum* สายพันธุ์ท้องถิ่น

ร่วมกับสายพันธุ์กลายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมโรคเน่าระดับดินของมะเขือเทศ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 47: 351–326.

สุดารัตน์ ดีช่วย. 2556. เชื้อราดินและเศษซากพืชในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชเขื่อนรัชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อก่อโรคยางพารา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อนันต์ วงเจริญ. 2557. การคัดเลือกเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว (*Oryza sativa* L.) ที่มีประสิทธิภาพยับยั้งราสาเหตุโรคข้าว. วารสารแก่นเกษตร. 42: 385–396.

Ahmad, J.A., Baker, R. 1987. Rhizosphere competence of *Trichoderma hazianum*. Phytopathology. 77: 182–189.

Chet I., Harman G.E., Baker R. 1981. *Trichoderma hamatum*. Its hyphal interaction with *Rhizoctonia solani* and *Pythium* spp. Microb. Ecol. 7: 29–38.

Djonovi S., Vittone G., Mendoza-Herrera, A. Kenerley, C.M. 2007. Enhanced biocontrol activity of *Trichoderma virens* transformants constitutively coexpressing Beta-1,3- and Beta-1,6-glucanase genes. Mol. Plant Pathol. 8: 469–480.

Elad, Y., Chet, I., Boyle, P., Henis, Y. 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* scanning electron microscope and fluorescences microscopy. Phytopathology. 73: 85–88.

Goldman, G., Temmerman, W., Jacobs, D., Contreras, R., van Montagu, M., Herrera-Estrella, A. 1993. A nucleotide substitution in one of the beta-tubulin genes of *Trichoderma viride* confers resistance to the antimitotic drug methyl benzimidazole 2-yl-carbamate. Mol. Gen. Genet. 240: 73–80.

Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species - opportunistic, avirulent plant symbionts. Nat. Rev. Microbiol. 2: 43–56.

Jayaram, M., Nagao, H. 2018. Potato dextrose agar with rose-Bengal and chloramphenicol: A new culture medium to isolate pathogenic *Exophiala dermatitidis* from the environment. Klimik Dergisi. 31: 11–15.

Kabir, L., Sang, W.K., Yun, S.K., Youn, S.L. 2012. Application of Rhizobacteria for plant growth promotion effect and biocontrol of anthracnose caused by *Colltotrichum acutatum* on pepper. Mycobiology. 40: 244–251.

Lenteren, V., Woets, J. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. Annu. Rev. Entomol. 33: 239–269.

Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426–428.

Mishra, V.K. 2010. *In vitro* Antagonism of *Trichoderma* species against *Pythium aphanidermatum*. J. Phytol. 2: 28–35.

Papavizas, G.C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology, and potential for biocontrol. Annu. Rev. Phytopathol. 23: 23–54.

อิทธิพลของ BA ที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนยอดของ *Cordyline fruticosa* พันธุ์ 'Chocolate Queen' ในสภาพปลอดเชื้อ

The effect of BA on Shoots Multiplication of *Cordyline fruticosa* 'Chocolate Queen' *in vitro*

นัทธมน กิมศรี, เบญญา มะโนชัย, เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์*

Natthamon Kimsri, Benya Manochai, Shermarl Wongchaochant*

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrsmw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

หมากผู้หมากเมีย (*Cordyline fruticosa*) นิยมใช้เป็นไม้ประดับที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงมีความจำเป็นในการผลิตเพื่อตอบสนองตลาดไม้ดอกไม้ประดับ งานวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกลุ่มไซโตไคนิน BA ความเข้มข้น 5 ระดับที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนยอดของ *C. fruticosa* 'Chocolate Queen' ใช้ยอดขนาด 1 เซนติเมตรเพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1, 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าชิ้นพืชที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ทุกความเข้มข้นมีการสร้างแคลลัสที่บริเวณโคนของชิ้นพืชและพัฒนาเป็นกลุ่มยอดใหม่ที่มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากกว่าชิ้นพืชที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่มี BA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มยอดที่พัฒนาจากชิ้นพืชที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้นมากกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตรมีขนาดเล็กกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีลักษณะอวบน้ำ ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากจำนวนยอด ความสูงยอดเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ย อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงเหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, แคลลัส, หมากผู้หมากเมีย, ไซโตไคนิน

Abstract

Cordyline fruticosa is one of the valuable commercial ornamental plants. Micropropagation became necessary for *C. fruticose* propagation to support ornamental plant market demands. The objective of this experiment was to study the effects of 5 concentration levels of 6-benzyladenine (BA) on shoot multiplication. The 1 cm size *in vitro* shoot explants of *Cordyline fruticosa* 'Chocolate Queen' were cultured on MS semi-solid media supplemented with 5 concentration levels of BA: 0 (control), 0.5, 1, 2 and 4 mg/L for 2 months. The results revealed that the explants culturing on MS media supplemented with BA of all treatments produced callus and developed to new shoot clumps which had significantly higher average shoot number than explants culturing on MS media without BA. The explants culturing on MS media supplemented with higher than 2 mg/L BA represented significantly smaller size of shoots than using MS media supplemented with lower than 2 mg/L BA. Furthermore, the new shoot clumps showed hyperhydricity symptoms.

Keywords: callus, *Cordyline*, cytokinin, micropropagation

คำนำ

Cordyline fruticosa (L.) A. Chev. หรือหมากผู้หมากเมีย เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Asparagaceae พบในอเมริกาใต้ เอเชียใต้ ตะวันออกเฉียงใต้ หมู่เกาะแปซิฟิก และออสเตรเลีย นิยมใช้ปลูกเป็นไม้ประดับทั่วไปในเขตร้อน (ราชันย์, 2559) หมากผู้หมากเมียพันธุ์ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ พันธุ์ ‘แดงสยาม’, พันธุ์ ‘Chocolate Queen’ และพันธุ์ ‘ทับทิมสยาม’ เป็นต้น (พัชรียา, 2560) โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้พืชทดลอง พันธุ์‘Chocolate Queen’ มีลักษณะเส้นใบขนาน รูปใบคล้ายหอก ปลายใบแหลม ผิวใบเรียบ ใบมีสีเขียวเข้มมีแถบสีขาวครีม เมื่อโตเต็มที่ใบจะมีสีม่วงน้ำตาลและแดงเข้ม (Suryapriya et al., 2015)

การขยายพันธุ์หมากผู้หมากเมียสามารถขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยใช้ระยะเวลาในการเพาะเมล็ดประมาณ 1 ปี จึงจะได้ต้นกล้าที่แข็งแรงหลังจากย้ายลงกระถาง ใช้เวลาถึง 3 ปี จึงจะเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ (พลังเกษตร, 2560) การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ดจึงไม่เป็นที่นิยม การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สามารถทำได้อย่างรวดเร็วและได้จำนวนต้นปริมาณมาก เช่น การปักชำ การตอนกิ่ง (รักบ้านเกิด, 2560) แต่มักเกิดปัญหาจากการติดโรคจากเชื้อรา แบคทีเรีย และไวรัส ดังนั้นการขยายพันธุ์ด้วยเทคนิคการเพาะ เลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อจึงมีประสิทธิภาพและได้ปริมาณต้นเป็นจำนวนมากในระยะเวลาที่สั้น นอกจากนี้ยังนิยมปลูกเพื่อตัดใบ มักใช้ในงานจัดดอกไม้ (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2559) มูลค่าการส่งออกหมากผู้หมากเมียเป็นไปยังต่างประเทศทั้งในรูปต้นไม้ประดับ และใบประดับในปี 2561 มีมูลค่า 6,628,110 บาท และมีมูลค่าส่งออก 4,798,650 บาท ในปี 2562 (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2562)

สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน (Cytokinin) มีคุณสมบัติในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การเจริญของเซลล์ กระตุ้นการสร้างตาข้าง (พัชรียา, 2557) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ นิยมใช้ 6-Benzyldenin (BA), 6-Benzylaminopurine (BAP), Kinetin ในการชักนำให้เกิดยอดและสร้างแคลลัส Saifullah et al. (2004) ทดลองใน *C. terminalis* โดยใช้อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS ร่วมกับ Kinetin ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Naphthalene acetic acid (NAA) เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดมากที่สุดที่ 13 ยอด และมีความสูงยอดมากที่สุดเช่นกัน นอกจากนี้ อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS ที่มี BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA เข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดรองลงมา (10 ยอด) ในปี 2015 Hassan and Abdallah ได้ทดลองใช้ สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน BA, Kinetin และ 6-(γ, γ dimethylally amino) (2ip) ร่วมกับการใช้ NAA ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรเพื่อชักนำให้เกิดยอดใน *C. terminalis* พบว่าอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS ที่มี BA เข้มข้น 1, 1.5 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (2.33, 2.40 และ 2.66 ตามลำดับ) และในอาหารที่ใช้สารกลุ่มออกซิน ได้แก่ Indole acetic acid (IAA), Indole butyric acid (IBA) และ NAA เพื่อชักนำให้เกิดราก พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติแม้เปรียบเทียบกับชุดควบคุม เนื่องด้วยชิ้นส่วนยอดของชิ้นพืชทดลอง มีสารกลุ่มออกซินตามธรรมชาติอยู่ที่ปลายยอด ดังนั้นแม้ไม่ใช้สารกลุ่มออกซินก็สามารถกระตุ้นการชักนำให้เกิดยอดได้ (นิตยา และสุภาพร, 2559) งานวิจัยนี้จึงไม่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซินร่วมด้วย ในพืชวงศ์เดียวกันเช่น *Dracaena* ได้เพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ที่ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีจำนวนยอดมากที่สุด

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kakuei and Salehi, 2015) โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาอิทธิผลของ BA ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนยอดของ *C. fruticosa* 'Chocolate Queen' ในสภาพปลอดเชื้อ

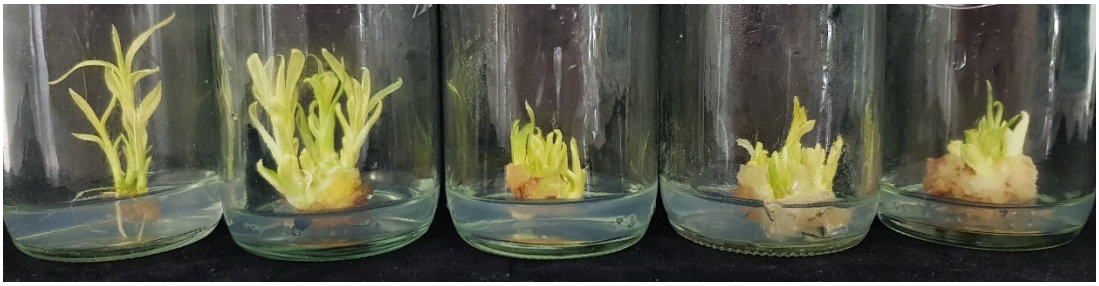
อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลองและการวางแผนการทดลอง

ชิ้นส่วนยอดของต้นหมากผู้หมากเมียพันธุ์ 'Chocolate Queen' ในสภาพปลอดเชื้อ ขนาด 1.5 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (Murashige and skoog, 1962) ที่มีสารควบคุมกลุ่มไซโตไคนิน ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ (0, 0.5, 1, 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับ น้ำตาลทราย 20 กรัมต่อลิตร และ Kelkogel 2.5 กรัมต่อลิตร ปรับค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของอาหารเท่ากับ 5.7 และบรรจุในขวดแก้วใสขนาด 4 ออนซ์ ขวดละ 20 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ ระยะเวลา 20 นาที เพาะเลี้ยงในห้องปลอดเชื้อ สภาพให้แสง 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 40 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที เป็นระยะเวลา 2 เดือน วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยให้สิ่งทดลองละ10 ซ้ำ ซ้ำ ละ 5 ชิ้นพืช วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R version 3.3.1 (R Core Team, 2014) พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's New multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% บันทึกจำนวนยอด ที่มีความสูงมากกว่าและน้อยกว่า 1 เซนติเมตร ความสูงยอดเฉลี่ย จำนวนใบและขนาดแคลลัส

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของ BA ต่อการชักนำยอดของ *C. fruticosa*'Chocolate Queen' โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดเป็นเวลานาน 2 เดือน พบว่าอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ทุกความเข้มข้นมีการสร้างแคลลัสที่บริเวณโคนของชิ้นพืช ในอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (3.87 และ 3.87 เซนติเมตร ตามลำดับ) มีขนาดของแคลลัสใหญ่กว่า เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่มี BA ความเข้มข้นต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) สอดคล้องกับผลการทดลองของกาพย์แก้ว และคณะ(2562) ในการชักนำแคลลัสจากต้นลินเดอเนีย พบว่าอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีขนาดแคลลัสแตกต่างจาก อาหารที่มี BA ความเข้มข้นอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่มี BA พบว่าไม่มีการสร้างแคลลัสที่บริเวณโคนพืช (Fig. 1a)



(a) (b) (c) (d) (e)

Fig. 1 Effect of different concentrations of BA on *C. fruticosa* 'Chocolate Queen' after culturing for 2 months. (a) MS media; (b) MS media supplemented with 0.5 mg/L BA; (c) MS media supplemented with 1 mg/L BA; (d) MS media supplemented with 2 mg/L BA and (e) MS media supplemented with 2 mg/L BA

เมื่อแคลลัสพัฒนาเป็นกลุ่มยอดใหม่ ชิ้นพืชที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA จึงมีจำนวนยอดเฉลี่ยมากกว่าชิ้นพืชที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่มี BA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Fig.1) ความสูงเฉลี่ยของยอดที่อาหารสูตร MS และ อาหารสูตร MS ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (1.96 และ 1.44 เซนติเมตร ตามลำดับ) มีความสูงเฉลี่ยมากกว่าอาหารสูตรที่มีความเข้มข้นของ BA มากขึ้น เนื่องจากอาหารกึ่งแข็งที่มี BA จะกระตุ้นการแตกตาข้าง จึงชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจำนวนมาก ส่งผลให้ความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าเมื่อเทียบกับอาหารที่มีจำนวนยอดที่น้อยกว่า (Table 2) เช่นเดียวกับ Hassan และ Abdallah (2015) ทดลองอาหารสูตร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 1–2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุดใน *Cordyline terminalis*

กลุ่มยอดที่พัฒนาจากชิ้นพืชที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BAความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดและความสูงยอดมากกว่าอาหารสูตรอื่น ในขณะที่อาหารที่มี BA สูตรอื่นจะพบว่ามีจำนวนยอดที่มาก แต่มีความสูงยอดที่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาหารกึ่งแข็งที่มี BA เข้มข้นมากกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีขนาดเล็กกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีลักษณะอวบน้ำ (Fig. 1c, 1d และ 1e)

Table 1 The effect of different concentration of BA on callus size of *C. fruticosa* 'Chocolate Queen' after culturing for 2 months

Treatments	Callus size (cm^2)
MS	0.00 d
MS+0.5 mg/L BA	2.83±0.92 bc
MS+1 mg/L BA	2.44±0.56 c
MS+2 mg/L BA	3.87±0.79 a
MS+4 mg/L BA	3.43±0.59 ab
F-test (%)	*
C.V. (%)	39.70

*mean values superscripted with different uppercase superscripts within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) between time points; different lowercase superscripts within each row indicate significant differences ($p < 0.05$) between treatments

Table 2 The effect of different concentration of BA on the number and height of shoot in *C. fruticosa* 'Chocolate Queen' after culturing for 2 months

Treatments	No. of shoot	Shoot height (cm)
MS	2.08±1.08 b	1.96±0.97 a
MS+0.5 mg/L BA	5.42±1.73 a	1.44±0.58 ab
MS+1 mg/L BA	4.67±2.64 a	0.88±0.67 b
MS+2 mg/L BA	4.83±1.70 a	0.95±0.71 b
MS+4 mg/L BA	5.83±2.59 a	0.25±0.45 c
F-test (%)	*	*
C.V. (%)	47.54	63.53

*mean values superscripted with different uppercase superscripts within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) between time points; different lowercase superscripts within each row indicate significant differences ($p < 0.05$) between treatments

ขนาดของยอดที่พัฒนาขึ้นในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ร่วมกับ BA ทุกความเข้มข้น มีขนาดยอดที่มีความสูงน้อยกว่า 1 เซนติเมตร มากกว่าอาหารสูตร MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพาะเลี้ยงชิ้นพืชในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดที่มีขนาดสูงกว่า 1 เซนติเมตร มากกว่าการเพาะเลี้ยงบนอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 3)

Table 3 The effect of different concentration of BA on number of shoots that higher and less than 1 cm in *C. fruticosa* 'Chocolate Queen' after culturing for 2 months

Treatments	No. of lower than 1 cm size shoot	No. of higher than 1 cm size shoot
MS	0.17±0.39 b	1.92±0.90 a
MS+0.5 mg/L BA	3.83±1.85 a	1.83±1.12 a
MS+1 mg/L BA	3.25±3.13 a	1.42±1.47 ab
MS+2 mg/L BA	3.42±2.31 a	1.42±1.38 ab
MS+4 mg/L BA	5.17±2.48 a	0.67±1.07 b
F-test (%)	*	*
C.V. (%)	74.88	77.18

*mean values superscripted with different uppercase superscripts within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) between time points; different lowercase superscripts within each row indicate significant differences ($p < 0.05$) between treatments

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนและขนาดใบจากอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ความเข้มข้นของ BA ที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าความเข้มข้นของ BA ต่อจำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA เข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบ (0.67, 0.07 และ 0.27 เซนติเมตร ตามลำดับ) น้อยกว่าอาหารสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่มี BA ความเข้มข้นต่ำกว่า (Table 4) เมื่อมีจำนวนใบ และขนาดใบที่น้อยกว่าจึงส่งผลให้มีการเจริญเติบโตช้ากว่าในอาหารสูตรอื่นๆ

Table 4 The effect of different concentration of BA on number and size of leaves of *C. fruticosa* 'Chocolate Queen' after culturing for 2 months

Treatments	No. of leaves	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)
MS	5.46±1.24 a	0.35±0.29 a	1.13±1.18 a
MS+0.5 mg/L BA	5.28±2.77 a	0.36±0.32 a	1.56±0.80 a
MS+1 mg/L BA	3.32±2.18 b	0.24±0.18 ab	1.22±0.76 a
MS+2 mg/L BA	3.54±2.91 ab	0.26±0.21 ab	1.49±1.22 a
MS+4 mg/L BA	0.67±1.56 c	0.07±0.12 b	0.27±0.50 b
F-test (%)	*	*	*
C.V. (%)	62.13	91.30	87.63

*mean values superscripted with different uppercase superscripts within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) between time points; different lowercase superscripts within each row indicate significant differences ($p < 0.05$) between treatments

สรุป

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ส่งผลในการชักนำให้เกิดยอดและแคลลัส เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจาก ความสูงยอดเฉลี่ย จำนวนยอด ขนาดยอด จำนวนใบ และขนาดใบ พบว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุดใน *C. fruticosa* 'Chocolate Queen'

เอกสารอ้างอิง

กาพย์แก้ว แก้วนาบอน, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, ทัศไนย จารุวัฒนพันธ์. 2562. การชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนต่างๆ ของต้นลินเดอร์เนียในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 8: 138–145.

นิตยา สุขวรรณา, สุภาพร ภัสสร.2559. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตและชนิดของอาหารสูตร MS ต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นหนอนตายหยาก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24: 64–75.

สุรเดช สดคมขำ. 2561. หมากผู้หมากเมีย ไม้ประดับขึ้นชื่อของดีที่บางกะเจ้า. เทคโนโลยีชาวบ้าน. https://www.technologychaoban.com./, 4 พฤษภาคม 2562.

พลังเกษตร. 2560. หมากผู้หมากเมีย โบราณเชื่อว่าเป็นต้นไม้มงคล อยู่เย็นเป็นสุข ปลูกไว้ในบ้านเจริญอยู่เย็นเป็นสุข. https://www.palangkaset.com./, 18 กุมภาพันธ์ 2562.

พัชรียา บุญกอแก้ว. 2547. เอกสารประกอบการสอนวิชาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชรียา บุญกอแก้ว. 2560. ฐานข้อมูลพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ. https://data.addrun.org./, 4 พฤษภาคม 2562.

ราชันย์ ภู่มา. 2559. สารานุกรมพืชในประเทศไทย (ฉบับย่อ) เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุ 60 พรรษา. สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

รักบ้านเกิด. 2560. เทคนิคการขยายพันธุ์หมากผู้หมากเมีย. https://www.rakbankerd.com./, 23 กุมภาพันธ์ 2562.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562. ข้อมูลสรุปสินค้าเกษตรที่มีการส่งออก (เฉพาะขอใบรับรองสุขอนามัยพืช) ปี 2561. http://www.doa.go.th/ard/?page_id=314/, 11 กุมภาพันธ์ 2563.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562. ข้อมูลการส่งออกสินค้าเกษตร (พืช) ไป ต่างประเทศ ปี 2562 ที่มีการขอออกใบรับรองสุขอนามัยพืช. http://www.doa.go.th/ard/?page_id=314/, 11 กุมภาพันธ์ 2563.

Hassan, H.M.S., Abdallah, S.A.S. 2015. *In vitro* micro-propagation of cordyline and dieffenbachia plants. Hortscience Journal of Suez Canal University. 4: 17–24.

Kakuei, F., Salehi, H. 2015. Factors affecting *in vitro* propagation of *Dracaena sanderiana* Sander ex Mast. cultivars. I. Sterilization, explant browning, and shoot proliferation. Adv. Hort. Sci. 29: 159–164.

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

R Development Core Team. 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Saifullah, K., Naz, S., Saeed, B. 2004. *In vitro* production of *Cordyline terminalis* for commercialization. Pak. J. Bo. 36: 757–761.

Suryapriya, I., Arulmozhiyan, R., Sankari, A., Anand, M. 2015. Evaluation of cut-foliage plants for Eastern Ghats. J. Hortl. Sci. 10: 24–29.

Nutrient use efficiency of HB 80 cassava variety under fertigation using subsurfacedrip irrigation and green manure

Kulwadee Kanavittaya[a], Nattaporn Worathongchai[a], Norachai Chuayprut[a], Sudsaisin Kaewrueng[b], Sutkhet Nakasathien[a,*]

[a]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

*Corresponding author. E-mail adrress: agrskn@ku.ac.th

Abstract

The objectives were to determine the effect of green manure (GM) and chemical fertilizer on nutrient accumulation in cassava roots and to evaluate the nutrient recovery efficiency (RE) and agronomic efficiency (AE). The strip plots arranged in RCBD with 3 replications was used. Designating the GM using Jack bean and without, as horizon plots. While 6 treatments were arranged vertically: 1) control; RF_0 2) rainfed with fertilizer application once at 1 month after planting (MAP); RF1 3) subsurface drip irrigation (SDI) without fertilizer; $SDIF_0$ 4) SDI with fertigation once at 1 MAP; $SDIF_1$ 5) SDI and fertigation twice at 1 and 3 MAP; $SDIF_2$ and 6) SDI with 3 times of fertigation at 1, 3 and 5 MAP; $SDIF_3$. The results showed that $SDIF_3$ and $SDIF_2$, represented more application times as 2 and 3 times after planting, demonstrated significantly higher on DW when compared to others. Consequently, $SDIF_3$ affected on greater root nutrient loss (NL), RE and AE when compared to those of $SDIF_0$, $SDIF_1$, RF_1 and control. While the GM had no effect on NL, RE and AE. The methods of fertilizer application and water supply can be the factors influencing cassava productivity, and for reducing the production cost.

Keywords: Cassava, Green manure, Nutrient accumulate, Nutrient loss, Subsurface drip irrigation

Introduction

Appropriate, effective agro-ecological improvement is needed after the long-term cultivation of a monocrop, particularly if the crop has been subjected to long-term or excessive use of chemical fertilizer. Indeed, previous studies that analyzed harvested cassava roots showed significant levels of nutrient loss: approximately6.25 kg/ha (N), 18.75 kg/ha (P), and 131.25 kg/ha (K) (Nakasathien et al., 2017). Consequently, long-term monocropping of cassava results in severe harm to the fertility of the soil, if inadequate fertilizer is input as part of the crop management. Unfortunately, many cassava farmers in Asia have adopted these practices (monocropping and applying chemical fertilizers inappropriately), so there is a critical need for better nutrient and soil fertility management in order to maintain or improve crop yield

This study focused on several variables regarding the application of green manure and chemical fertilizers using subsurface drip irrigation and methods of water supply to determine the impact on plant nutrient accumulation and cassava root yield, in order to determine the effective crop management practices.

Materials and Methods

Preparation of cassava stem cuttings

The stems of cassava variety Huay Bong 80 (HB80) were cut and only the middle part of the stem with close to uniform diameter were selected for further planting. The stem cuttings were soaked in a concentrated solution of 5 mmol Zn mixed with imidacloprid (4 grams/ 20 liters of water), to prevent the Zn deficiency and to control white fly *Bemisiatabaci* (Gennadius) pest.

Cassava planting

This research was conducted at Khao Hin Son Research Station, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Khao Hin Son Sub-District, Phanom Sarakham District, Chacheongsoa Province, starting in June 2017. Before planting cassava, the Jack bean (*Canavalia ensiformis L.*) seeds were broadcasted, and the whole plants were incorporated into the soil at early flowering stage. The cassava stem cutting were vertically planted at a depth of 20 cm; plantings were arranged as single rows, 1.2 meters between rows and 0.8 meters between plants. Paraquat (3.125 liters mixed with 500 liters of water/ha) was used as a herbicide, applied at 1, 3, and 5 months after planting (MAP).

Water and fertilizer management

A subsurface drip irrigation system, which had been proved to be the most efficient method of applying water (Chuayprut, 2017) was used in this experiment to compare various treatments of fertigation, applied at different intervals of plant growth. Various watering and fertilization treatments were then arranged and studied.

There were two watering systems: 1) Rainfed (RF) and 2) Subsurface drip irrigation (SDI) were used on all other plots. This made a total of 5 treatments comparing with a control as follows: 1) control (RF_0) 2) Rainfed with fertilizer application once at 1 MAP; RF_1 3) Subsurface drip irrigation without fertilizer; $SDIF_0$ 4) Subsurface drip irrigation with

fertigation once at 1 MAP; $SDIF_1$ 5) Subsurface drip irrigation with 2 times of fertigation at 1 and 3 MAP; $SDIF_2$ and 6) Subsurface drip irrigation with 3 times of fertigation at 1, 3 and 5 MAP; $SDIF_3$. Water was discharged via a network of PE pipes connected with a 3-mm PE micro tubes which were buried 20cm below the soil surface. At the root zone of the cassava, the automatic watering system maintained a soil matric at -30 to -60 kPa using the water mark sensors. (Chuayprut, 2017)

Fertilizing treatments

For the RF_1, fertilizer 15-7-18 was applied once at 1 MAP as short strips of fertilizer and buried at the rate 937.5 kg/ha. As well, 15-7-18 fertilizer was used in the fertigation plots, and at the same total amount (937.5 kg/ha) was applied to all plots, however, the amount was divided depending on the number of fertigation applications given, according to treatments. The 15-7-18 fertilizer was dissolved in the 220 litters of water, and pressured pipes transfer the fertilizer/water solution (fertigation) to the plots. There were three variations in the rate of each subsurface drip fertigation treatment, which varied based on plant growth, month after planting (MAP): 1) 937.5 kg/ ha applied at 1 MAP ($SDIF_1$), 2) 468.75 kg/ha applied twice at 1 MAP and 3 MAP ($SDIF_2$), and 3) 312.5 kg/ha applied three times at 1, 3, and 5 MAP ($SDIF_3$).

Nutrients accumulation analysis

Analysis of the nutrient content nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K)) was conducted using cassava root harvested at 12 MAP. Testing involved subsampling of 200 g of root fresh with three replications, and dried to 65°C.

1) N content was analyzed by digesting the samples with H_2SO_4-Na_2SO_4-Se (Digestion mixture) and using nitrogen distillation, following the Kjeldahl method (Jackson, 1958).

2) P content was analyzed by first digesting the plant samples using a wet digestion method, then adding Barton's reagent to measure P content using a UV-spectrophotometer at 420 nm wavelength (Olsen and Sommers, 1982).

3) K content was measured by first digesting the plant samples using a wet digestion method, and measuring K using a Microwave Plasma-Atomic Emission Spectrometer (MP-AES) (Johnson and Ulrich, 1959).

Nutrient efficiency

1) Recovery efficiency (RE) is modified from Dobermann (2007) and can be calculated by the following Equation 1:

$$\mathrm{RE}\ (\%) = \frac{(U - U_0)}{F} \times 100 \qquad (1)$$

2) Agronomic efficiency (AE) was modified from Dobermann (2007)and can be calculated by using Equation 2:

$$\mathrm{AE} = \frac{(Y - Y_0)}{F} \qquad (2)$$

Where: U is the nutrients content in cassava root (tons/ha) of treatments with fertilizer
U_0 is the nutrient content in cassava root (tons/ha) of no fertilizer treatment
F is the amount of nutrients applied. (kg/ha)
Y is cassava root yield (kg/kg) of treatments with fertilizer
Y_0 is cassava root yield (kg/kg) of no fertilizertreatment

Statistical analyses

The experiment was conducted usingthe Strip plotin RCBD with tree replications. The mean comparisons were analysed using Tukey's Honest Significant Difference (HSD) range test at confident intervals at 95% ($p \leq 0.05$).

Results and Discussion

The removal of Nitrogen, Phosphorus and Potassium content with cassava roots at 12 MAP

From Table 1, the cassava root yield of both fresh and dry weight responded to all treatments in the same trend. $SDIF_3$ and $SDIF_2$ showed the significantly highest yield when compared to others. When averaged root dry weight over the treatments with partition for the fertilizer application of $SDIF_2$ and $SDIF_3$ (27.82 T/ha), it was found to be greater by 63.56% when compared to the average of $SDIF_0$ and $SDIF_1$ (11.06 T/ha), and of 64.45% greater when compared to a control. The green manure (GM1) showed no difference in yield when compared to that of control. The total N, P and K loss in cassava roots were significantly different among the treatments, while it showed no difference when treated with green manure.

The amount of N, P, and K nutrientslostin cassava roots can be calculated by multiplying the percent of N, P, and K in the root with the root dry weight at 12 MAP. The average loss of N, P and K with cassava roots at 12 MAP were 26.00, 6.88 and 65.60 kg/ha (Table 1). $SDIF_3$ showed significantly higher of N loss by 116.92% when compared to the average of SDIF0, SDIF1 and RF1 (20.45 kg/ha), and by 81.80% greater when compared to a control. For P loss in the roots, there was no significant difference for $SDIF_2$, $SDIF_3$ and RF_0, which were significantly higher than those of $SDIF_1$ and $SDIF_0$. It was found that P was significantly least removed in the roots in RF_1 treatment. When considered the K root loss, $SDIF_2$, $SDIF_3$, RF_0 and RF_1 were not statistical difference. The highest K loss resulted by $SDIF_3$ was significantly higher than those of $SDIF_0$ and $SDIF_1$ by 109.51% and 91.81%, respectively. Howeler (2014), reported that when cassava with higher yield was found it would concomitantly resulted ongreater loss of nutrients from the soil, especially when cassava was grown under suitable environments or received an appropriate supply of external fertilizers.

Table 1 Effects of water-fertilizer management and green manure on nutrient lost content of cassava root at 12 MAP

Factor	Nutrient (kg/ha)			Fresh weight (tons/ha)	Dry weight (tons/ha)
	Total N	Total P	Total K		
Water-fertilizer management (WF)					
$SDIF_0$	17.63 b	5.5 bc	42.69 b	26.88c	10.95 c
$SDIF_1$	19.56 b	5.63 bc	46.63 b	26.69c	11.17 c
$SDIF_2$	29.44 ab	8.88 ab	76.44 ab	39.73ab	16.71 ab
$SDIF_3$	44.36 a	9.96 a	89.44 a	47.03 a	19.46 a
RF_0	20.44 b	6.94 abc	64.06 ab	26.74 c	11.00 c
RF_1	24.44 b	4.50 c	73.63 ab	36.11bc	14.83bc
F-test	**	**	*	***	***
C.V. (%)	32.36	27.24	29.16	16.84	17.71
Green manure (GM)					
GM_0	25.06	5.88	52.31	33.17	13.71
GM_1	26.88	7.81	67.19	34.56	14.33
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	92.90	90.30	42.39	13.80	23.21
F-test (WF x GM)					
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	33.89	56.22	30.68	16.50	22.23
Mean	26.00	6.88	65.5	33.86	14.02

mean value with different letters within each column denotes significanceof 95% confidence level from the mean testing using the Tukey's Honest Significant Difference (HSD)
*** = statistical difference 99.9% confidence level; ** = statistical difference 99% confidence level; * = statistical difference 95% confidence level; ns = not statistically different

Nutrient efficiency of cassava at 12 months after planting

As illustrated in Table 2, the recovery efficiency (RE) of N and P were highly significant difference as the result of treatments. However, the treatments showed no effect on the RE of K. The highest nitrogen RE was found when $SDIF_3$ was utilized, followed by the $SDIF_2$ and RF_1 which both of them were not different statistically. While the $SDIF_0$ and $SDIF_1$ resulted on the negative RE, this can be interpreted that the sub surface drip irrigation, when the fertilizer was applied only 1 time, would affect lesser uptake of nutrients, as a result of continuous supply of water, plus the rainfall especially after 5 MAP (Fig. 1). This could cause the nutrient leaching in the range where the soil matric potential set forth. Similar RE was found for the phosphorus, where the $SDIF_2$ and $SDIF_3$ demonstrated the highest efficiency, and

both of them were significant difference when compared to those of $SDIF_0$, $SDIF_1$ and RF_1. When averaged across $SDIF_0$, $SDIF_1$ and RF_1, which represented no fertilizer or application the fertilizer only once, it was found that the RE was lower than the average of $SDIF_2$ and $SDIF_3$ by 2.03 folds. This means the number of fertilizer application definitely affect on the RE of nutrient for cassava production. The finding was consistent with Senkoro et al., (2020) that partition in the fertilizer application resulted on the higher efficiency use of nitrogen.

The agronomic efficiency (AE) obtained from this experiment is shown in Table 2, the different treatments significantly affected on the AE of N, P and K. $SDIF_3$ and $SDIF_2$, representing the partition of number of fertilizer application, resulted on the highest AE. This is confirmed by significantly lower AE as a result of treatments $SDIF_0$, $SDIF_1$ and RF_1. Thus, the cultivation without the fertilizer or the application of fertilizer only once at 1 MAP, regardless of the watering methods, could affect on the crop efficiency to produce lower yield when compared to the methods of partitioned application of fertilizer.

The loss of fertilizer due to leaching was reflected in the lower RE values, which varied according to the number of fertilizer applications. These findings were consistent with earlier research reported by Osotsapapar et al. (2008), which noted that the RE depended on several factors, including plant species, soil properties, and soil management. However, some of the nutrients are lost from the soil by leaching and some could be fixed, becoming unavailable to the plants. Therefore, increasing the efficiency of the use of chemical fertilizers by selecting suitable fertilizers for crop species and their appropriate time of plant stages, including the applied position where plants can utilize the nutrients more effectively (Osotsapar et al., 2008).

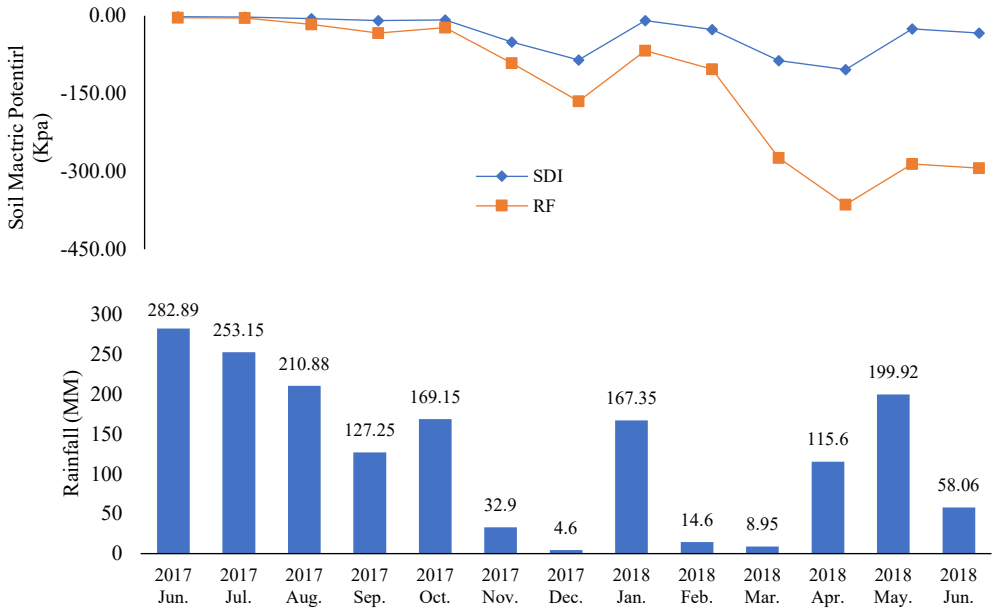


Fig. 1 (a) Rainfall during the study period from June 2017–June 2018 (b) soil matric potential At 30 cm depth (kPa)

Table 2 The efficiency of nutrient uptake from fertilizer (RE) and agronomic efficiency (AE) of cassava at 12 MAP

Factor	Nitrogen		Phosphorus		Potassium	
	RE (%)	AE[1]	RE (%)	AE[1]	RE (%)	AE[1]
Water-fertilizer management (WF)						
$SDIF_0$	-2.01 b	3.06 c	-5.03 bc	15.00 c	-15.16	3.06c
$SDIF_1$	-0.63 b	7.74 c	-4.70 bc	18.93 c	-12.39	7.74c
$SDIF_2$	6.42 b	42.09 ab	6.79 ab	206.57 ab	8.83	42.09ab
$SDIF_3$	21.85 a	66.24 a	17.60 a	325.04 a	33.26	66.24 a
RF_0[2]	U_0	Y_0	U_0	Y_0	U_0	Y_0
RF_1	2.84 b	28.78 bc	-8.52 c	141.24 bc	6.83	28.78bc
F-test	*	**	*	**	ns	**

mean value with different letters within each column denote significance of 95% confidence level from the mean testing calculating Least Significant Difference (LSD)

[1]kilograms root dry weight/ kilograms nutrient

[2]no fertilizer treatment

The higher yield obtained from this experiment was resulted from difference in methods of water application and number of times of fertilizer application, as shown in treatments of subsurface drip irrigation with 2 times of fertigation and subsurface drip irrigation with 2 times of fertigation. This reflected on the significantly higher recovery efficiency and agronomy efficiency when compared to those of application of fertilizer only once or a control. As a consequence, the cassava root yield was significantly greater as a result of higher N, P and K being up-taken and utilized for growth and development, and accumulated in the roots. Thus, the nutrient loss, RE and AE, together with the methods of fertilizer application and water supply can be the factors influencing the improvement of cassava productivity, and as well, for reducing the production cost for cassava farmers.

Conflict of Interest

The authors declare that there no conflicts of interest.

References

Chuayprut, N. 2017 Physiological responses, nutrient partitioning and yield of cassava grown in early rainy season under supplemental subsurface-dripped and surface-dripped irrigation in comparison to natural rainfed condition. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. [in Thai]

Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency - measurement and management. Paper presented at the IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices, Brussels, Belgium.

Howeler, R. 2014. Sustainable Soil and Crop Management of Cassava in Asia. CIAT. Vietnam.

Jackson, M. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, INC. USA.

Johnson, C.M., Ulrich, A. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. California Agricultural Experiment Station, USA.

Nakasathien, S., Vichukit, V., Sarobol, E., Kaewrueng, S., Chutteang, C., Kittipadakul, P., Lertmongkol, S., Thongjoo, C., Samutthong, N., Tabngeon, S., Somgwang, T., Panitnok, K., Posarn, N., Chuayprut, N. 2017. Physiological responses in relation to water management for increasing cassava productivity. Departmment of Agronomy, Kasetsart University. [in Thai]

Olsen, S. R., Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: Page, A.L. (Ed.). Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties. WI American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, USA.

Osotsapar, Y., Wongmaneeroj, A., Hongproyoon, C. 2008. Fertilizer for Sustainable Agriculture. Kasetsart University press. Bangkok. [in Thai]

Senkoro, C.J., Tetteh, F.M., Kibunja, C.N., Ndungu-Magiroi, K.W., Quansah, G.W., Marandu, A.E., Ley, G.J., Mwangi, T.J., Wortmann, C.S. 2018. Cassava yield and economic response to fertilizer in Tanzania, Kenya and Ghana. Agron. J. 110: 1600–1606. doi.org/10.2134/agronj2018.01.0019

การประเมินผลผลิตข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทาน

Evaluation of single cross corn hybrid yield on irrigated rice fields in Dry-season

ปรียา แข็งการเขตร์, ชูศักดิ์ จอมพุก*

Preeya Khaengkankhet, Choosak Jompuk*

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrcsj@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลผลิตข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทานโดยใช้ข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองกลุ่มสุวรรณ (Kei1303 × Ki48 และ Kei1420 × Ki48) จำนวน 15 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ไม่ใช่สุวรรณ (Kei1421 ×Ki60 และ Kei1528×Ki60) จำนวน 25 สายพันธุ์ ผสม topcross กับสายพันธุ์ต่างกลุ่มเฮเทอโรติก คือ Ki60 และ Ki48 ตามลำดับ ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) 40 คู่ผสม นำลูกผสมปลูกทดสอบผลผลิตในแปลงนา 4 สภาพแวดล้อม วางแผนการทดลองแบบ 7×7 ซิมเพิลแลททิช และมีพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวปลูกร่วมทดสอบจำนวน 9 พันธุ์ ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยข้าวโพดลูกผสม topcross อยู่ระหว่าง 840–1,228 กก./ไร่ ขณะที่ผลผลิตเฉลี่ยพันธุ์ร่วมทดสอบอยู่ระหว่าง 866-1,198 กก./ไร่ และมีลูกผสม topcross จำนวน 6 คู่ผสม ที่ให้ผลผลิตดีทั้ง 4 สภาพแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,146–1,228 กก./ไร่ ซึ่งมีผลผลิตในระดับเดียวกับพันธุ์ร่วมทดสอบนครสวรรค์ 5 ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 1,198 กก./ไร่ คู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ (Kei 1528 × Ki 60)-F_2-S_5-61-1-1-2-2 × Ki48 มีผลผลิต 1,228 กก./ไร่

คำสำคัญ: ข้าวโพดไร่, เขตชลประทาน, ดินนา, ฤดูแล้ง

Abstract

This research aimed to evaluate the yield of single corn hybrids on the irrigated rice fields in the dry season. Fifteen S_5 lines from the Suwan group (Kei1303 × Ki48 and Kei1420 × Ki48) and twenty-five S_5 lines from the non-Suwan group (Kei1421 × Ki 60 and Kei1528 × Ki 60) were top-crossed with a difference heterotic group Ki60 and Ki48, to produce 40 F_1 hybrids. The yield trials of topcross hybrids were conducted in a 7×7 simple lattice design in four environments and nine single cross hybrids as check varieties. The results showed that the average grain yield of topcross hybrids ranged from 840 to 1,228 kg/rai, while the check varieties ranged from 866 to 1,198 kg/rai. Six topcross hybrids gave the best grain yield from four environments ranging from 1,146 to 1,228 kg./rai, which gave the same result as the best check variety, Nakhon Sawan 5 yielding about 1,198 kg./rai. The highest grain yield of the topcross hybrid was the cross (Kei 1528 × Ki 60)-F_2-S_5-61-1-1-2-2 × Ki48, producing 1,228 kg./rai.

Keywords: corn, irrigated, rice fields, dry season

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาภัยแล้งทำให้มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้โดยเฉพาะการทำนาข้าว ทำให้เกษตรกรประสบปัญหารายได้ลดลง รัฐบาลจึงมีโครงการส่งเสริมการปลูกพืชหลากหลายในฤดูนาปรัง เพื่อให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชใช้น้ำน้อย เช่น พืชตระกูลถั่ว ผัก ข้าวโพดอาหารสัตว์ เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) ทั้งนี้ข้าวโพดอาหารสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ ในขณะที่ผลผลิตยังไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศ จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ถือเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกร เนื่องจากมีตลาดรองรับผลผลิตและเป็นพืชไร่ที่มีศักยภาพที่จะใช้ปลูกในฤดูแล้งหลังเก็บเกี่ยวข้าว ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง ต้องการน้ำตลอดฤดูปลูกประมาณ 400–500 มม./ไร่ น้อยกว่าการทำนาประมาณ 2–3 เท่า นอกจากนี้ยังช่วยลดการแพร่ระบาดของแมลงจากการปลูกข้าว (กรมวิชาการเกษตร, 2562) แต่ส่วนใหญ่ดินนามีโครงสร้างเป็นดินเหนียวจัด มีอัตราการระบายน้ำต่ำ ในขณะที่ข้าวโพดเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ระบายน้ำได้ดีดังนั้น ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนจึงมีความสนใจที่จะปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้เหมาะสมสำหรับปลูกในดินนาเพิ่มมากขึ้น จากรายงานการวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิต พบว่า พันธุ์ข้าวโพดในปัจจุบันที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวโพดในอดีต เป็นผลมาจากการปรับปรุงทางด้านพันธุกรรม และการปรับปรุงสภาพแวดล้อมไปพร้อมกัน (Russell, 1991; Duvick, 2005) พันธุ์ลูกผสมจะให้ผลผลิตมากกว่าพ่อแม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และมีความดีเด่นมากกว่าพันธุ์พ่อและแม่ ลูกผสมที่มาจากเชื้อพันธุกรรมต่างกลุ่มกัน จะให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมที่มาจากเชื้อพันธุกรรมใกล้เคียงกัน (Suwanatape et al., 2020) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาข้าวโพดเพื่อปลูกในพื้นที่ดินนาฤดูแล้งจำเป็นต้องมีลักษณะทนทานต่อสภาพแวดล้อมแห้งแล้ง เนื่องจากผลผลิตข้าวโพดจะลดลงเมื่อกระทบแล้งในทุกระยะของการเจริญเติบโต และอุณหภูมิที่สูงในฤดูแล้งของประเทศไทยซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตข้าวโพดลดลง (สมชาย และพิเชษฐ์, 2551) นอกจากนี้ การปลูกข้าวโพดไร่หลังนาสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และเมื่อเปรียบเทียบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กับการทำนาปรัง พบว่าการปลูกข้าวนาปีแล้วตามด้วยการปลูกข้าวโพดไร่ (ข้าว-ข้าวโพด) เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยสุทธิทั้งระบบมากกว่าการปลูกข้าวนาปีตามด้วยการปลูกข้าวนาปรัง (ข้าว-ข้าว) จำนวน 2,395 บาท/ไร่ (สุจิตร และคณะ, 2557) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีเป้าหมายของการวิจัย คือ ประเมินผลผลิตข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทาน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 (S_5) กลุ่มพันธุ์สุวรรณ (Suwan Group, SWG) ได้แก่ (Kei1303 × Ki 48)-S_5 และ (Kei1420 × Ki 48)-S_5 และกลุ่มไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ (Non-Suwan Group, NSWG) ได้แก่ (Kei1421 × Ki60)-S_5 และ (Kei1528 × Ki60)-S_5

2. ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ ได้แก่ Ki 48 (SWG) และ Ki 60 (NSWG) ใช้เป็นสายพันธุ์ทดสอบ (tester)

3. ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมการค้าร่วมทดสอบ ได้แก่ สุวรรณ 5720, สุวรรณ 5821, สุวรรณ 5819, นครสวรรค์ 3, นครสวรรค์ 4, นครสวรรค์ 5, ซีพี 639, แปซิฟิก 139 และ S 7328

วิธีการ

1. ปลูกเพื่อผสมพันธุ์ ปลูกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 (S_5) ที่สกัดมาจากสายพันธุ์กลุ่มสุวรรณและสายพันธุ์กลุ่มไม่ใช่สุวรรณ เพื่อผสมข้ามกับสายพันธุ์แท้เกษตรศาสตร์ที่ต่างกลุ่มสายพันธุ์กัน สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 (S_5) ได้แก่ กลุ่มพันธุ์สุวรรณ (SWG) (Kei1303 × Ki 48)-S_5 จำนวน 8 สายพันธุ์ และ (Kei1420 × Ki 48)-S_5 จำนวน 7 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ (NSWG) (Kei1421 × Ki 60)-S_5 จำนวน 14 สายพันธุ์ และ (Kei1528 × Ki 60)-S_5 จำนวน 11 สายพันธุ์ รวมทั้งสิ้นจำนวน 40 สายพันธุ์ โดยกลุ่มพันธุ์สุวรรณมี 15 สายพันธุ์ ผสม topcross ด้วย Ki 60 ได้ 15 คู่ผสม ในทางกลับกัน กลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณมี 25 สายพันธุ์ ผสม topcross ด้วย Ki 48 ได้ 25 คู่ผสม รวมทั้งสิ้น 40 คู่ผสม การผสมพันธุ์ใช้วิธี hand pollination ในแปลงปลูกผสมพันธุ์ (crossing block) ที่แปลงปลูกพืชทดลอง ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ลูกผสมเดี่ยวทั้งหมดจำนวน 40 คู่ผสม

2. ปลูกทดสอบผลผลิต ปลูกลูกผสมเดี่ยวในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทานในจังหวัดชัยนาท และจังหวัดสระบุรี เริ่มในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม โดยใช้พันธุ์ลูกผสม topcross จำนวน 40 คู่ผสม ปลูกร่วมกับพันธุ์ลูกผสมการค้าจำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ สุวรรณ 5720, สุวรรณ 5821, สุวรรณ 5819, นครสวรรค์ 3, นครสวรรค์ 4, นครสวรรค์ 5, ซีพี 639, แปซิฟิก 139 และ S 7328 วางแผนการทดลองแบบ 7×7 ซิมเพิลแลททิซ (7 × 7 simple lattice) จำนวน 2 ซ้ำ ปลูกแถวยาว 5 เมตร จำนวน 2 แถว ใช้ระยะปลูก 75×20 ซม. จำนวน 1 ต้น/หลุม ให้น้ำเป็นระยะด้วยวิธีการให้น้ำแบบสายน้ำพุ่ง ปลูกใน 4 สภาพแวดล้อม โดยปลูก 2 สภาพแวดล้อมที่ อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี กำหนดการปลูกในสภาพแวดล้อมที่ 1 วันที่ 10 ธันวาคม 2562 และสภาพแวดล้อมที่ 2 วันที่ 22 ธันวาคม 2562 มีระยะเวลาในการปลูกห่างกัน 12 วัน และอีก 2 สภาพแวดล้อมที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ.สรรพยา จ.ชัยนาท ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ 1 วันที่ 27 ธันวาคม 2562 และปลูกในสภาพแวดล้อมที่ 2 วันที่ 6 มกราคม 2563 มีระยะเวลาในการปลูกห่างกัน 10 วัน ก่อนปลูก เตรียมดิน และใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยแต่งหน้า (topdress) ด้วยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อข้าวโพดอายุ 21 วันหลังปลูก อัตรา 25 กก./ไร่ และครั้งที่ 2 เมื่อข้าวโพดอายุ 45 วันหลังปลูกอัตรา 25 กก./ไร่ วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตที่ความชื้นเมล็ด 15 เปอร์เซ็นต์ และลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ ของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวด้วย R statistical software, version 4.0.3 (R Core Team, 2020)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลผลิตลูกผสมในแต่ละสภาพแวดล้อม

1.1 แปลงนาเกษตรกร อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี แปลงปลูกที่ 1 (SB1) ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 1) มีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) 14.61% ลูกผสม topcross ทั้ง 40 คู่ผสมให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,010–1,408 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวการค้าให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,036–1,368 กก./ไร่ ค่าเฉลี่ยผลผลิตของลูกผสม topcross เท่ากับ 1,225 กก./ไร่ ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับ

พันธุ์การค้าที่ใช้ร่วมทดสอบที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,226 กก./ไร่ จึงคัดเลือกลูกผสม topcross ที่ผลผลิตมากกว่า 1,300 กก./ไร่ มีจำนวน 7 คู่ผสม หรือ 7 entry ได้แก่ entry 10, 11, 15 17, 18, 22 และ 32 (Table 1)

1.2 แปลงนาเกษตรกร อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี แปลงปลูกที่ 2 (SB2) ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (Table 1)โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) 11.89% ลูกผสม topcross ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,019–1,417 กก./ไร่ ลูกผสมเดี่ยวการค้าให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,046–1,378 กก./ไร่ และค่าเฉลี่ยผลผลิตของลูกผสม topcross เท่ากับ 1,234 กก./ไร่ ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวการค้าที่ใช้ร่วมทดสอบ (1,235 กก./ไร่) สำหรับผลผลิตของลูกผสม topcross ที่มีผลผลิตมากกว่า 1,300 กก./ไร่ มีจำนวน 7 คู่ผสมได้แก่ entry 5, 10, 11, 15 17, 18 และ 32 (Table 1)

1.3 แปลงปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท แปลงปลูกที่ 1 (CN1) ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 1) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) 15.62% ลูกผสม topcross ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 908–1,296 กก./ไร่ ขณะที่ผลผลิตลูกผสมเดี่ยวการค้าให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 934–1,266 กก./ไร่ ค่าเฉลี่ยผลผลิตของลูกผสม topcross เท่ากับ 1,122 กก./ไร่ มีผลผลิตในระดับเดียวกับลูกผสมเดี่ยวการค้าที่ใช้ร่วมทดสอบ (1,124 กก./ไร่) ไม่มีลูกผสม topcross ที่ให้ผลผลิตมากกว่า 1,300 กก./ไร่ แต่มี 6 คู่ผสมที่ให้ผลผลิตมากกว่า 1,200 กก./ไร่ ได้แก่ entry 10, 11, 15 17, 18 และ 32 (Table 1)

1.4 แปลงปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท แปลงปลูกที่ 2 (CN2) ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนค่อนข้างสูง (C.V.) 20.45% เนื่องจากหลังระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวข้าวโพดขาดน้ำเป็นช่วงๆ ผลผลิตของลูกผสม topcross อยู่ระหว่าง 423–821กก./ไร่ ขณะที่ผลผลิตลูกผสมเดี่ยวการค้าอยู่ระหว่าง 449-781 กก./ไร่ ค่าเฉลี่ยผลผลิตของลูกผสม topcross เท่ากับ 638 กก./ไร่ ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับลูกผสมเดี่ยวการค้า (639 กก./ไร่) คัดเลือกลูกผสม topcross ที่มีผลผลิตสูงสุดไว้จำนวน 8 คู่ผสม ได้แก่ entry 5, 10, 11, 15 17, 18, 22 และ 32 ซึ่งมีผลผลิตที่มากกว่า 700 กก./ไร่ (Table 1)

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance, CA) นำข้อมูลผลผลิตของทั้ง 4 สภาพแวดล้อมมาวิเคราะห์ความเป็นเอกภาพของข้อมูล (homogeneity) ตามวิธี Bartlett's Test for Homogeneity of Variances พบว่า ไม่มีแตกต่างทางสถิติ ($X^2 > 0.05$, ไม่ได้แสดงข้อมูล) ดังนั้น จึงวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) ของข้อมูลผลผลิต พบว่า ค่าเฉลี่ยผลผลิตรวมของการทดลองเท่ากับ 1,055 กก./ไร่ และผลผลิตเฉลี่ยของสภาพแวดล้อม (environment) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$, ไม่ได้แสดงข้อมูล) โดยสภาพแวดล้อม CN2 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำสุด 638 กก./ไร่ ในขณะที่อีก 3 สภาพแวดล้อม ให้ผลผลิตในระดับเดียวกัน กล่าวคือ 1,225, 1,234 และ 1,123 กก./ไร่ จากการปลูกในสภาพแวดล้อม SB1, SB2 และ CN1 ตามลำดับ (Table 1) ส่วนสภาพแวดล้อม CN2 มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำ ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการปลูกล่าช้า (6 มกราคม 2563) ทำให้ช่วงการออกดอกและผสมเกสรข้าวโพดกระทบกับความร้อนค่อนข้างสูง ประกอบกับการขาดน้ำเป็นบางช่วงเวลาหลังจากข้าวโพดออกดอกแล้วประมาณ 1 เดือน ทั้งนี้เนื่องจากขาดน้ำชลประทานทำให้ต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ข้าวโพดอายุ 103 วัน ในขณะที่สถานที่อื่นๆ ปลูกแล้วเสร็จในช่วงเดือนธันวาคมและได้รับน้ำอย่างเพียงพอจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยแปลงปลูก SB1 เก็บเกี่ยวที่อายุ 122 วัน, แปลงปลูก SB2 เก็บเกี่ยวที่อายุ 117 วัน และ

แปลงปลูก CN1 เก็บเกี่ยวที่อายุ 110 วัน ดังนั้นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดหลังนาฤดูแล้งควรปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม เพื่อหลีกเลี่ยงอุณภูมิสูงขณะข้าวโพดออกดอกและผสมพันธุ์ในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน และหลีกเลี่ยงปัญหาการขาดน้ำชลประทานในช่วงปลายฤดูแล้ง (สมชายและพิเชษฐ์, 2551)

ลูกผสม topcross ทั้ง 40 คู่ผสม มีผลผลิตเฉลี่ยจาก 4 สภาพแวดล้อม อยู่ระหว่าง 840–1,228 กก./ไร่ และมีค่าเฉลี่ย 1,055 กก./ไร่ ซึ่งผลผลิตเฉลี่ยรวมของลูกผสม topcross มีค่าในระดับเดียวกับค่าเฉลี่ยผลผลิตของลูกผสมร่วมทดสอบ (1,056 กก./ไร่) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ลูกผสม topcross ที่ใช้ในการทดลองนี้ ถ้าพิจารณาถึงพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ใช้ร่วมทดสอบ พบว่า พันธุ์สุวรรณ 5720 และพันธุ์สุวรรณ 5821 ให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เช่นเดียวกับ พันธุ์นครสวรรค์ 5 ที่มีผลผลิตมากกว่า 1,100 กก./ไร่ ส่วนหนึ่งที่ทำให้ค่าเฉลี่ยรวมของพันธุ์ดังกล่าวนี้สูงมาจากสภาพแวดล้อม CN2 ข้าวโพดทั้ง 3 พันธุ์มีผลผลิตเฉลี่ยค่อนข้างสูงมากกว่า 700 กก./ไร่ และเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ (stability) ดีจากการทดสอบผลผลิตในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทาน (ชูศักดิ์ และคณะ, 2562) ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ ให้ผลผลิตในระดับ 400–600 กก./ไร่ จากข้อมูลผลผลิตของคู่ผสมที่ให้ผลผลิตดีในแต่ละสภาพแวดล้อม และข้อมูลการวิเคราะห์รวม พบว่ามี 6 คู่ผสมที่ให้ผลผลิตดีในทุกสภาพแวดล้อม มาจากกลุ่มสายพันธุ์สุวรรณ (SWG) × Ki 60 จำนวน 3 คู่ผสม (Kei1420 × Ki48)-S_5-33-2-1-1-2 × Ki 60 (1,177 กก./ไร่), (Kei1420 × Ki48)-S_5-33-2-1-1-2 × Ki 60 (1,155 กก./ไร่) และ (Kei1420 × Ki48)-S_5-120-1-1-1-1 × Ki 60 (1,160 กก./ไร่) และจากกลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ (NGWG) × Ki48 จำนวน 3 คู่ผสม (Kei1421 × Ki60)-S_5-4-1-2-1-2 × Ki 48 (1,194 กก./ไร่), (Kei1421 × Ki60)-S_5-5-1-1-1-1 × Ki 48 (1,146 กก./ไร่) และ (Kei1528 × Ki 60)-S5-61-1-1-2-2 × Ki 48 (1,228 กก./ไร่) และเป็นคู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุด และทั้ง 6 คู่ผสมเกิดจากการผสมข้ามกลุ่มสายพันธุ์ (heterotic group) เนื่องจาก Ki 48 และ Ki 60 เป็นสายพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มพันธุ์สุวรรณ และกลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณตามลำดับ เนื่องจากในการปรับปรุงพันธุ์การใช้สายพันธุ์ที่มาจากต่างแหล่งพันธุกรรม หรือต่างกลุ่มเฮเทอโรซีส (different heterotic groups) จะมีโอกาสที่ลูกผสมให้ผลผลิตดีกว่าการผสมภายในกลุ่มเฮเทอโรซีสเดียวกัน (Hallauer and Miranda, 1988) อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 (S_5) ที่ใช้ในการทดลองนี้ยังต้องพัฒนาต่อไปเพื่อเพิ่มระดับความคงตัวทางพันธุกรรม (homozygosity) ด้วยการผสมตัวเอง (selfing) อย่างน้อยจนถึงชั่วที่ 7 (S_7) เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าพันธุกรรมของคู่ผสมจะยังคงให้ผลผลิตดี การทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อมยังจำเป็นต้องทำต่อไป และเพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสของการใช้ประโยชน์จากพันธุ์ที่คัดเลือกใหม่ ควรมีการทดสอบพันธุ์นอกเหนือจากพื้นที่ปลูกหลังนาฤดูแล้งเขตชลประทาน ทั้งนี้อาจมีบางคู่ผสมที่ให้ผลผลิตดีทั้งในพื้นที่ปลูกดินนาฤดูแล้ง และพื้นที่ปลูกดินไร่ ก็จะเป็นการเพิ่มโอกาสของการใช้พันธุ์ที่ปรับปรุงใหม่ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

Table 1 Means of grain yield (kg/rai) at the moisture content of 15 %from two environments at Saraburi province (SB1 and SB2) and two environments at Chai Nat province (CN1 and CN2), and the combined analysis of variance in all environments (CA)

Entry	Cross	SB1	SB2	CN1	CN2	CA
1	(Kei1303 × Ki48)-S_5-9-1-2-1-1 × Ki 60	1010	1019	908	423	840
2	(Kei1303 × Ki48)-S_5-9-1-3-1-1 × Ki 60	1230	1239	1127	643	1060
3	(Kei1303 × Ki48)-S_5-50-1-2-1-1 × Ki 60	1270	1279	1168	683	1100
4	(Kei1303 × Ki48)-S_5-116-1-1-1-1 × Ki 60	1182	1191	1079	595	1012
5	(Kei1303 × Ki48)-S_5-127-1-1-1-1 × Ki 60	1299	1308	1197	712	1129
6	(Kei1303 × Ki48)-S_5-127-1-1-2-1 × Ki 60	1236	1245	1134	649	1066
7	(Kei1303 × Ki48)-S_5-141-1-2-2-1 × Ki 60	1247	1256	1145	660	1077
8	(Kei1303 × Ki48)-S_5-141-1-2-4-1 × Ki 60	1267	1277	1165	681	1098
9	(Kei1420 × Ki48)-S_5-33-2-1-1-1 × Ki 60	1248	1258	1146	661	1078
10	(Kei1420 × Ki48)-S_5-33-2-1-1-2 × Ki 60	1347	1356	1244	760	1177
11	(Kei1420 × Ki48)-S_5-33-2-2-2-1 × Ki 60	1325	1335	1223	739	1155
12	(Kei1420 × Ki48)-S_5-42-1-1-1-1 × Ki 60	1158	1168	1056	571	988
13	(Kei1420 × Ki48)-S_5-42-1-1-3-1 × Ki 60	1096	1106	1094	510	952
14	(Kei1420 × Ki48)-S5-73-1-1-1-1 × Ki 60	1250	1260	1148	664	1080
15	(Kei1420 × Ki48)-S5-120-1-1-1-1 × Ki 60	1330	1339	1227	743	1160
16	(Kei1421 × Ki60)-S5-4-1-2-1-1 × Ki 48	1239	1249	1137	653	1070
17	(Kei1421 × Ki60)-S5-4-1-2-1-2 × Ki 48	1364	1373	1261	777	1194
18	(Kei1421 × Ki60)-S5-5-1-1-1-1 × Ki 48	1316	1326	1214	730	1146
19	(Kei1421 × Ki60)-S5-5-1-1-1-2 × Ki 48	1240	1250	1138	653	1070
20	(Kei1421 × Ki60)-S5-5-1-1-1-3 × Ki 48	1170	1180	1068	583	1000
21	(Kei1421 × Ki60)-S5-5-2-1-1-1 × Ki 48	1157	1267	1055	570	1012
22	(Kei1421 × Ki60)-S5-36-1-1-2-1 × Ki 48	1408	1208	1105	821	1136
23	(Kei1421 × Ki60)-S5-39-1-2-1-1 × Ki 48	1283	1292	1181	696	1113
24	(Kei1421 × Ki60)-S5-39-1-2-2-1 × Ki 48	1194	1204	1092	607	1024
25	(Kei1421 × Ki60)-S5-39-1-2-2-2 × Ki 48	1239	1248	1137	652	1069
26	(Kei1421 × Ki60)-S5-51-2-2-2-1 × Ki 48	1235	1245	1133	648	1065

Table1 (continued).

Entry	Cross	SB1	SB2	CN1	CN2	CA
27	(Kei1421 × Ki60)-S5-51-2-3-1-1 × Ki 48	1129	1138	1027	542	959
28	(Kei1421 × Ki60)-S5-52-1-1-1-2 × Ki 48	1142	1152	1040	556	973
29	(Kei1421 × Ki60)-S5-68-1-2-2-1 × Ki 48	1179	1189	1077	592	1009
30	(Kei1528 × Ki60)-S5-40-2-1-1-1 × Ki 48	1214	1224	1112	628	1045
31	(Kei1528 × Ki60)-S5-61-1-1-2-1 × Ki 48	1273	1282	1170	686	1103
32	(Kei1528 × Ki60)-S5-61-1-1-2-2 × Ki 48	1398	1417	1296	811	1228
33	(Kei1528 × Ki60)-S5-66-1-1-1-1 × Ki 48	1109	1118	1007	522	939
34	(Kei1528 × Ki60)-S5-70-1-1-1-1 × Ki 48	1014	1024	912	428	845
35	(Kei1528 x Ki60)-S5-166-2-1-2-2 × Ki 48	1201	1211	1099	615	1032
36	(Kei1528 × Ki 60)-S5-169-1-1-2-1 × Ki 48	1208	1217	1106	621	1038
37	(Kei1528 × Ki 60)-S5-173-1-1-1-1 × Ki 48	1282	1291	1180	695	1112
38	(Kei1528 × Ki60)-$S_5$173-1-1-1-2 × Ki 48	1167	1177	1065	581	998
39	(Kei1528 × Ki 60)-S_5-181-1-1-1-1 × Ki 48	1147	1157	1045	560	977
40	(Kei1528 × Ki60)-S_5-181-1-1-1-4 × Ki 48	1178	1187	1175	600	1035
	Mean of topcrosses	**1225**	**1234**	**1122**	**638**	**1055**
41	Suwan 5720	1325	1334	1223	738	1155
42	Suwan 5821	1323	1332	1221	736	1153
43	Suwan 5819	1254	1264	1152	668	1084
44	NS3	1191	1200	1089	604	1021
45	NS4	1093	1102	991	506	923
46	NS5	1368	1378	1266	781	1198
47	CP639	1190	1200	1088	603	1020
48	Pac139	1036	1046	934	449	866
49	S7328	1251	1261	1149	665	1082
	Mean of check varieties	**1226**	**1235**	**1124**	**639**	**1056**
Over all Mean		**1225**	**1234**	**1123**	**638**	**1055**
F-test		ns	*	ns	**	**
$LSD_{(0.05)}$		-	321.8	-	264.3	195.6
C.V.(%)		14.61	11.89	15.62	20.45	15.33

- = not determine, ns = non significant difference, * = significant difference (P<0.05),

** = highly significant difference ($p < 0.01$)

สรุป

จากการปลูกทดสอบผลผลิตลูกผสมเดี่ยวที่เกิดจากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 ที่สกัดสายพันธุ์มาจากสายพันธุ์กลุ่มสุวรรณและสายพันธุ์กลุ่มไม่ใช่สุวรรณผสม topcross กับสายพันธุ์แท้เกษตรศาสตร์ Ki 60 และ Ki48 ในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทานสามารถคัดเลือกลูกผสม topcross ที่ให้ผลผลิตสูงทั้ง 4 สภาพแวดล้อมทั้งหมด 6

คู่ผสม ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,146–1,228 กก./ไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 (1,198 กก./ไร่) ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าที่มีเสถียรภาพดี ลูกผสม topcross ทั้ง 6 คู่ผสมที่คัดเลือกนี้มาจากกลุ่มสายพันธุ์สุวรรณ (SWG) × Ki 60 จำนวน 3 คู่ผสม ได้แก่ (Kei1420 × Ki48)-S_5-33-2-1-1-2 × Ki 60, (Kei1420 × Ki48)-S_5-33-2-1-1-2 × Ki 60 และ (Kei1420 × Ki48)-S_5-120-1-1-1-1 × Ki 60 และจากกลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ (NGWG) × Ki48 จำนวน 3 คู่ผสม (Kei1421 × Ki60)-S_5-4-1-2-1-2 × Ki 48, (Kei1421 × Ki60)-S_5-5-1-1-1-1 × Ki 48 และ (Kei1528 × Ki 60)-S5-61-1-1-2-2 × Ki 48 และคู่ผสม (Kei1528 × Ki 60)-S5-61-1-1-2-2 × Ki 48 ให้ผลผลิตสูงสุด 1,228 กก./ไร่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ให้ทุนวิจัย เรื่องการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเพื่อปลูกในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทานภาคกลาง (ระยะที่ 2) (PRP6205031440)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร .2562 .การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาในพื้นที่เขตภาคกลาง . สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่5 กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. การปลูกพืชหลังนา. โรงพิมพ์บริษัท นิวธรรมดาการพิมพ์ (ประเทศไทย) จำกัด. กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุก, สรรเสริญ จำปาทอง, ประพนธ์ บุญรำพรรณ, โรจนพงศ์ ไชยสิทธิ์, พีรนุช จอมพุก. 2562. สายพันธุ์แท้ข้าวโพดไร่ ‘Ki 61’ และ ‘Ki 62’ สำหรับการผลิตข้าวโพดไร่ลูกผสมเดี่ยว ‘Suwan 5720’ และ ‘Suwan 5821’ เพื่อปลูกในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทาน. ใน: รายงานการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 39. ลพบุรี.

สุจิตร ใจจิตร, วีระพงษ์ เย็นอ่วม, จันทนา ใจจิตร, ทองหยด จีราพันธ์, ไพวงศ์ แสงชัชวาลวงศ์. 2557. การทดสอบระบบการปลูกพืชข้าว-ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ชลประทานจังหวัดนครสวรรค์. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองสิ้นสุด. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ฯ, กรุงเทพฯ.

สมชาย บุญประดับ, พิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2551. การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนทานแล้งในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. ใน: รายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2551. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. นครสวรรค์.

Duvick, D.N. 2005. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.) Adv. Agron. 86: 83-145.

Hallauer, A.R., Miranda, J. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Pres. Ames., USA.

R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/, 25 January 2021.

Russell, W.A. 1991. Genetic improvement of maize. Adv. Agron. 46: 245–298.

Suwanatape, T., Jampatong, S., Jompuk, C. 2020. Genetic diversity of commercial field corn hybrids in Thailand as verified by SSR markers and their inbreeding depression. Curr. Appl. Sci. Tech. 20: 429–439.

การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมด้วยวิธีการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์กับตัวทดสอบเพื่อปลูกในนาเขตชลประทานในฤดูแล้ง

Development of field corn hybrids using line × tester method for growing on irrigated rice fields in the Dry Season

ก้องภพ ศรียี่สุ่น, ชูศักดิ์ จอมพุก*

Kongpob Sriyisoon, Choosak Jompuk*

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrcsj@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวที่สามารถปลูกได้ในสภาพดินนาฤดูแล้งเขตชลประทาน การทดลองได้สร้างลูกผสมทั้งหมด 44 คู่ผสม (crosses) จาก 11 สายพันธุ์ (line) และ 4 ตัวทดสอบ (tester) โดยวิธี line × tester การทดสอบผลผลิต วางแผนการทดลอง 7 × 7 simple lattice ใน 3 สภาพแวดล้อม (สระบุรี 2 สภาพแวดล้อม และ นครราชสีมา 1 สภาพแวดล้อม) พร้อมกับ 5 พันธุ์เปรียบเทียบ (checks) ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดระหว่างพันธุ์เปรียบเทียบกับคู่ผสมมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) และค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดระหว่างคู่ผสมก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สายพันธุ์ (Kei 1019 × Ki 60)-S_4-12-1-3-1 เป็นสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปดี (GCA = 85) ส่วนตัวทดสอบที่สมรรถนะการผสมทั่วไปดี คือ WS 819 (GCA = 126) และ WS 833 (GCA = 122) ส่วนสมรรถนะการผสมเฉพาะ (SCA) พบว่ามีทั้งหมด 10 คู่ผสม ที่มีค่าบวก โดยคู่ผสมที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ (Kei 1528 × Ki 60)-S_4-61-1-1-1 × WS 819 (1,512 กก./ไร่) และพันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ S 7328 (1,640 กก./ไร่)

คำสำคัญ: ข้าวโพดลูกผสม, ดินนา, สมรรถนะการผสมเฉพาะ, สมรรถนะการผสมทั่วไป

Abstract

This research's objective was to develop a single cross hybrid corn variety grown in rice fields in the dry season of the irrigated zone. In the experiment, 44 crosses were obtained from 11 lines and 4 testers using the line × tester design. The yield trials were conducted using the 7 × 7 simple lattice design in 3 environments (2 environments in Saraburi and 1 environment in Nakhon Ratchasima) and five check varieties. The results showed that the average grain yield of check varieties and crosses was significantly different ($P<0.05$), as well as average grain yield among the crosses, was significantly different ($P<0.05$). The (Kei 1019 × Ki 60)-S_4-12-1-3-1 line had the best general combining ability (GCA = 85), while the good combining ability of testers were WS 819 (GCA = 126) and WS 833 (GCA = 122). For specific combining ability (SCA), ten crosses gave positive values. The best grain yield was the cross (Kei 1528 × Ki 60)-S4-61-1-1-1 × WS 819 (1,512 kg/rai). And the best check variety was S 7328, giving a grain yield of 1,640 kg/rai.

Keywords: hybrid corn, paddy soil, specific combining ability, general combining ability

คำนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทยที่มีแนวโน้มของความต้องการในประเทศสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่พื้นที่ในการเพาะปลูกโดยทั่วไปมีปริมาณจำกัด ซึ่งเป็นสถานการณ์เดียวกันกับสภาพการผลิตและความต้องการใช้ข้าวโพดในต่างประเทศ (United States Department of Agriculture (USDA), 2018) สำหรับประเทศไทย ภาครัฐมีนโยบายผลิตสินค้าเกษตรให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด การปลูกพืชอื่นๆ หลังฤดูทำนาปี เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ช่วยลดปริมาณข้าวนาปรังส่วนเกิน และช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่เพียงพอกับความต้องการ ในขณะที่ข้าวมีผลผลิตเกินจากความต้องการของตลาด โดยไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งประเทศประมาณ 71.8 ล้านไร่ มีผลผลิตประมาณ 32.63 ล้านตัน ในขณะที่ความต้องการใช้ทั้งในประเทศและขายไปยังต่างประเทศเฉลี่ย 5 ปี ประมาณ 30.88 ล้านตัน ดังนั้น จึงเกิดผลผลิตส่วนเกิน 1.75 ล้านตัน เมื่อคำนวณกลับเป็นพื้นที่ปลูกจะมีพื้นที่ปลูกข้าวมากเกินความต้องการ 2.6 ล้านไร่ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 6.71 ล้านไร่ ปริมาณผลผลิต 5.03 ล้านตัน ในขณะที่ความต้องการตลาดเฉลี่ยปีละประมาณ 7.95 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) การปลูกข้าวโพดไร่หลังนาสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และเมื่อเปรียบเทียบการปลูกข้าวโพดไร่กับการทำนาปรัง พบว่าการปลูกข้าวนาปีแล้วตามด้วยการปลูกข้าวโพดไร่ (ข้าว-ข้าวโพด) เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยสุทธิทั้งระบบมากกว่าการปลูกข้าวนาปีตามด้วยการปลูกข้าวนาปรัง (ข้าว-ข้าว) จำนวน 2,395 บาท/ไร่ หรือมากกว่า 29.5 เปอร์เซ็นต์ (สุจิตร และคณะ, 2557) นอกจากนี้ การปลูกข้าวโพดในดินนาฤดูแล้งหลังเก็บเกี่ยวข้าวจะใช้น้ำน้อยกว่าการทำนาประมาณ 2–3 เท่า และยังช่วยลดการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูข้าว ข้าวโพดมีคุณภาพเมล็ดดีปราศจากสารอะฟลาทอกซิน ขายได้ราคาดี และช่วยเพิ่มปริมาณการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (ชูศักดิ์ และคณะ 2561) โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดโดยทั่วไปจะพัฒนาสายพันธุ์แท้โดยการผสมตัวเอง (selfing) 5–7 ชั่ว แล้วนำสายพันธุ์แท้ที่ได้มาทดสอบเพื่อหาลูกผสมที่ดี การผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ (line, l) กับตัวทดสอบ (tester, t) เมื่อใช้ตัวทดสอบที่มีฐานพันธุกรรมกว้าง (broad based genotype) เป็นการทดสอบสมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability, GCA) ในกรณีของการผสมระหว่างสายพันธุ์กับตัวทดสอบหลายตัว (Kempthorne, 1957a) จะให้ข้อมูลทั้งสมรรถนะการผสมทั่วไป และสมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability, SCA) ของทั้งสายพันธุ์และตัวทดสอบ การผสมพันธุ์จะปลูกสายพันธุ์กับตัวทดสอบ แล้วนำทุกสายพันธุ์ผสมกับทุกตัวทดสอบ ดั้งนั้นจะได้ลูกผสมทั้งหมด $l \times t$ คู่ผสม ปกติจะใช้สายพันธุ์เป็นต้นแม่และตัวทดสอบเป็นต้นพ่อ (ชูศักดิ์, 2562) นอกจากนี้ในการผลิตข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว การจัดกลุ่มเฮตเทอโรซีส (heterotic groups) จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญอย่างหนึ่งของโครงการปรับปรุงพันธุ์ (Hallauer et al., 1998a; Reif et al., 2003) ดังนั้นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ การใช้สายพันธุ์ที่มาจากต่างแหล่งพันธุกรรม หรือต่างกลุ่มเฮตเทอโรซิส (different heterotic groups) จะมีโอกาสที่ลูกผสมให้ผลผลิตที่ดีมากกว่าการผสมภายในกลุ่มเฮตเทอโรซีสเดียวกัน (Hallauer and Miranda, 1988a; Dhillon et al., 2004) ในประเทศไทย การจัดกลุ่มเฮตเทอโรซีสแบ่งออกเป็นกลุ่มข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ (Suwan group, SWG) และกลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ (Non-Suwan group, NSWG) เมื่อนำสายพันธุ์อินเบรดจากแต่ละกลุ่มมาผสมข้ามเพื่อสร้างลูกผสม จะได้ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงกว่าการผสมระหว่างสายพันธุ์อินเบรดที่มาจากกลุ่มเฮตเทอโรซีสเดียวกัน ในการทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวที่สามารถปลูกได้ในสภาพดินนาฤดูแล้งเขต

ชลประทาน โดยใช้ข้าวโพดไร่สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) ที่มีฐานพันธุกรรมเป็นกลุ่มพันธุ์สุวรรณและกลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณมาผสมกับตัวทดสอบ (tester)

อุปกรณ์และวิธีการ

การผสมพันธุ์ (มิถุนายน–กันยายน 2562)

คัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) จากการทดสอบผลผลิตลูกผสมเดี่ยวของคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) กับตัวทดสอบ โดยลูกผสมมีลักษณะทางการเกษตรดีและให้ผลผลิตสูงในแปลงทดสอบผลผลิตลูกผสมในดินนา ฤดูแล้ง เขตชลประทานจังหวัดสระบุรี ปี พ.ศ. 2562 โดยคัดเลือกมาจำนวน 11 สายพันธุ์ ประกอบด้วย 3 สายพันธุ์จากกลุ่มพันธุ์สุวรรณ (SWG) ได้แก่ (Kei 1303 × Ki48)-S_4-9-1-1-1, (Kei 1303 × Ki48)-S_4-141-1-1-1 และ (Kei 1420 × Ki48)-S_4-142-1-1-1 และจำนวน 8 สายพันธุ์จากกลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ (NSWG) ได้แก่ (Kei 1421 × Ki60)-S_4-22-2-1-1, (Kei 1421 × Ki60)-S_4-36-1-1-1, (Kei 1421 × Ki60)-S_4-68-1-1-1, (Kei 1421 × Ki60)-S_4-68-1-2-1, (Kei 1528 × Ki60)-S_4-40-3-2-1, (Kei 1528 × Ki60)-S_4-61-1-1-1, (Kei 1528 × Ki60)-S_4-166-2-1-1 และ (Kei 1019 × Ki 60)-S_4-12-1-3-1 โดยปลูกแบบฝักต่อแถว (ear to row) จำนวน 2 แถว แถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 70×20 ซม. จำนวน 1 ต้น/หลุม ซึ่งจะได้จำนวน 26 ต้น/แถว และทำการคัดเลือกลักษณะต้นที่ดีและมีความสมบูรณ์ เพื่อผสมกับตัวทดสอบ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki 48 จัดเป็นกลุ่มพันธุ์สุวรรณ, Ki 60 จัดเป็นกลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ ส่วนตัวทดสอบ WS 833 และ WS 819 จาก บริษัท WS Seed (Thailand) จำกัด ซึ่งยังไม่ได้จัดกลุ่มพันธุ์ ผสมพันธุ์เพื่อสร้างลูกผสมแบบ line × tester ได้ลูกผสมจำนวน 44 คู่ผสม เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวได้คัดเลือก 2–3 ฝักต่อคู่ผสม (cross) แล้วกะเทาะเมล็ดรวมกันภายในแต่ละคู่ผสม สำหรับปลูกทดสอบผลผลิตในฤดูถัดไป

การทดสอบผลผลิตลูกผสม (พฤศจิกายน 2562–มีนาคม 2563)

การปลูกทดสอบผลผลิตลูกผสม ทำในดินนา อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 แปลง และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 แปลง ประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว 44 คู่ผสม และมีพันธุ์ลูกผสมร่วมทดสอบ (checks) 5 พันธุ์ ได้แก่ Pac 339, S 7328, SW 5720, NS 5 และ SW 5819 รวมเป็น 49 คู่ผสม วางแผนการทดลองแบบ 7×7 simple lattice ระยะปลูก 70×20 ซม. จำนวน 2 แถว แถวยาว 5 เมตร ปลูกจำนวน 2 เมล็ด/หลุม เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ถอนแยกให้เหลือ จำนวน 1 ต้น/หลุม หรือ 26 ต้น/แถว ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 จำนวน 40 กก./ไร่ ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าด้วยยูเรีย 46-0-0 จำนวน 2 ครั้ง ที่อายุ 21 วัน และ 45 วันหลังปลูก ใส่ครั้งละ 20 กก./ไร่ เก็บข้อมูลทางการเกษตรได้แก่ ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ วันออกดอกตัวผู้และตัวเมีย ความสูงต้นและความสูงฝัก เปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์สมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA) สมรรถนะการผสมเฉพาะ(SCA) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของผลผลิตตามแผนการผสมพันธุ์แบบ Line×Tester (Kempthorne, 1957b) ด้วย R statistics (R Core Team, 2019; ชูศักดิ์, 2562)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบผลผลิต พบว่า ผลผลิตเมล็ด (grain yield) ความสูงต้น (plant height) ความสูงฝัก (ear height) เปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว (moisture) และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ (shelling) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ยกเว้น วันออกดอกตัวผู้ (anthesis) และวันออกไหม (silking) ไม่แตกต่างทางสถิติ (Table 1)

ผลผลิต

ลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ × ตัวทดสอบ (line × tester) จำนวน 44 คู่ผสมให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 624–1,512 กก./ไร่ มีค่าเฉลี่ย 1,159 กก./ไร่ ขณะที่ผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมร่วมทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 1,189-1,640 กก./ไร่ และมีค่าเฉลี่ย 1,386 กก./ไร่ (Table 1) เมื่อใช้สายพันธุ์แท้จากกลุ่มพันธุ์สุวรรณ (SWG, Ki 48) เป็นตัวทดสอบ พบว่า คู่ผสมจากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 ที่มาจากกลุ่มพันธุ์สุวรรณให้ผลผลิตเฉลี่ย 875 กก./ไร่ (Table 1) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำไปผสมกับสายพันธุ์ที่มาจากกลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ (NSWG) ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยค่อนข้างสูง (1,258 กก./ไร่) ในทำนองเดียวกัน เมื่อใช้สายพันธุ์แท้จากกลุ่มที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณเป็นตัวทดสอบ (Ki 60) พบว่า คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณมีค่าเฉลี่ยผลผลิต 718 กก./ไร่ ในขณะที่คู่ผสมที่มาจากกลุ่มพันธุ์สุวรรณมีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูง 1,446 กก./ไร่ (Table 1) ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ผลผลิตของลูกผสมที่มาจากการผสมข้ามกลุ่มเฮตเทอโรซีสมีผลผลิตดีกว่าลูกผสมที่มาจากการผสมภายในกลุ่มเฮตเทอโรซีสเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hallauer and Miranda (1988b) และ Dhillon et al. (2004) ดังนั้น การสกัดสายพันธุ์แท้จากแหล่งพันธุกรรมต่าง ๆ โดยการผสมตัวเอง (selfing) สายพันธุ์ในชั่วแรก ๆ ควรใช้ตัวทดสอบจากทั้งสองกลุ่มพันธุ์แยกกลุ่มสายพันธุ์ก่อนเป็นกลุ่มพันธุ์สุวรรณ และกลุ่มสายพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์สุวรรณ การสร้างลูกผสมเดี่ยวเพื่อทดสอบผลผลิตจากสายพันธุ์ผสมตัวเองในชั่วต่อ ๆ มาจะใช้การผสมพันธุ์แบบ factorial cross จะทำให้จำนวนคู่ผสมทดสอบลดลงครึ่งหนึ่ง ดังนั้น การจัดกลุ่มเฮตเทอโรซีสของสายพันธุ์จึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญของโครงการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสม (Hallauer et al., 1998b; Reif et al., 2003) ตามข้อมูล สายพันธุ์ของบริษัท WS Seeds (Thailand) น่าจะจัดอยู่ในกลุ่มเฮตเทอโรซีสอื่นที่ไม่ใช่กลุ่ม SWG และ NSWG โดยคู่ผสมที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ (Kei 1528 × Ki 60)-S_4-61-1-1-1 × WS 819 (1,512 กก./ไร่) ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ S 7328 ให้ผลผลิต 1,640 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตของลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงกับพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าคู่ผสมที่ทำการทดสอบมีศักยภาพในการให้ผลผลิตไม่ด้อยไปกว่าข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวพันธุ์การค้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ลักษณะทางการเกษตร

วันออกดอกตัวผู้และวันออกดอกตัวเมียของข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ทดสอบและพันธุ์เปรียบเทียบมีวันออกดอกใกล้เคียงกัน ($p > 0.05$) โดยมีวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 61–66 วัน (เฉลี่ย 63 วัน) ในขณะที่วันออกดอกตัวเมียอยู่ระหว่าง 61-68 วัน (เฉลี่ย 64 วัน) มีความสูงต้น และความสูงฝักอยู่ระหว่าง 167–213 และ 88–134 ซม. ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์กะเทาะอยู่ระหว่าง 74–86 มีค่าเฉลี่ย 80 เปอร์เซ็นต์

สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability, GCA)

สายพันธุ์ (Kei 1019 × Ki 60)-S_4-12-1-3-1 (GCA = 85) และตัวทดสอบ WS 833 (GCA=122) และ WS 819 (GCA=126) มีสมรรถนะการผสมทั่วไปดีมีผลต่อเพิ่มผลผลิตของคู่ผสมและมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในทางตรงกันข้ามตัวทดสอบ Ki 60 (GCA=-243) มีผลต่อการลดผลผลิตของคู่ผสม (Table 2) ค่า GCA เป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ของยีนส่วนใหญ่เป็นแบบผลบวก (additive) ถ้ามีค่าสูงสายพันธุ์ดังกล่าวจะเหมาะสำหรับใช้เป็นตัวทดสอบสำหรับการประเมินความสามารถในการรวมตัวครั้งต่อไป (กฤษฎา, 2546ก) ดังนั้น ถ้าพิจารณาเฉพาะค่า GCA ของผลผลิตเพียงอย่างเดียว ตัวทดสอบ WS 833 และ WS 819 จึงเหมาะสมสำหรับเป็นตัวทดสอบของสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้

สมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability, SCA)

ผลการทดลองพบว่า มี 22 คู่ผสมที่มี SCA แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (Table 2)โดยมี 10 คู่ผสมที่มี SCA มีค่าเป็นบวกสูง เช่น คู่ผสมระหว่าง (Kei 1303 × Ki 48)-S_4-9-1-1-1 × Ki 60 (SCA=583), (Kei 1420 × Ki 48)-S_4-142-1-1-1 × Ki 60 (SCA=569) และ (Kei 1303 × Ki 48)-S_4-141-1-1-1 × Ki 60 (SCA=394) (Table 2) และสอดคล้องกับการให้ผลผลิตที่สูงด้วยโดยมีผลผลิตเฉลี่ย 1,443, 1,511 และ 1,384 กก./ไร่ (Table 1) ตามลำดับ ซึ่ง SCA เป็นความสามารถของสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งเมื่อผสมกับอีกสายพันธุ์หนึ่งแล้วให้ลูกผสมที่ดีซึ่งเป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ของยีนส่วนใหญ่ที่ไม่เป็นผลบวก (non-additive gene) (กฤษฎา, 2546ข) ในทางตรงกันข้ามมี 12 คู่ผสมที่มีค่า SCA เป็นลบซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นคู่ผสมที่ให้ผลผลิตไม่ดี เช่น คู่ผสม (Kei 1528 × Ki 60)-S_4-40-3-2-1 × Ki 60 (SCA = -181), (Kei 1528 × Ki 60)-S_4-61-1-1-1 × Ki 60 (SCA= -292) และ (Kei 1528 × Ki 60)-S_4-166-2-1-1 × Ki 60 (SCA= -256) (Table 2) มีผลผลิต 681, 656 และ 624 กก./ไร่ (Table 1) ตามลำดับ นอกจากนี้ คู่ผสม (Kei 1528 × Ki 60)-S_4-61-1-1-1 × WS 819 (SCA = 195) ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 1,512 กก./ไร่ มีค่า SCA เป็นบวกและแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาสายพันธุ์ตามกลุ่มเฮตเทอโรซีส (heterotic group) สายพันธุ์จากกลุ่ม SWG ได้แก่ (Kei 1303 × Ki 48)-S_4-9-1-1-1 × Ki 48, (Kei 1303 × Ki 48)-S_4-141-1-1-1 × Ki 48 และ (Kei 1420 × Ki 48)-S_4-142-1-1-1 × Ki 48 เมื่อผสมกับตัวทดสอบ Ki 60 ที่เป็นสายพันธุ์จากกลุ่ม NSWG จะให้ค่า SCA ที่เป็นบวกสูง 583, 394 และ 569 ตามลำดับ แต่เมื่อนำไปผสมกับตัวทดสอบ Ki 48 ที่เป็นสายพันธุ์จากกลุ่มพันธุ์สุวรรณ จะให้ค่า SCA ที่มีค่าเป็นลบ -159, -203 และ -517 ตามลำดับ (Table 2) ดังนั้น ถ้าสายพันธุ์ที่ต้องการปรับปรุงพันธุ์สำหรับสร้างลูกผสมเดี่ยวที่มีการจัดกลุ่มเฮตเทอโรซีสแล้ว การใช้ตัวทดสอบที่มาจากต่างกลุ่มเฮตเทอโรซีสเป็นตัวทดสอบจะก่อให้เกิดเป็นประโยชน์ต่อการสร้างลูกผสมเดี่ยวที่มีผลผลิตสูงมากกว่าการใช้เฉพาะค่า GCA ที่สูงเป็นตัวคัดเลือกตัวทดสอบ

Table 1 Mean of grain yield from the 44 crosses of 11 lines and 4 testers with 5 check varieties

Lines	Testers			
	Ki 48	Ki 60	WS 833	WS 819
(Kei 1303 × Ki 48)-S_4-9-1-1-1	938	1443	953	1078
(Kei 1303 × Ki 48)-S_4-141-1-1-1	1024	1384	1175	1348
(Kei 1420 × Ki 48)-S_4-142-1-1-1	662	1511	1271	1294
(Kei 1421 × Ki 60)-S_4-22-2-1-1	1355	880	1378	1132
(Kei 1421 × Ki 60)-S_4-36-1-1-1	1242	686	1330	1320
(Kei 1421 × Ki 60)-S_4-68-1-1-1	1052	721	1257	1158
(Kei 1421 × Ki 60)-S_4-68-1-2-1	1225	752	1283	1499
(Kei 1528 × Ki 60)-S_4-40-3-2-1	1361	681	1169	1207
(Kei 1528 × Ki 60)-S_4-61-1-1-1	1101	656	1495	1512
(Kei 1528 × Ki 60)-S_4-166-2-1-1	1272	624	1381	1214
(Kei 1019 × Ki 60)-S_4-12-1-3-1	1456	740	1406	1375
Average of line × tester	1159			
Pac 339	1255			
S 7328	1640			
SW 5720	1515			
NS 5	1189			
SW 5819	1333			
Average of check variety	1386			
Mean	1182			
F-test	**			

** Significant at the 0.01 probability levels

Table 2 General combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) of grain yield from 11 lines × 4 testers

Lines	Testers				GCA (line)
	Ki 48	Ki 60	WS 833	WS 819	
(Kei 1303 × Ki 48)-S_4-9-1-1-1	-159*	583**	-273**	-151^{ns}	-56^{ns}
(Kei 1303 × Ki 48)-S_4-141-1-1-1	-203*	394**	-180*	-11^{ns}	74^{ns}
(Kei 1420 × Ki 48)-S_4-142-1-1-1	-517**	569**	-36^{ns}	-16^{ns}	25^{ns}
(Kei 1421 × Ki 60)-S_4-22-2-1-1	175*	-63^{ns}	69^{ns}	-180*	27^{ns}
(Kei 1421 × Ki 60)-S_4-36-1-1-1	103^{ns}	-216*	63^{ns}	50^{ns}	-15^{ns}

Table 2 (continued).

Lines	Testers				GCA (line)
	Ki 48	Ki 60	WS 833	WS 819	
(Kei 1421 × Ki 60)-S_4-68-1-1-1	10 ^{ns}	-83 ^{ns}	88 ^{ns}	-15 ^{ns}	-112*
(Kei 1421 × Ki 60)-S_4-68-1-2-1	41 ^{ns}	-195*	-30 ^{ns}	183*	31 ^{ns}
(Kei 1528 × Ki 60)-S_4-40-3-2-1	262**	-181*	-58 ^{ns}	-23 ^{ns}	-54 ^{ns}
(Kei 1528 × Ki 60)-S_4-61-1-1-1	-84 ^{ns}	-292**	182*	195*	32 ^{ns}
(Kei 1528 × Ki 60)-S_4-166-2-1-1	155*	-256**	136 ^{ns}	-35 ^{ns}	-37 ^{ns}
(Kei 1019 × Ki 60)-S_4-12-1-3-1	217**	-261**	39 ^{ns}	5 ^{ns}	85*
GCA (tester)	-5 ^{ns}	-243*	122*	126**	

ns = Non-significant, *, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

สรุป

การทดสอบผลผลิตข้าวโพดไร่ลูกผสมเดี่ยวจำนวน 44 คู่ผสม เพื่อปลูก ในสภาพดินนา ฤดูแล้ง เขตชลประทาน คู่ผสม (Kei 1528 × Ki 60)-S_4-61-1-1-1 × WS 819 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด และมีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะเป็นบวก ส่วนสายพันธุ์ (Kei 1019 × Ki 60)-S_4-12-1-3-1 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปเป็นบวกสูงที่สุด ในขณะที่ตัวทดสอบที่มีค่าสมรรถนะการผสมที่ดี คือ WS 833 และWS 819 อย่างไรก็ตาม ลูกผสมที่ศึกษาในครั้งนี้ได้มาจากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) จำเป็นต้องปรับปรุงและพัฒนาต่อไปทั้งด้านผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ เพื่อใช้เป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับเกษตรกรได้ที่ต้องการปลูกพืชในสภาพดินนา ฤดูแล้ง เขตชลประทาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท WS Seeds (Thailand) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด WS 833 และ WS 819 สำหรับใช้เป็นตัวทดสอบ (tester)

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์.2546ก. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักพิมพ์หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์.2546ข. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักพิมพ์หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ..

ชูศักดิ์ จอมพุก, สรรเสริญ จำปาทอง, กิตติ บุญเลิศนิรันดร์, พีรนุช จอมพุก, จุฑามาศ ร่มแก้ว, ชเนษฎ์ ม้าลำพอง. 2561. การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมเพื่อปลูกในดินนาฤดูแล้งเขตชลประทานภาคกลาง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2562. วิธีวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์ปริมาณในการปรับปรุงพันธุ์พืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561. สถานการณ์การผลิตและการตลาดปี 2561. https://www.moac.go.th/news-preview-401491791323, 20 กรกฎาคม 2561.

สุจิตร ใจจิตร, วีระพงษ์ เย็นอ่วม, จันทนา ใจจิตร, ทองหยด จีราพันธ์, ไพวงศ์ แสงชัชวาลวงศ์. 2557. การทดสอบระบบการปลูกพืชข้าว-ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ชลประทานจังหวัดนครสวรรค์. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองสิ้นสุด. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ฯ. กรุงเทพฯ.

Dhillon, B.S., Singh, A.K., B.P.S. Lather, Srinivasan, G. 2004a. Advances in hybrid breeding methodology. In: Jain, H.K., Kharkwal, M.C. (Eds.). Plant Breeding Mendelian to Molecular Approaches. Narosa Publishing House. New Delhi, India. pp. 419–450.

Hallauer, A.R., Miranda, J.B. 1988a. Quantitative genetics in maize breeding, 2nd ed. Iowa State Univ. Press. USA.

Hallauer, A.R., Miranda, J.B. 1988b. Quantitative genetics in maize breeding, 2nd ed. Iowa State Univ. Press. USA.

Haullauer, A.R., Russell, W.A., Lamkey, K.R. 1998a. Corn breeding. In: Sprague, G.F., Dudley, J.W. (Eds.). Corn and corn improvement. 3rd ed. ASA, CSSA and SSSA. WI, USA, pp. 463–564.

Haullauer, A.R., Russell, W.A., Lamkey, K.R. 1998b. Corn breeding. In: Sprague, G.F., Dudley, J.W. (Eds.). Corn and corn improvement. 3rd ed. ASA, CSSA and SSSA. WI, USA. pp. 463–564.

Kempthorne, O. 1957a. An introduction to genetic statistics. John Wiley and Sons, inc. New York, USA.

Kempthorne, O. 1957b. An introduction to genetic statistics. John Wiley and Sons, inc. New York, USA.

R Development Core Team. 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

Reif, J.C., Melchinger, A.E., Xia, X.C., Warburton, M.L., Hoisington, D.A., Vasal, S.K., Beck, D., Bohn, M., Frisch, M. 2003. Use of SSRs for establishing heterotic groups in subtropical maize. Theo. Appl. Genet. 107: 947–957.

United States Department of Agriculture (USDA). 2018. World Agricultural Supply and Demand Estimates. USA. https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf, 11 December 2018.

การปรับปรุงผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวสีขาวด้วยการคัดเลือกแบบผังรวงผึ้ง

Yield improvement in white waxy corn by honeycomb selection design

ประเสริฐ ยอดลวด, ชูศักดิ์ จอมพุก*

Prasert Yodluad, Choosak Jompuk*

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrcsj@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในสภาพที่มีความหนาแน่นของพืชต่ำโดยใช้การคัดเลือกแบบผังรวงผึ้งและผลิตลูกผสมเดี่ยว ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ แปซิฟิกสามสี เบอร์ 1 มาผสมตัวเองได้สายพันธุ์ชั่วที่ 2 (F_2) หลังจากนั้นใช้การคัดเลือกแบบผังรวงผึ้งจำนวน 4 รอบในสภาพที่มีการแข่งขันต่ำ คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงและมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีในแต่รุ่น คัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) 18 สายพันธุ์ แล้วผสมข้ามกับ 2 ตัวทดสอบ ST41280 และ ST41284 การทดสอบผลผลิตลูกผสมและพันธุ์ร่วมทดสอบใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ใน 2 สภาพแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของลูกผสมอยู่ระหว่าง 1,824– 2,862 กก./ไร่ ในขณะที่ผลผลิตฝักทั้งเปลือกพันธุ์ร่วมทดสอบอยู่ระหว่าง 1,842–2,745 กก./ไร่ เมื่อพิจารณาทั้งผลผลิต ลักษณะทางการเกษตรที่ดี และคุณภาพการบริโภคฝักสด สามารถคัดเลือกลูกผสมที่ดี 1 คู่ผสม คือ L105 × ST41284 (2,799 กก./ไร่)

คำสำคัญ: ข้าวโพดข้าวเหนียว, ความหนาแน่นต้นพืช, ผลผลิต, ผังรวงผึ้ง

Abstract

This study's objective was to select the waxy corn inbreeding lines with low plant density using honeycomb selection and produce the single cross hybrid. The waxy corn, tri-color PAC #1 were self-pollinated to obtain the F_2 generation. After that, four cycles of honeycomb selection in the low-competitive environment were handled to select the lines having high yield and good agronomic traits. Eighteen S_5 lines were selected and crossed with two tester lines, ST41280 and ST41284. Yield trials of F_1 hybrids and three check varieties were done in a randomized complete block design (RCBD) with three replications in two environments. Results showed that the green ear yield of hybrids ranged 1,824–2,862 kg/rai while the green ear yield of check varieties ranged 1,842–2,745 kg/rai. When combining the green ear yield, good agronomic traits, and eating quality, one cross was selected, namely L105×ST41284 (2,799 kg/rai).

Keywords: honeycomb design, plant density, waxy corn, yield

คำนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (*Zea mays ceratina*) เป็นข้าวโพดรับประทานฝักสดที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย มีการปลูกและจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นทั่วทุกภาค และยังสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี และในหลากหลายพื้นที่ ข้าวโพดข้าวเหนียวมีลักษณะเมล็ดประกอบด้วยแป้งอ่อนที่มีความเหนียวนุ่มมีองค์ประกอบของแป้งส่วนใหญ่เป็นแอมิโลเปกติน (amylopectin) ลักษณะดังกล่าวนี้ถูกควบคุมด้วยยีน waxy ซึ่งเป็น recessive gene (*wxwx*) อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 9 ทำให้สร้างแอมิโลเปกตินที่เป็นแป้งโมเลกุลใหญ่จับกันแบบ branch chain แทนที่แอมิโลสในเอนโดสเปิร์ม และละอองเกสร (Coe and Neuffer, 1988) ปริมาณพื้นที่ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวในช่วงเดือนธันวาคมมีประมาณ 41,958 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) นอกจากนี้ ประเทศเพื่อนบ้านที่อยู่ใกล้เคียงกับประเทศไทย (เมียนมาร์, กัมพูชา, ลาว และมาเลเซีย) มีการบริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยเช่นกัน ทำให้ปริมาณความต้องการของข้าวโพดข้าวเหนียวมากยิ่งขึ้น ในอดีตพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในประเทศไทยเป็นพันธุ์ผสมเปิด (open-pollinated variety) แต่หลังจากที่ความนิยมในการบริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้เกิดการพัฒนาเป็นพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (single cross hybrid) มากขึ้นทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนส่งผลให้คุณภาพการบริโภค ลักษณะทางการเกษตรต่างๆ และผลผลิตต่อไร่ดีขึ้น จนเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรแพร่หลายมากขึ้นและมีการพัฒนาสายพันธุ์ต่างๆ ออกมาอย่างต่อเนื่องทั้งในรูปแบบของการรวบรวมสายพันธุ์จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย แล้วปลูกคัดเลือกได้พันธุ์ผสมเปิดที่มีความสม่ำเสมอ มีผลผลิตสูงและคุณภาพดี (สุรณี และคณะ, 2540) การคัดเลือกอาจใช้วิธี S_1 recurrent selection แล้วตามด้วย modified mass selection ทำให้ได้ข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลำต้นที่แข็งแรงสม่ำเสมอ คุณภาพในการบริโภคที่ดีขึ้นมีรสหวานหอม มีความเหนียวนุ่ม ไม่ติดฟัน และมีผลผลิตสูงโดยเฉลี่ยต้นละ 3 ฝัก เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2534) หรือใช้วิธีสร้างลูกผสมระหว่างประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมืองโดยลูกผสมมีลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตที่ดีกว่าพันธุ์พ่อแม่ (คมสัน และคณะ, 2541) นอกจากนี้การนำสายพันธุ์จากต่างประเทศ (exotic variety) มาร่วมเป็นแหล่งเชื้อพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในปัจจุบันมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากสายพันธุ์จากต่างประเทศจะมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีอยู่มาก โดยเฉพาะการให้ผลผลิตสูง แต่อย่างไรก็ตามสายพันธุ์เหล่านี้ เมื่อนำมาปลูกในประเทศไทยจะมีปัญหาในเรื่องของการปรับตัว ทั้งในเรื่องของช่วงแสง และการไม่ต้านทาน ต่อโรคและแมลงที่มีอยู่ในประเทศ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ในปัจจุบันจึงพยายามที่จะแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ (ธวัช และคณะ, 2538; โชคชัย และคณะ, 2544) อย่างไรก็ตาม การใช้แหล่งพันธุกรรมจากแหล่งใดก็ตามจะต้องผ่านกระบวนการคัดเลือก เพื่อแก้ปัญหาความแปรปรวนของพื้นที่การทดลอง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การคัดเลือกไม่มีประสิทธิภาพ Fasoulas and Fasoula (1995) ได้เสนอการคัดเลือกแบบผังรวงผึ้ง (honeycomb selection design) ซึ่งมีเอกลักษณ์เฉพาะของการเรียงตัวของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า ทำให้มีลักษณะคล้ายรวงผึ้ง มีการจัดระยะปลูกแบบหยอดหลุม (hill plots) อย่างมีระบบ (systematic) และมีการสุ่มตัวอย่างของความแตกต่างของพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ระบบการวิเคราะห์จำนวนซ้ำเคลื่อนที่ (moving replicates) มีการนำมาใช้คัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดภายใต้สภาพที่ไร้การแข่งขันในผังการการปลูกแบบรวงผึ้ง พบว่าการคัดเลือกโดยใช้วงกลมเคลื่อนที่ให้สายพันธุ์ผสมตัวเองที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม และมีสมรรถนะการผสม (combining ability) ด้านผลผลิตที่ดีที่สุด (ธนพงษ์, 2546) ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในสภาพที่มีความหนาแน่นของพืชต่ำโดยใช้การคัดเลือกแบบผังรวงผึ้งและผลิตลูกผสมเดี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยวพันธุ์การค้า แปซิฟิคสามสี เบอร์ 1 ปรับปรุงพันธุ์โดยบริษัท แปซิฟิค (ประเทศไทย) จำกัด

2. สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 8 (S_8) จากข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ ST41280: (Glu.DMR.Comp.p#41B) และ ST41284 : (Glu.DMR.Comp.p#41C) จากบริษัท ฮอทิเจนเนติคส์ รีเสิร์ช (เอส.อี.เอเชีย) จำกัด

3. ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ร่วมทดสอบ 3 พันธุ์ คือ เหนียวม่วงแต้ม, สวีทไวโอเล็ต และสวีทไวท์ 25

วิธีการ

1. ปลูกเพื่อสกัดสายพันธุ์

1.1 นำข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยวพันธุ์การค้า แปซิฟิคสามสี เบอร์ 1 มาปลูกเมื่อถึงระยะผสมพันธุ์ได้ผสมตัวเอง (selfing) และเมื่อสุกแก่เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่สมบูรณ์เป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) จำนวน 20 สายพันธุ์ โดยเลือกเฉพาะฝักที่มีเมล็ดเป็นสีขาว

1.2 นำสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) จำนวน 20 สายพันธุ์มาปลูกในผังการปลูกแบบรวงผึ้งโดยใช้ระยะระหว่างต้นเท่ากับ 0.86 เมตร และระยะระหว่างแถวเท่ากับ 0.75 เมตร โดยปลูกแบบสลับฟันปลา ทำให้ได้ระยะระหว่างต้นข้าวโพดมีระยะเท่ากัน คือ 0.86 เมตร (Figure 1) โดยปลูกแบบมีซ้ำ จำนวน 50 ซ้ำ/สายพันธุ์ มีจำนวน S_1 ทั้งหมด 1,000 ต้น ผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) การคัดเลือกสายพันธุ์ S_2 เพื่อนำไปปลูกต่อโดยดูผลผลิตเมล็ดของแต่ละต้นเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกผ่านวิธีการคัดเลือกแบบวงกลมเคลื่อนที่ (moving circle) และการคัดเลือกจากลักษณะทางฟีโนไทป์ของวันออกดอกตัวผู้ (anthesis) และวันออกไหม (silking) ที่ใกล้เคียงกันเพื่อช่วยคัดเลือก 20 สายพันธุ์ สำหรับการปลูกในรอบคัดเลือกต่อไป

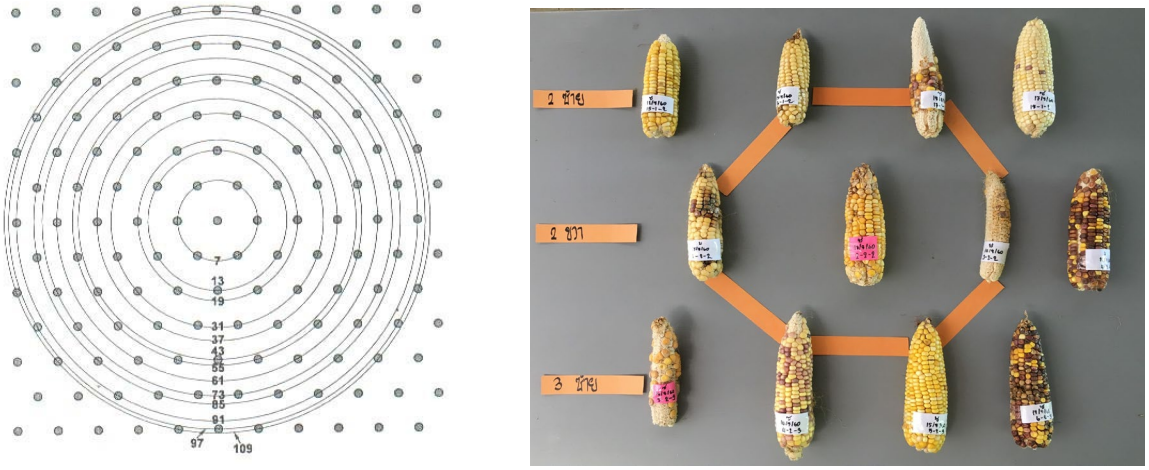


Fig. 1 The layout of honeycomb selection design

1.3 นำสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่ผ่านการคัดเลือกแบบ honeycomb มาปลูกในลักษณะเดิม (ข้อ 1.2) แล้วผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3)

1.4 นำสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) จำนวน 20 สายพันธุ์ ที่ผ่านการคัดเลือกแบบ honeycomb มาปลูกในลักษณะเดิม (ข้อ 1.2) แล้วผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4)

2. ปลูกเพื่อสร้างลูกผสมเดี่ยว (single cross hybrid)

นำสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) มาปลูกเพื่อสร้างลูกผสมเดี่ยวแบบ Topcross ด้วยตัวทดสอบที่มาจากต่างกลุ่มเฮเทอโรซีส (heterotic group) โดยเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 ที่มีวันออกดอกใกล้เคียงกันกับตัวทดสอบ (tester) จำนวน 18 สายพันธุ์ (line) ซึ่งมาจาก 2 กลุ่มเฮเทอโรซีส กลุ่มแรกมีจำนวน 9 สายพันธุ์ ผสมกับตัวทดสอบ ST41280 และกลุ่มที่ 2 อีก 9 สายพันธุ์ ผสมกับตัวทดสอบ ST41284 โดยใช้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 เป็นพันธุ์แม่ ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1 hybrid) จำนวน 18 คู่ผสม

3. ปลูกเพื่อทดสอบผลผลิตลูกผสม

ปลูกทดสอบผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 34 คู่ผสม และพันธุ์ร่วมทดสอบ 3 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์เหนียวม่วงแต้ม พันธุ์สวีทไวท์ และพันธุ์สวีทไวท์ 25 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ใช้ระยะปลูก 0.75×0.30 ตารางเมตร ปลูกจำนวน 4 แถว แถวยาว 3 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 จำนวน 40 กก./ไร่ ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าด้วยยูเรีย 46-0-0 จำนวน 40 กก./ไร่ ที่อายุ 21 วันหลังปลูก เก็บข้อมูลผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก (green weight) และผลผลิตปอกเปลือก (white weight) จาก 2 แถว แล้ววิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตเป็นกิโลกรัม/ไร่ และเก็บข้อมูลลักษณะทางการเกษตร เช่น ความสูงต้น ความสูงฝัก วันออกไหม วันเก็บเกี่ยว และคุณภาพบริโภค (eating quality) โดยประเมินจากการกัดชิมแล้วให้คะแนนความชอบ 1–5 โดย 1 ชอบมากที่สุด (the best) และ 5 มีความชอบน้อยที่สุด (the poorest)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ของข้อมูลผลผลิตน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก (ear yield with husk) และน้ำหนักฝักสดปอกเปลือก (ear yield without husk) ข้อมูลจากทั้ง 2 สภาพแวดล้อม (ปลูกที่ จ.สุพรรณบุรี และ จ.เชียงใหม่) มี homogeneity เมื่อทดสอบด้วย Bartlett's test (data not shown) ดังนั้นจึงนำข้อมูลจากทั้ง 2 สภาพแวดล้อมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม พบว่า ผลผลิตน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (Table 1) ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกของลูกผสมมีค่าระหว่าง 1,880–2,799 กก./ไร่ มีค่าเฉลี่ย 2,39 กก./ไร่ (Table 1) ขณะที่พันธุ์ร่วมทดสอบ (check) มีผลผลิตระหว่าง 1,842–2,221 กก./ไร่ มีค่าเฉลี่ย 2,269 กก./ไร่ เมื่อใช้พันธุ์สวีทไวท์ 25 (Sweet white 25, ck1) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่ามี 3 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม L551×ST24280 (2,862 กก./ไร่), L105×ST41284 (2,799 กก./ไร่) และ L877×ST41284 (2,706 กก./ไร่) ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์สวีทไวท์ 25 (2,221 กก./ไร่, ข้าวโพดข้าวเหนียวสีขาว) อย่างมีนัยสำคัญ ($LSD_{0.05}$ = 470 กก./ไร่) ในขณะที่น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมี

นัยสำคัญยิ่ง ลูกผสมมีผลผลิตระหว่าง 1,081–1,609 กก./ไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 1,400 กก./ไร่ และพันธุ์ร่วมทดสอบสวีทไวท์ 25 มีผลผลิตเฉลี่ย 1,350 กก./ไร่ เมื่อพิจารณา 3 คู่ผสมที่ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกสูงดังกล่าวข้างต้น พบว่ามี 2 คู่ผสมที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง ได้แก่คู่ผสม L551×ST24280 (1,608 กก./ไร่) และ L877×ST41284 (1,598 กก./ไร่) ซึ่งมากกว่าพันธุ์สวีทไวท์ 25 ประมาณ 250 กก./ไร่ จะเห็นได้ว่าผลผลิตของลูกผสมส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการผสมพันธุ์โดยใช้พันธุ์ทดสอบ (tester) ได้แก่ ST41284 และ ST24280 ผสมข้ามกับสายพันธุ์ที่อยู่ต่างเฮเทอโรซีสกันซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตของลูกผสมได้มากกว่าการผสมภายในกลุ่มเฮเทอโรซีสเดียวกันทั้งในข้าวโพดข้าวเหนียว (Boonlertnirun et al., 2012) และข้าวโพดไร่ (Suwanatape et al., 2020) อย่างไรก็ตาม ในช่วงการคัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองที่ใช้เป็นพันธุ์แม่ในการทดลองนี้ใช้การคัดเลือกแบบผังรวงผึ้งซึ่งเป็นการคัดเลือกในสภาพการแข่งขันระหว่างต้นต่ำหรือไร้การแข่งขันเป็นการเปิดโอกาสให้สายพันธุ์ผสมตัวเองในแต่ละต้นแสดงศักยภาพของพันธุ์ออกมาได้อย่างเต็มที่ ทำให้การคัดเลือกเพื่อดูผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรต่างๆ ของแต่ละต้นได้ชัดเจน แต่เมื่อนำสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) ที่คัดเลือกไว้มาปลูกในระยะปลูกปกติภายใต้การแข่งขันในพันธุกรรมเดียวกันการแสดงออกของสายพันธุ์จะแข่งขันกันได้อย่างเท่าเทียมกัน และผลผลิตของสายพันธุ์จะค่อนข้างสูง(กฤษฎา, 2551) ซึ่งเหมาะที่จะนำมาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว อย่างไรก็ตาม ผลผลิตของลูกผสมที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ผสมตัวเองที่คัดเลือกแบบผังรวงผึ้งยังมีความจำเป็นต้องผสมพันธุ์และทดสอบผลผลิตเหมือนกับการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมตามวิธีปกติ (conventional breeding) แต่จะมีสมรรถนะการผสม (combining ability) ด้านผลผลิตที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการคัดเลือกในระยะปลูกปกติ (ธนพงษ์, 2546) ในการทดสอบผลผลิตลูกผสม พบว่าอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ (data not shown) โดยสภาพแวดล้อมของ จ.เชียงใหม่ ข้าวโพดมีผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก และฝักสดปอกเปลือกเฉลี่ยรวมสูงกว่าการปลูกที่ จ.สุพรรณบุรี ประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นการทดสอบหาเสถียรภาพของพันธุ์ในหลายสภาพแวดล้อมที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวเพื่อการค้ายังมีความจำเป็นก่อนที่จะทำเป็นพันธุ์การค้า

Table 1 Mean of ear yield with husk (green), ear without husk (white), plant height (ph), ear height (eh), silking date (silk), harvesting date and eating quality of F_1 hybrids and 3 check varieties of combined over 2 environments

Crosses	Ear yield (kg/rai)		Yield relative to check (ck1) (%)		plant height	Ear height	Silking date	Harvest date	Eating quality
	green	white	green	white	(cm)	(cm)	(d)	(d)	(1–5)[1/]
L108 × ST41280	2,239	1,310	101	97	232	107	40	69	
L145 × ST41280	2,312	1,371	104	102	256	101	39	71	
L147 × ST41280	2,116	1,351	95	100	229	93	40	68	
L155 × ST41280	2,378	1,445	107	107	247	106	39	68	
L245 × ST41280	1,880	1,081	85	80	216	86	42	68	
L408 × ST41280	1,824	1,132	82	84	227	92	41	70	
L551 × ST41280	2,862	1,608	129	119	243	91	39	70	2.1

Table 1 (continued).

Crosses	Ear yield (kg/rai)		Yield relative to check (ck1) (%)		plant height	Ear height	Silking date	Harvest date	Eating quality
	green	white	green	white	(cm)	(cm)	(d)	(d)	(1–5)[1/]
L562 × ST41280	2,583	1,379	116	102	248	102	38	68	
L809 × ST41280	2,366	1,385	107	103	236	96	40	68	
L51 × ST41284	2,690	1,526	121	113	231	85	37	69	
L53 × ST41284	2,260	1,392	102	103	240	88	38	68	
L66 × ST41284	2,487	1,323	112	98	245	100	36	68	
L105 × ST41284	2,799	1,470	126	109	249	96	40	70	1.1
L108 × ST41284	2,451	1,495	110	111	228	96	39	72	
L196 × ST41284	2,159	1,299	97	96	241	101	37	68	
L491 × ST41284	2,395	1,425	108	106	237	92	39	70	
L877 × ST41284	2,706	1,598	122	118	233	92	40	70	2.3
L896 × ST41284	2,503	1,609	113	119	226	94	41	70	
Average of crosses	2,389	1,400	-	-	237	95	39	69	
Sweet White 25 (ck1)	2,221	1,350	100	100	236	86	36	67	1.1
Sweet Violet (ck2)	2,745	1,771	124	131	239	89	38	68	
Niew Mung Tam (ck3)	1,842	1,229	83	91	241	83	36	67	
Average of checks	2,269	1,450	-	-	239	86	37	67	-
F-test	**	**	-	-	**	**	**	**	-
$LSD_{0.05}$	470	284	-	-	15.34	13.02	1.84	1.45	-
C.V. (%)	13.42	12.84	-	-	4.26	8.69	2.78	1.83	-

[1/] 1= the best, and 5 = the poorest, ** Significant at the 0.01 probability levels, and - = Not determine

ลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ ความสูงต้น ความสูงฝัก วันออกไหม และวันเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (Table 1) ความสูงต้นของลูกผสมมีค่าระหว่าง 216–256 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 237 เซนติเมตร ขณะพันธุ์ร่วมทดสอบมีค่าเฉลี่ย 239 เซนติเมตร ความสูงฝักลูกผสมมีค่าระหว่าง 86–107 เซนติเมตร วันออกไหมของลูกผสมอยู่ระหว่าง 36–41 วัน ในขณะที่พันธุ์ร่วมทดสอบมีวันออกไหมเฉลี่ย 37 วัน สามารถเก็บเกี่ยวข้าวโพดข้าวเหนียวฝักสดของลูกผสมตั้งแต่ 68 วัน จนถึงข้าวโพดอายุยาวสุด 70 วัน อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดข้าวเหนียวจะเป็นที่นิยมสำหรับผู้บริโภคหรือไม่นั้น ปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือ ความเหนียวนุ่มและรสชาติ หรือเรียกรวมๆ ว่าความชอบของบริโภค (eating quality) พันธุ์ที่ให้ผลผลิตฝักสดสูงกว่าพันธุ์ร่วมทดสอบสวีทไวท์ 25 จำนวน 3 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม L551×ST24280 (2,862 กก./ไร่), L105×ST41284 (2,799 กก./ไร่) และ L877×ST41284 (2,706 กก./ไร่) ดังนั้นเมื่อนำความชอบของผู้บริโภคมาร่วมพิจารณาในการคัดเลือกพันธุ์ คู่ผสม L105×ST41284 เป็นคู่ผสมที่ดีที่สุดจากการทดลองนี้

สรุป

การคัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองภายใต้แผนการปลูกแบบผังรวงผึ้งในแต่ละชั่วจนถึงสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) แล้วนำสายพันธุ์มาผสมกับตัวทดสอบต่างกลุ่มเฮเทอโรติก การทดสอบผลผลิตใน 2 สภาพแวดล้อม สามารถคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยวที่มีผลผลิตดีกว่าพันธุ์สวีทไวท์ 25 (2,221 กก./ไร่) คือคู่ผสมระหว่าง L105×S41284 (2,799 กก./ไร่) นอกจากนี้ยังมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และมีคุณภาพการบริโภคฝักสดในระดับเดียวกับพันธุ์สวีทไวท์ 25

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท ฮอทิเจนเนติคส์ รีเสิร์ช (เอส.อี.เอเชีย) จำกัดจำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด S41284 และ S41280 สำหรับใช้เป็นตัวทดสอบ (tester)

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. ภาพรวมการปลูกพืชผัก: ปีเพาะปลูก 2562. http://www.agriinfo.doae.go.th/year63/plant/rortor/veget/total.pdf, 6 เมษายน 2564.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2551. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คมสัน อำนวยสิทธิ์, ประเทือง สง่าจิตร, นาลอน สีมูลละ. 2541. ศักยภาพลูกผสมระหว่างพันธุ์ผสมเปิดของข้าวโพดเทียนพันธุ์พื้นเมือง. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก. พิษณุโลก.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, นพพงศ์ จุลจอหอ, ฉัตรพงศ์ บาลลา. 2544. ศักยภาพของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม. ใน: สัมมนาข้าวโพดหวานอุตสาหกรรมครั้งที่ 7. กลุ่มงานเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ, หน้า 1–9.

ธนพงษ์ อวนกลิ่น. 2546. การคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดที่ให้ผลผลิตสูงโดยใช้ผังการทดลองแบบรวงผึ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัช ลวะเปารยะ, ปรีชา โพธิ์ปาน, สุภาภรณ์ จ้อยเจริญ, เนตร เพ็ชระ, ศศิธร ภรินทนันท์. 2538. การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวหวานสีขาวลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ฉัตรเงิน. ใน: การประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 26, พิษณุโลก. หน้า 5–15.

ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2534. ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ SSRTW8801. สรุปรายงานวิจัยพืชไร่, สถาบันวิจัยพืชไร่. เชียงใหม่.

สุรณี ทองเหลือง, ยุพาพรรณ จุฑาทอง, สำราญ ศรีชมพร, ธำรงศิลป โพธิสูง, สมพร ทองแดง. 2540. การรวบรวมสายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเทียนและข้าวโพดข้าวเหนียว. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540. สถานีวิจัยพืชไร่, สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ, ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Boonlertniran, K., Srinives, P., Sarithniran, P., Jompuk, C. 2012. Genetic distance and heterotic pattern among single cross hybrids within waxy maize (*Zea mays* L.). SABRAO J. Breed. Genet. 44: 382–397.

Coe, E.H., Neuffer, M.G. 1988. The genetics of corn. In: Sprague, G.F. (Ed.). Corn and Corn Improvement 2nd ed. The Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA.

Fasoulas, A.C., Fasoula, V.A. 1995. Honeycomb selection design. Plant Breed. Rev. 13: 87–139.

Suwanatape, T., Jampatong, S., Jompuk, C. 2020. Genetic diversity of commercial field corn hybrids in Thailand as verified by SSR markers and their inbreeding depression. Curr. Appl. Sci. and Tech. 20: 429–439.

ประสิทธิภาพของสายพันธุ์และลูกผสมแฮพลอยด์อินดิวเซอร์เขตร้อนที่มีต่อการผลิตข้าวโพดแฮพลอยด์

Efficiency of Tropicalized Haploid Inducer Lines and Their Hybrid on Production of Haploid Maize

เกษทิพย์ ขันนาเลา[a], พีรนุช จอมพุก[b], สรรเสริญ จำปาทอง[c], ชูศักดิ์ จอมพุก[a]*

Gedthip Khannalao[a], Peeranuch Jompuk[b], Sansern Jampatong[c], Choosak Jompuk[a]*

[a]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[b] ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[c] ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[b] Department of Applied Radiation and Isotopes, Faculty of Sciences, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[c] National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrcsj@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพของสายพันธุ์และลูกผสมแฮพลอยด์อินดิวเซอร์เขตร้อนที่มีต่อการผลิตข้าวโพดแฮพลอยด์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดแฮพลอยด์อินดิวเซอร์ให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยและสามารถนำไปชักนำการเกิดเมล็ดแฮพลอยด์ โดยผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แท้ข้าวโพดไร่เกษตรศาสตร์ Ki 3, Ki 47 และ Ki 59 (ไม่ชักนำการเกิดแฮพลอยด์) เป็นพันธุ์แม่กับสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (Stock 6) เป็นพันธุ์พ่อ ได้ 3 คู่ผสม สายพันธุ์ในรุ่นลูกแต่ละชั่วที่มีเครื่องหมายฟีโนไทป์จากยีน *R1-nj* จะถูกคัดเลือกและผสมตัวเองจนถึงชั่วที่ 6 (S_6) แล้วคัดเลือก S_6 จำนวน 1 สายพันธุ์/คู่ผสม มาสร้างลูกผสมเดี่ยว (F_1 hybrid) แบบ chain cross ได้ 3 คู่ผสม แล้วนำสายพันธุ์และลูกผสมเดี่ยวมาทดสอบอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์กับข้าวโพดไร่ลูกผสมเดี่ยว Kei 1303 × Ki 60 กล่าวโดยสรุปลูกผสมเดี่ยวมีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์เฉลี่ย 3.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) ประมาณ 1.75 เท่า

คำสำคัญ: ข้าวโพด, ดับเบิลแฮพลอยด์, เมล็ดแฮพลอยด์, สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์

Abstract

This research's objective was to develop haploid inducer lines and their hybrids that affected haploid corn production efficiency. The haploid inducer lines were selected from three hybrids crossing between Kasetsart inbred lines, namely Ki 3 Ki 47 and Ki 59 (no inducer lines) as the female parent and haploid inducer line, Stock 6 as the female parent. In the offspring of each generation, lines with the phenotypic marker of the *R1-nj* gene were selected and self-pollinated until S_6. Then, selecting one haploid inducer line (S_6) from each cross was chosen to make three F_1-hybrids using the chain cross method. Therefore, S_6 lines and their F_1 hybrids were tested for the haploid induction rate by crossing with a field corn single cross hybrid Kei 1303 × Ki 60. In conclusion, the induction rates of F_1-hybrid inducer had an average of about 3.26 %, which was higher induction rate than its S_6 parents about 1.75 times.

Keywords: corn, double haploid, haploid inducer line, haploid seed

คำนำ

ข้าวโพดเป็นพืชที่ปลูกและใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก และเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับสาม รองจากข้าวสาลีและข้าว แต่ข้าวโพดมีผลผลิตรวมมากกว่าข้าวสาลีและข้าว ข้าวโพดนำมาใช้เป็นอาหารมนุษย์ อาหารสัตว์ พลังงานทดแทน ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย และเป็นพืชต้นแบบที่นำมาใช้ศึกษาด้านพันธุกรรมของพืชอีกด้วย (Mladenovic et al., 2013) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมได้เริ่มอย่างจริงจังเมื่อ Shull (1908) ได้เสนอวิธีการพัฒนาสายพันธุ์แท้ (inbred line) และพันธุ์ลูกผสม (hybrid) โดยการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมเริ่มจากพันธุ์ลูกผสมคู่ ลูกผสมสามทาง และลูกผสมเดี่ยว การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมมีขั้นตอนหลักอยู่ 2 ขั้นตอน คือ 1) การพัฒนาสายพันธุ์แท้ (inbred line development) และ 2) การพัฒนาพันธุ์ลูกผสม (hybrid development) ในส่วนของการพัฒนาสายพันธุ์แท้มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ของนักปรับปรุงพันธุ์และวัตถุประสงค์ของโครงการ เช่น วิธีบันทึกประวัติ (pedigree mehod) หนึ่งเมล็ดต่อต้น (single seed descent) หรือฝักต่อหลุมประยุกต์ และดับเบิลแฮพลอยด์ (double haploid) (Jumbo et al., 2011) โดยเฉพาะวิธีดับเบิ้ลแฮพลอยด์ (double haploid) ที่ใช้สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (haploid inducer) เป็นตัวชักนำให้เกิดเมล็ดแฮพลอยด์ (haploid kernel) เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในบริษัทเอกชนชั้นนำทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ และหน่วยงานราชการบางแห่งในต่างประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาสายพันธุ์แท้ด้วยวิธีดับเบิลแฮพลอยด์จะทำให้ได้สายพันธุ์แท้ที่มีระดับโฮโมไซกัส (homozygous) 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาที่รวดเร็วเพียง 2–3 ชั่ว (generation) (Chaikam et al., 2019) ในขณะที่วิธีการคัดเลือกสายพันธุ์แท้ด้วยการผสมตัวเอง (selfing) ต้องใช้เวลาในการพัฒนาสายพันธุ์นาน 7–8 ชั่ว หรือใช้เวลาประมาณ 3 ปี (กฤษฎา, 2552) การใช้สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ เกิดขึ้นเมื่อ Coe (1959) พบว่า ข้าวโพดพันธุ์ Stock 6 มีความสามารถชักนำให้เกิดเมล็ดแฮพลอยด์ ประมาณ 2.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค้นพบเป็นครั้งแรกของโลก อย่างไรก็ตาม Stock 6 เป็นข้าวโพดที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น (temperate haploid inducer) เมื่อนำมาปลูกในประเทศไทยซึ่งเป็นเขตร้อนชื้น (tropical zone) ด้วยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทำให้ Stock 3 เจริญเติบโตได้ไม่ดี มีความอ่อนแอต่อโรค ละอองเกสรไม่สมบูรณ์ และมีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (haploid induction rate) ต่ำ ดังนั้นการพัฒนาสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์เพื่อให้ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้มีการพัฒนามาแล้วประมาณ 3 ปี (สุธาสินี และคณะ, 2563) โดยใช้พันธุ์ Stock 6 ผสมกับสายพันธุ์แท้ข้าวโพดไร่ของประเทศไทย แล้วพัฒนาและสร้างเป็นประชากรชักนำการเกิดแฮพลอยด์ ซึ่งมีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์อยู่ระหว่าง 0.33–4.06 เปอร์เซ็นต์ ในการคัดแยกเมล็ดแฮพลอยด์ (haploid kernel) จากเมล็ดดิพลอยด์ (diploid kernel) จะใช้ลักษณะการเกิดสีม่วงเนื่องจากการสะสมสารแอนโทไซยานินที่เนื้อเยื่อแอลูโรน (aleurone layer) บริเวณด้านบนของเมล็ด ในขณะที่เมล็ดดิพลอยด์จะสะสมสารแอนโทไซยานินทั้งที่เนื้อเยื่อแอลูโรนและที่สคิวเทลลัม (scutellum) ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เกิดเนื่องจากอิทธิพลของยีน *R1-nj* (Coe, 1994) นอกจากนี้ การเพิ่มลักษณะรากแดง (red root) ที่เกิดจากการสะสมสารแอนโทไซยานินบริเวณรากเนื่องจากอิทธิพลของยีน *purple 1* (*Pl1*) ในสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการจำแนกเมล็ดแฮพลอยด์ในประชากรที่มียีนยับยั้งการสร้างสารแอนโทไซยานินที่เมล็ด (Chaikam et al., 2016) เพื่อเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการชักนำการเกิดเมล็ดแฮพลอยด์ของสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (haploid inducer line) และลูกผสมชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (F_1-hybrid inducer) จากสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) จาก 3 คู่ผสม ระหว่างสายพันธุ์แท้ข้าวโพดไร่ (Kesetsart inbred line, Ki) กับสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (haploid inducer, Stock 6) ได้แก่ Ki 3 × Stock 6, Ki 47 × Stock 6 และ Ki 59 × Stock 6 โดยสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 ได้ผ่านการคัดเลือกยีน *R1-nj* ในแต่ละชั่วของการผสมตัวเอง (selfing)

2. ข้าวโพดไร่ลูกผสมเดี่ยว (F_1 hybrid) คู่ผสม Kei 1311 × Ki 60

วิธีการ

1. การพัฒนาสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์

1.1 นำสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) ของทั้ง 3 คู่ผสม Ki 3 × Stock 6, Ki 47 × Stock 6 และ Ki 59 × Stock 6 มาปลูกแบบฝักต่อแถว (ear-to-row) คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรดี มีช่วงการออกดอกตัวผู้และตัวเมีย (anthesis-silking interval) ใกล้เคียงกัน และมีช่อดอกตัวผู้ขนาดใหญ่ ต้นที่คัดเลือกได้ผสมตัวเองเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความคงตัวทางพันธุกรรม (homozygosity) ได้เมล็ดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 (S_5) เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว เลือกเฉพาะฝักที่มีเมล็ดสีม่วงบริเวณเนื้อเยื่อแอลูโรนที่ส่วนบนของเมล็ด (crown region of the endosperm) และสีม่วงที่สคิวเทลัมทุกเมล็ดทั้งฝักซึ่งเป็นผลมาจากการสะสมสารแอนโทไซยานินที่เกิดจากอิทธิพลของยีน *R1-nj* และจะใช้เป็นเครื่องหมายทางฟีโนไทป์ (phenotypic marker) ของสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ ส่วนสายพันธุ์ที่เมล็ดไม่มีสีม่วงหรือมีสีม่วงไม่สมบูรณ์ทั้งฝักจะไม่นำมาปลูกต่อทั้งนี้เนื่องจากยีน *R1-nj* ยังไม่เป็น homozygous dominant

1.2 นำเมล็ดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 (S_5) ที่เลือกคัดเลือกจากเครื่องหมายฟีโนไทป์ของยีน *R1-nj* มาปลูกแบบฝักต่อแถว (ear-to-row) จำนวน 25 ต้น/สายพันธุ์ เมื่อถึงระยะออกดอกได้ผสมตัวเองของทุกต้นของแต่ละสายพันธุ์เป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) และเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว คัดเลือกเฉพาะสายพันธุ์ที่ทุกต้นภายในแถวมีเมล็ดเป็นสีม่วงที่เกิดจากยีน *R1-nj* แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ดังกล่าวนี้มียีน *R1-nj* เป็น homozygous dominant (*R1-nj R1-nj*) และเรียกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 ที่คัดเลือกไว้ว่า สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (haploid inducer line)

1.3 ปลูกสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ที่คัดเลือกจากทั้ง 3 คู่ผสม (ประชากร) เพื่อสร้างลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (F_1-hybrid inducer) ที่เกิดจากการผสมข้ามแบบ chain cross จาก 3 ประชากร ได้ลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ 3 คู่ผสม คือ 1) (Ki 47 × Stock 6)-S_6 × (Ki 3 × Stock 6)- S_6], 2) (Ki 59 × Stock 6)-S_6 × (Ki 47 × Stock 6)-S_6 และ 3) (Ki 3 × Stock 6)-S_6 × (Ki 59 × Stock 6)-S_6

2. การทดสอบอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์

2.1 การทดสอบอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์จากสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ ปลูกสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ชั่วที่ 6 (S_6) ที่คัดเลือกจากทั้ง 3 คู่ผสม ได้แก่ (Ki 3 × Stock 6)- S_6, (Ki 47 × Stock 6)-S_6 และ (Ki 59 × Stock 6)-S_6 แล้วนำไปผสมกับข้าวโพดไร่ลูกผสมเดี่ยว Kei 1311 × Ki60 โดยใช้สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์เป็นพันธุ์พ่อ

2.2 ปลูกลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ 3 คู่ผสม ที่ผสมพันธุ์ไว้ตามข้อ 1.3 แล้วนำไปผสมกับข้าวโพดไร่ลูกผสมเดี่ยว Kei 1311 × Ki60

2.3 คำนวนหาอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ จากการผสม topcross จำนวน 20 ฝัก/คู่ผสม เพื่อทดสอบความสามารถในการชักนำการเกิดแฮพลอยด์ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (HIR) จาก Equation 1

$$\text{HIR} = \frac{\text{Number of kernels with haploid embryo}}{\text{All kernels investigated}} \times 100 \quad (1)$$

2.4 เปรียบเทียบอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์เมื่อใช้สายพันธุ์และลูกผสมเดี่ยวเป็นตัวชักนำการเกิดแฮพลอยด์ด้วย t-test

2.5 เก็บข้อมูลลักษณะทางการเกษตร ความสูงต้น ความสูงฝัก วันออกดอกตัวผู้ และวันออกไหม ของสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์และลูกผสมพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ โดยเฉลี่ยมาจาก 20 ต้น/สายพันธุ์หรือคู่ผสม และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย t-test

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การพัฒนาสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์

สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 (S_5) ที่ได้จากการผสมตัวเองของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) ของทั้ง 3 คู่ผสม Ki 3 × Stock 6, Ki 47 × Stock 6 และ Ki 59 × Stock 6 การเกิดสีม่วงบริเวณเนื้อเยื่อแอลูโรนที่ส่วนบนของเมล็ดและสีม่วงที่สคิวเทลัมมี 2 แบบ กล่าวคือ 1) ทุกเมล็ดในฝักมีสีม่วง และ 2 เมล็ดคละสีม่วงและสีเหลือง แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 ที่ใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมเริ่มต้นของสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ยังมียีน *R1-nj* ที่เป็นทั้ง homozygous dominant (*R1-nj R1-nj*) และ heterozygous (*R1-nj r1-nj*) โดยสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 (S_5) ที่มีเมล็ดสีม่วงทั้งฝักเมื่อนำไปต่อแบบฝักต่อแถวแล้วผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) มีบางสายพันธุ์ให้ลูกที่มีเมล็ดสีม่วงทั้งฝักทุกต้นภายในแถว แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 5 ของสายพันธุ์ดังกล่าวนี้มียีน *R1-nj* เป็น homozygous dominant (*R1-nj R1-nj*) แล้ว คัดเลือกสายพันธุ์เหล่านี้ไว้ปรับปรุงพันธุ์ต่อไปเรียกสายพันธุ์เหล่านี้ว่าสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ ลักษณะการเกิดสีม่วงที่เมล็ดเป็นผลมาจากการสะสมสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นลักษณะทางฟีโนไทป์ที่สำคัญที่มีไว้เพื่อใช้จำแนกเมล็ดที่เป็นแฮพลอยด์ออกจากเมล็ดที่เป็นดิพลอยด์ที่เกิดจากอิทธิพลของยีน *R1-nj* (Coe, 1994) ปกติแล้วการคัดเลือกยีน *R1-nj* ควรให้เสร็จสมบูรณ์ตั้งแต่สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) (Trentin et al., 2020) แต่การทดลองนี้ได้เริ่มคัดเลือกและทดสอบ *R1-*

nj อย่างจริงจังตั้งแต่สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 โดยก่อนหน้านั้นจะคัดเลือกเฉพาะเมล็ดที่มีสีม่วงปลูกต่อเนื่องกัน แต่ไม่ได้มีการทดสอบรุ่นลูก (progeny test) ที่เกิดจากอิทธิพลของยีน *R1-nj*

สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (line) มีค่าเฉลี่ยของความสูงต้น ความสูงฝัก วันออกดอกตัวผู้ (anthesis) และวันออกไหม (silking) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะเดียวกันในลูกผสม (Table 1) เช่น ความสูงต้นและความสูงฝักของสายพันธุ์มีค่าเฉลี่ย 105 ซม. และ 43 ซม.ในขณะที่ต้นและความสูงฝักของลูกผสมมีค่าเฉลี่ย 148 ซม. และ 70 ซม. นอกจากนี้วันออกดอกตัวผู้และวันออกไหมของสายพันธุ์ก็เร็วกว่าของลูกผสมประมาณ 4–5 วัน แสดงให้เห็นว่า ลูกผสมชักนำการเกิดแฮพลอยด์มีความแข็งแรงดีกว่าสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ ซึ่งเป็นเกิดจากการผสมตัวเอง 5–6 ชั่ว พืชจะมีความสม่ำเสมอ (homozygosity) ภายในสายพันธุ์ ยีนแฝง (recessive gene) ต่างๆ ปรากฏขึ้นจากผลของอินบรีดดิ่ง (inbreeding) ความแข็งแรงของต้นและผลผลิตลดลงเป็นเหตุให้เกิดความถดถอยทางพันธุกรรม (Shull, 1908) อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงของพืชสามารถเกิดขึ้นได้จากการสร้างลูกผสมที่ได้จากสายพันธุ์แท้ หรือสายพันธุ์ที่ผสมตัวเองจนเกือบจะเป็นสายพันธุ์แท้ (กฤษฎา, 2552) สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ที่มีใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์แท้ (Trentin et al., 2020) มีเพียง ZMK1 เป็นประชากร (Shatskaya, 2010), RWS/RWK-76 (Geiger and Gordillo, 2009) และพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์เขตร้อน (tropically-adapted hybrid inducer) ที่พัฒนาโดยศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ที่เป็นพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (Prasanna et al., 2012) ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์หรือพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์อาจใช้พันธุ์ลูกผสมที่มีความแข็งแรง เช่น ความสูงต้น ช่อดอกตัวผู้ขนาดใหญ่ จากการผสมพันธุ์เพื่อสร้างเมล็ดแฮพลอยด์ต้องใช้พันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์เป็นพันธุ์พ่อ ถ้าต้นพ่อมีความสูงมากกว่าต้นแม่ การถ่ายละอองเกสรมายังต้นแม่จะเกิดขึ้นได้มากกว่า และช่อดอกตัวผู้ขนาดใหญ่จะสร้างละอองเกสรจำนวนมาก การผสมพันธุ์ข้ามจะมีโอกาสติดเมล็ดได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ในลูกผสมยังไม่พบความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (hybrid vigor) (Prasanna et al., 2012)

Table 1 Mean of agronomic characters of 3 S_6 haploid inducer lines and their F_1 hybrids from the chain cross of haploid inducer lines

Inducer variety types	Height (cm)		Days to 50% (d)	
(line and hybrids)	Plant	Ear	Anthesis	Silking
(Ki 3 × Stock 6)- S_6	140	60	49	52
(Ki 47 × Stock 6)- S_6	95	40	52	50
(Ki 59 × Stock 6)- S_6	80	30	52	49
Mean of lines	**105**	**43**	**51**	**50**
(Ki 47 × Stock 6)-S_6 × (Ki 3 × Stock 6)- S_6	132	59	54	55
(Ki 59 × Stock 6)-S_6 × (Ki 47 × Stock 6)-S_6	152	75	55	55
(Ki 3 × Stock 6)-S_6 × (Ki 59 × Stock 6)-S_6	159	77	55	54
Mean of F_1 hybrid	148	70	55	55
Line vs F_1 hybrid[1/]	**	**	**	**

[1/] test statistic with t-test, ** = highly significant difference ($p < 0.01$)

2. อัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์

การจำแนกเมล็ดแฮพลอยด์ (n) จะพิจารณาจากเมล็ดมีสีม่วงเนื่องจากอิทธิพลของยีน *R1-nj* โดยจะพบสีม่วงในส่วนของเนื้อเยื่อแอลูโรนเท่านั้น ส่วนเมล็ดดิพลอยด์ (2n) จะพบสีม่วงทั้งในส่วนของเนื้อเยื่อแอลูโรนและสคิวเทลลัม (Coe, 1994) การใช้สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) เป็นพันธุ์พ่อจำนวน 3 สายพันธุ์ ไปผสมกับข้าวโพดไร่พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว Kei 1311 × Ki 60 ได้เมล็ดทั้งหมดในแต่ละคู่ผสมอยู่ระหว่าง 4,240–9,820 เมล็ด (Table 2) โดยสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ (Ki 3 × Stock 6)- S_6 ได้เมล็ดแฮพลอยด์ 120 เมล็ด คิดเป็นอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ 1.36 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์ (Ki 47 × Stock 6)- S_6 มีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ 1.89 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ (Ki 59 × Stock 6)- S_6 มีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ 2.04 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จาก 3 สายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ได้เมล็ดทั้งหมด 22,900 เมล็ด มีเมล็ดแฮพลอยด์จำนวน 400 เมล็ด คิดเป็นอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์เฉลี่ย 1.86 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การใช้ลูกผสมเดี่ยว (F_1 hybrid) เป็นพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ที่ผสมข้ามระหว่างคู่ผสมได้ 3 คู่ผสม แล้วนำไปผสมกับข้าวโพดไร่พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว Kei 1311 × Ki 60 พบว่า ได้เมล็ดทั้งหมดในแต่ละคู่ผสมอยู่ระหว่าง 7,040-9,977 เมล็ด (Table 2) โดยมีเมล็ดแฮพลอยด์ที่ได้จากแต่ละคู่ผสมดังนี้ ลูกผสม (Ki 47 × Stock 6)-S_6 × (Ki 3 × Stock 6)- S_6 ได้ 208 เมล็ด, (Ki 59 × Stock 6)-S_6 × (Ki 47 × Stock 6)-S_6 ได้ 329 เมล็ด และ (Ki 3 × Stock 6)-S_6 × (Ki 59 × Stock 6)-S_6 ได้ 273 เมล็ด คิดเป็นอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ 2.95, 3.03 และ 3.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อคิดเฉลี่ยจากทั้ง 3 คู่ผสม พบว่ามีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์เฉลี่ย 3.26 เปอร์เซ็นต์ หากเปรียบเทียบอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ระหว่างสายพันธุ์ (1.86 เปอร์เซ็นต์) กับลูกผสมเดี่ยว (3.26 เปอร์เซ็นต์) พบว่าลูกผสมเดี่ยวมีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์สูงกว่าสายพันธุ์ผสมตัวเองประมาณ 1.75 เท่า และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ถ้าเปรียบเทียบอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ระหว่างสายพันธุ์และลูกผสมชักนำการเกิดแฮพลอยด์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่นี้ พบว่ามีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ในระดับที่ดีกว่าพันธุ์ Stock 6 ที่ใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมซึ่งมีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ 2.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมเขตอบอุ่น (temperate zone) (Coe, 1959) แต่ถ้านำพันธุ์ Stock 6 มาปลูกในประเทศไทยโดยตรงจะไม่สามารถเจริญเติบโตในสภาพปกติได้ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมของไทยเป็นเขตร้อน (tropical zone) จึงไม่สามารถใช้เป็นพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์ได้โดยตรง อย่างไรก็ตาม เมื่อนำมาผสมข้ามกับข้าวโพดไร่ของไทยและผ่านการคัดเลือกแล้ว พบว่า มีระยะเวลาการออกดอกทั้งตัวผู้และตัวเมียใกล้เคียงกับข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวของไทยมากขึ้น มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีขึ้น และยังคงมีอัตราการชักนำการเกิดแฮพลอยด์ไม่น้อยกว่าพันธุ์ Stock 6 เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมเขตอบอุ่น การเพิ่มอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์ให้สูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะทำได้ ทั้งนี้เนื่องจากยีนที่ควบคุมอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์มีหลายยีนเป็นลักษณะทางปริมาณ (Chen et al., 2020) ปัจจุบันมีสายพันธุ์ชักนำการเกิดแฮพลอยด์สายพันธุ์ใหม่ๆ มีอัตราชักนำสูงขึ้นอยู่ระหว่าง 3–16 เปอร์เซ็นต์ (Hu et al., 2016) ซึ่งเกิดจากการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์สูงแล้วนำมาผสมกันใหม่ หรือใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือกก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้ (Prigge and Melchinger, 2012; Hu et al., 2016; Chaikam et al., 2018)

Table 2 Haploid induction rates (HIR) of the S_6 lines and their F_1 hybrids among the crosses on the donor parent, Kei 1311 × Ki 60

Type of haploid inducer	Number of kernels			HIR
	Total	Diploid (2n)	Haploid (n)	(%)
(Ki 3 × Stock 6)- S_6	8,840	8,720	120	1.36
(Ki 47 × Stock 6)- S_6	4,240	3,160	80	1.89
(Ki 59 × Stock 6)- S_6	9,820	9,620	200	2.04
Total	22,900	21,500	400	Avg. = 1.86
(Ki 47 × Stock 6)-S_6 × (Ki 3 × Stock 6)- S_6	7,040	6,832	208	2.95
(Ki 59 × Stock 6)-S_6 × (Ki 47 × Stock 6)-S_6	9,977	9,651	329	3.30
(Ki 3 × Stock 6)-S_6 × (Ki 59 × Stock 6)-S_6	8,673	8,400	273	3.15
Total	25,690	24,883	810	Avg. = 3.26

Avg. = average

สรุป

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดชักนำการเกิดแฮพลอยด์ให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย และสามารถชักนำให้เกิดเมล็ดแฮพลอยด์ประสบความสำเร็จ ลูกผสมเดี่ยว (F_1-hybrid) มีอัตราชักนำการเกิดแฮพลอยด์เฉลี่ย 3.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) ประมาณ 1.75 เท่า

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี 2563 เรื่อง ประสิทธิภาพของสายพันธุ์และลูกผสมแฮพลอยด์อินดิวเซอร์เขตร้อนที่มีต่อการผลิตข้าวโพดแฮพลอยด์

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2551. การปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักพิมพ์หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุธาสินี สิงห์อูป, พีรนุช จอมพุก, สรรเสริญ จำปาทอง, ชูศักดิ จอมพุก. 2563. การพัฒนาประชากรชักนำการเกิดแฮพลอยด์ของข้าวโพดเขตร้อน. วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ. 8: 176–186.

Chaikam, V., Molenaar, M., Melchinger, A.E., Prasanna, M.B. 2019. Double haploid technology for line development in maize: Technical advances and prospects. Theor. Appl. Genet. 132: 3227–3243.

Chaikam, V., Martinez, L., Melchinger, A.E., Schipprack, W., Boddupalli, P.M. 2016. Development and validation of red root marker-based haploid inducers in maize. Crop Sci. 56: 1678–1688.

Chen, C., Xiao, Z., Zhang, J., Li, W., Li, J., Liu, C., Chen, S. 2020. Development of *in vivo* haploid inducer lines for screening haploid immature embryos in maize. Plants. 9: 739–749.

Chen, C., Xiao, Z., Zhang, J., Li, W., Li, J., Liu, C., Chen, S. 2020. Development of in vivo haploid inducer lines for screening haploid immature embryos in maize. J. Plants. Commun. 9: 739–749.

Coe, E.H. 1959. A line of maize with high haploid frequency. The American Naturalist. 93: 381–382.

Coe, E.H. 1994. Anthocyanin genetic. In: Freeling, M., Walbot, V. (Eds.). The Maize Handbook. Springer. New York, USA, pp. 279–281.

Geiger, H.H., Gordillo, G.A. 2009. Doubled haploids in hybrid maize breeding. Maydica 54: 485–499.

Hu, H., Schrag, T.A., Peis, R., Unterseer, S., Schipprack, W., Chen, S., Lai, J., Yan, J., Prasanna, B.M., Nair, S.K., Chaikam, V., Zavalishina, A., Scholten, S., Schön, C.C., Melchinger, A.E. 2016. The genetic basis of haploid induction in maize identified with a novel genome-wide association method. Genetics 202: 1267–1276.

Jumbo, M.D., Weldekidan, T., Holland, J.B., Hawk, J.A. 2011. Comparison of conventional, modified single seed descent, and double haploid breeding methods for maize inbred line development using germplasm enhancement of maize breeding crosses. J. Crop Sci. Commun. 51: 1534–1543.

Mladenovic, D.S., Andelkovic, V. 2013. New technologies for improving maize breeding. In: Babic, M., Konstantinov, K. In: Proceedings of the Fourth International Scientific Symposium “Agrosym 2013”. Bosnia and Herzegovina, pp. 27 –36.

Prasanna, B.M., Chaikam, V., Mahuku, G. 2012. Double haploid technology in maize breeding: Theory and practice. CIMMYT. Mexico.

Prigge, V., Melchinger, A.E. 2012. Production of haploids and doubled haploids in maize. Methods Mol. Biol. 877: 161–172.

Shatskaya, O.A. 2010. Haploinductors isolation in maize: Three cycles of selection on high frequency of induction of matroclinal haploids. Agric. Biol. 7: 79–86.

Shull, G.H. 1908. The Composition of a field of maize. J. Breeders Assoc. Commun. 4: 296–300.

Trentin, U.H., Frei, U.K., Lübberstedt, T. 2020. Breeding maize maternal haploid inducers. Plants. 9: 614.

การประเมินศักยภาพการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยวระหว่างสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยพะเยา

Evaluation of potential for single-cross hybrid corn development between inbred lines developed from Kasetsart University and University of Phayao

กิริยา บัวศรี[a], สุจินต์ เจนวีรวัฒน์[a]*, เฉลิมพล ภูมิไชย์[a], จุฑามาศ ร่มแก้ว[b]

Kiriya Buasri[a], Sujin Jenweerawat[a]*, Chalermpol Phumichai[a], Jutamas Romkaew[b]

[a]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[a]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: sujin.j@ku.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาพันธุ์ลูกผสมจากสายพันธุ์ที่คัดเลือกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มฐานพันธุกรรมให้กว้างขึ้นและพัฒนาจีโนไทป์ที่ดีเด่นได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยวระหว่างสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยพะเยา ปลูกทดสอบลูกผสม จำนวน 470 คู่ผสม จากแผนการผสม 22×22 factorial cross ร่วมกับพันธุ์การค้าของภาครัฐและเอกชน จำนวน 16 พันธุ์ ใน 2 สถานที่ โดยใช้แผนการทดลองแบบ 10×11 Simple Rectangular Lattice จำนวน 5 การทดลอง จากผลการทดลองพบว่า ลักษณะผลผลิตเมล็ดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในทุกการทดลอง ซึ่งได้คัดเลือกลูกผสมไว้จำนวน 94 คู่ผสม (20 เปอร์เซ็นต์) โดยใช้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดจาก 2 สถานที่ ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ และศักยภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้าของสายพันธุ์พ่อแม่ ดังนั้นลูกผสมที่พัฒนาจากสายพันธุ์แท้ระหว่างสถาบันการศึกษาดังกล่าวจึงมีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่น ซึ่งจะมีการปลูกทดสอบเพิ่มในหลายฤดูและหลายสถานที่ต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ผลผลิตเมล็ด, แผนการผสมแบบแฟคทอเรียล, พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว, สมรรถนะของสายพันธุ์

Abstract

Hybrid development from lines selected in diverse environments is a way to increase genetic diversity and develop superior genotypes. The objective of this research was to evaluate potential for single-cross hybrid corn development between inbred lines developed from Kasetsart University and University of Phayao. Four hundred and seventy crosses from 22×22 factorial cross were grown with 16 commercial varieties from public and private sectors for yield trials at two locations. The trials were conducted using 10×11 Simple Rectangular Lattice Design for five experiments. The results showed that grain yield was highly significant ($p < 0.01$) in all trials. Ninety-four crosses (20%) were selected based on combined grain yield from two locations, important agronomic traits and potential of parental lines for commercial hybrid seed production. Therefore, the hybrids developed from inbred lines between the institutions can be used for outstanding hybrids, which will be tested more for seasons and locations.

Keywords: factorial cross, field corn, grain yield, line performance, single-cross hybrid

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ในประเทศไทย ซึ่งมีสัดส่วนการใช้เมล็ดข้าวโพดเป็นวัตถุดิบในอาหารไก่เนื้อ 62 เปอร์เซ็นต์ อาหารไก่พ่อแม่พันธุ์ ไก่ไข่รุ่นเล็ก และไก่ไข่พ่อแม่พันธุ์ 60 เปอร์เซ็นต์ อาหารไก่ไข่ให้ไข่ 55 เปอร์เซ็นต์ อาหารหมูขุน 25 เปอร์เซ็นต์ อาหารเป็ดเนื้อ 15 เปอร์เซ็นต์ อาหารเป็ดพันธุ์ 10 เปอร์เซ็นต์ อาหารโคนม 15 เปอร์เซ็นต์ และอาหารปลา 30 เปอร์เซ็นต์ (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2560) หนึ่งในปัจจัยหลักที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้นคือ การใช้ข้าวโพดพันธุ์ดีที่เป็นพันธุ์ลูกผสม (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2559) ปัจจุบันบทบาทหลักในการผลิตและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยอยู่ในภาคเอกชนและส่วนใหญ่เป็นบรรษัทข้ามชาติซึ่งมีเจ้าของเป็นต่างชาติ มีส่วนแบ่งการตลาดในประเทศไทยคิดเป็น 69 เปอร์เซ็นต์ (Napasintuwong, 2015) งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการความร่วมมือระหว่างกรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเสริมความเข้มแข็งในด้านการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในส่วนของภาครัฐและเอกชนของไทยโดยเฉพาะธุรกิจขนาดเล็กและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprise, SME) ในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวการใช้สายพันธุ์แท้ที่ปรับปรุงพันธุ์จาก 2 หน่วยงานซึ่งมีสภาพแวดล้อมในการพัฒนาสายพันธุ์แตกต่างกัน จะช่วยเพิ่มฐานพันธุกรรมให้กว้างขึ้นและพัฒนาจีโนไทป์ที่ดีเด่นและเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ได้ (Ifie et al., 2015) อีกทั้งยังสามารถนำสายพันธุ์ที่พัฒนาจากทั้ง 2 หน่วยงานไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ของกันและกันได้ (Dhliwayo et al., 2009; Adebayo et al., 2014) การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยวระหว่างสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยพะเยา

อุปกรณ์และวิธีการ

ผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU inbred lines) และสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา (UP inbred lines) โดยใช้แผนการผสมแบบ 22×22 factorial cross ในฤดูแล้งปี 2563 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ได้ลูกผสมจำนวน 480 คู่ผสม ปลูกทดสอบผลผลิตของลูกผสมดังกล่าวในฤดูต้นฝน ปี 2563 โดยแบ่งเป็น 8 การทดลอง การทดลองที่ 1-5 ใช้แผนการทดลองแบบ 10×11 Simple Rectangular Lattice แต่ละการทดลองประกอบด้วยลูกผสม 94 คู่ผสม และพันธุ์การค้าจากภาครัฐและเอกชนที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 16 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร 3 พันธุ์ (NS3, NS4 และ NS5) พันธุ์จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 5 พันธุ์ (SW4452, SW5720, SW5821, SW5819 และ SW5831) และพันธุ์จากภาคเอกชน 8 พันธุ์ (S6253, S7328, DK9979C, PAC339, PAC789, P4546, LG38778 และ CP639) ปลูกทดสอบลูกผสมใน 3 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และพื้นที่ปลูกทดสอบใน จ.พะเยา การทดลองที่ 6–8 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอค (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 2 ซ้ำ ประกอบด้วยลูกผสมจำนวน 6, 2 และ 2 คู่ผสม ตามลำดับ ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 16 พันธุ์ ปลูกทดสอบใน 3, 2 และ 1 สถานที่ ตามลำดับ ปลูก 2 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 2.20 เมตร ใช้ระยะปลูก 0.75×0.20 เมตร จำนวน 1 ต้น/หลุม

ลักษณะที่บันทึกข้อมูล ได้แก่ วันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ (days to 50% anthesis and silking) เปอร์เซ็นต์ต้นหักล้ม (% stalk lodging) การล้มของราก (root lodging, คะแนน 1–5 และ % root lodging)

โรคทางใบ (foliar diseases, คะแนน 1–5) ลักษณะเปลือกหุ้มฝัก (husk cover, คะแนน 1–5 และ % open husk) ลักษณะทรงต้น (plant aspect, คะแนน 1–5) ลักษณะฝัก (ear aspect, คะแนน 1–5) เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย (% rotten ears) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (% grain shelling) และ ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (grain yield, กิโลกรัม/ไร่) (คะแนน 1–5 โดย 1 หมายถึง ดีที่สุด และ 5 หมายถึง แย่ที่สุด)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในที่นี้จะนำเสนอผลการทดลองเฉพาะการทดลองที่ 1–5 ที่ปลูกทดสอบ 2 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ และศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ เนื่องจากลูกผสมที่คัดเลือกไว้ จำนวน 94 คู่ผสม (20 เปอร์เซ็นต์) คัดเลือกมาจากการทดลองที่ 1–5 เท่านั้น โดยการคัดเลือกลูกผสมใช้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดจาก 2 สถานที่ ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญที่ประเมินจากแต่ละสถานที่ และศักยภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้าของสายพันธุ์พ่อแม่

ผลการปลูกทดสอบลูกผสม ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ในการทดลองที่ 1–5 พบว่า ผลผลิตเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในทุกการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดของแต่ละการทดลองเท่ากับ 1,292, 1,512, 1,601, 1,542 และ 1,499 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ สำหรับลักษณะโรคทางใบและเปอร์เซ็นต์กะเทาะ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในทุกการทดลอง เปอร์เซ็นต์ฝักเสียของทุกการทดลองมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างสูงเท่ากับ 47.6, 68.8, 63.9, 62.7 และ 70.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากในช่วงเก็บเกี่ยวมีฝนตกชุกจากอิทธิพลของพายุโซนร้อนที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยในช่วงเดือนกันยายน–ตุลาคม 2563 (Table 1) วันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ของทุกการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยวันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ของแต่ละการทดลองเท่ากับ 53/53, 54/54, 54/54, 54/55 และ 56/57 ตามลำดับ ซึ่งวันออกดอกของลูกผสมแต่ละเซ็ทเป็นผลมาจากวันสลัดละอองเกสรและวันออกไหมของสายพันธุ์พ่อแม่ (ไม่ได้แสดงข้อมูลในตาราง)

Table 1 Mean of the selected hybrids from five experiments compared with hybrid check mean for nine traits at National Corn and Sorghum Research Center in the 2020 early rainy season

Entry	Grain yield at 15% moist.	Lodging		Foliar	Husk	Aspect		Rotten	Grain
		Stalk	Root	diseases	cover	Plant	Ear	ears	shelling
	kg/rai	%	---------- (1-5) ----------					---------- % ----------	
Experiment I									
Experimental hybrid mean (94)	1,247	2.5	2.4	3.4	1.5	3.3	3.4	48.2	81.10
Selected hybrid mean (18)	1,424	2.1	2.1	3.4	1.4	3.0	3.3	43.8	82.29
Hybrid check mean (16)	1,557	1.4	1.8	3.2	1.5	2.3	3.0	43.8	82.01
DOA check mean (3)	1,376	2.1	2.3	2.9	1.5	2.6	3.2	45.9	82.09
KU check mean (5)	1,643	1.3	1.4	3.4	1.8	2.1	3.1	50.6	81.00
Commercial check mean (8)	1,570	1.2	1.8	3.1	1.3	2.3	2.9	38.7	82.60
Trial mean	1,292	2.4	2.3	3.4	1.5	3.1	3.3	47.6	81.24
F-test	**	**	**	**	**	**	**	*	**

Table 1 (continued).

Entry	Grain yield at 15% moist.	Lodging		Foliar diseases	Husk cover	Aspect		Rotten ears	Grain shelling
		Stalk	Root			Plant	Ear		
Experiment II									
Experimental hybrid mean (94)	1,492	0.5	2.1	3.2	1.4	3.3	3.2	70.1	79.49
Selected hybrid mean (25)	1,623	0.6	2.2	3.2	1.4	3.2	2.9	69.2	80.72
Hybrid check mean (16)	1,627	1.2	1.6	3.4	1.2	2.6	3.2	61.1	81.28
DOA check mean (3)	1,507	4.3	2.8	3.2	1.0	3.1	3.4	63.7	81.84
KU check mean (5)	1,705	0.4	1.5	3.5	1.5	2.8	3.4	71.0	79.73
Commercial check mean (8)	1,623	0.5	1.2	3.3	1.1	2.4	3.0	54.0	82.03
Trial mean	1,512	0.6	2.1	3.2	1.4	3.2	3.2	68.8	79.75
F-test	**	ns	**	**	**	*	**	**	**
Experiment III									
Experimental hybrid mean (94)	1,582	0.6	1.4	3.0	1.3	3.0	3.2	65.3	81.29
Selected hybrid mean (16)	1,694	1.4	1.7	3.2	1.2	2.9	2.8	59.6	81.03
Hybrid check mean (16)	1,711	0.4	1.6	3.2	1.3	2.5	3.0	55.8	82.67
DOA check mean (3)	1,458	2.3	1.8	3.1	1.3	3.1	3.2	44.4	81.30
KU check mean (5)	1,773	0.0	1.7	3.3	1.4	2.6	2.9	62.8	82.41
Commercial check mean (8)	1,766	0.0	1.5	3.2	1.2	2.3	3.0	55.7	83.36
Trial mean	1,601	0.6	1.5	3.1	1.3	2.9	3.2	63.9	81.49
F-test	**	ns	ns	**	ns	**	**	**	**
Experiment IV									
Experimental hybrid mean (94)	1,522	1.0	1.5	3.3	1.5	3.2	3.1	63.0	81.73
Selected hybrid mean (23)	1,668	0.8	1.6	3.3	1.4	3.0	2.9	53.4	82.10
Hybrid check mean (16)	1,658	1.0	1.5	3.2	1.2	2.6	2.9	60.5	81.95
DOA check mean (3)	1,423	1.4	2.3	3.2	1.3	3.0	3.0	52.2	81.74
KU check mean (5)	1,832	0.9	1.7	3.2	1.2	2.4	3.0	68.9	81.06
Commercial check mean (8)	1,637	0.9	1.1	3.2	1.2	2.6	2.8	58.3	82.59
Trial mean	1,542	1.0	1.5	3.3	1.4	3.1	3.1	62.7	81.76
F-test	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
Experiment V									
Experimental hybrid mean (94)	1,478	1.1	1.5	3.4	1.3	3.0	3.2	70.1	80.31
Selected hybrid mean (12)	1,689	0.7	1.2	3.3	1.1	2.7	2.9	63.6	80.39
Hybrid check mean (16)	1,626	0.7	1.3	3.3	1.2	2.7	3.1	71.6	81.45
DOA check mean (3)	1,511	2.1	1.7	3.0	1.3	3.0	3.1	69.1	81.83
KU check mean (5)	1,690	0.9	1.3	3.5	1.2	2.5	3.0	70.5	79.71
Commercial check mean (8)	1,628	0.0	1.1	3.3	1.1	2.6	3.1	73.3	82.39
Trial mean	1,499	1.1	1.5	3.4	1.3	3.0	3.2	70.3	80.47
F-test	**	ns	*	**	**	**	**	ns	**

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; ns = non-significant.

ผลการปลูกทดสอบลูกผสม ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในการทดลองที่ 1–5 พบว่า ผลผลิตเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในทุกการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดของแต่ละการทดลองเท่ากับ 1,505, 1,510, 1,450, 1,549 และ 1,624 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ สำหรับลักษณะเปลือกหุ้มฝักเปิด ลักษณะฝักเปอร์เซ็นต์ฝักเสีย และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในทุกการทดลอง (Table 2) วันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ของแต่ละการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51/51, 51/52, 51/53, 51/52 และ 53/53 ตามลำดับ ซึ่งวันออกดอกของลูกผสมในการทดลองที่ 5 มีแนวโน้มมากกว่าการทดลองที่ 1–4 เช่นเดียวกันกับการปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไม่ได้แสดงข้อมูลในตาราง)

Table 2 Mean of the selected hybrids from five experiments compared with hybrid check mean for nine traits at Nakhon Sawan Field Crops Research Center in the 2020 early rainy season

Entry	Grain yield	Lodging		Foliar	Open	Aspect		Rotten	Grain
	at 15% moist.	Stalk	Root	diseases	husk	Plant	Ear	ears	shelling
	kg/rai	--------- % ---------		(1-5)	%	--- (1-5) ---		---------- % ----------	
Experiment I									
Experimental hybrid mean (94)	1,462	0.2	1.6	1.4	2.0	2.6	2.9	7.3	82.27
Selected hybrid mean (18)	1,703	0.1	1.8	1.3	2.5	2.3	2.6	5.4	83.63
Hybrid check mean (16)	1,755	0.0	0.5	1.1	2.3	2.3	2.3	5.6	82.73
DOA check mean (3)	1,573	0.0	0.0	1.1	1.5	2.4	2.4	3.5	83.82
KU check mean (5)	1,710	0.0	1.5	0.9	3.0	2.4	2.4	6.3	82.62
Commercial check mean (8)	1,851	0.0	0.0	1.2	2.2	2.2	2.1	6.0	82.38
Trial mean	1,505	0.1	1.4	1.4	2.1	2.5	2.8	7.0	82.34
F-test	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
Experiment II									
Experimental hybrid mean (94)	1,473	0.1	0.9	1.1	4.3	2.7	2.8	13.7	80.72
Selected hybrid mean (25)	1,633	0.0	1.2	1.1	3.7	2.4	2.5	5.7	82.10
Hybrid check mean (16)	1,729	0.1	0.5	1.1	3.7	2.4	2.3	7.2	83.17
DOA check mean (3)	1,507	0.0	0.4	1.3	1.3	2.4	2.5	3.2	84.12
KU check mean (5)	1,695	0.4	0.6	1.0	3.9	2.5	2.4	14.0	82.09
Commercial check mean (8)	1,833	0.0	0.6	1.0	4.5	2.3	2.1	4.3	83.48
Trial mean	1,510	0.1	0.8	1.1	4.2	2.6	2.7	12.8	81.08
F-test	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**
Experiment III									
Experimental hybrid mean (94)	1,408	0.2	0.3	1.1	6.0	2.8	3.1	25.3	81.79
Selected hybrid mean (16)	1,699	0.2	0.0	1.0	2.5	2.4	2.4	11.5	82.72
Hybrid check mean (16)	1,697	0.0	0.6	1.1	2.5	2.4	2.3	7.8	83.16
DOA check mean (3)	1,543	0.0	0.0	1.2	0.0	2.5	2.5	4.1	83.82
KU check mean (5)	1,650	0.0	1.3	1.0	2.1	2.6	2.5	13.1	81.86
Commercial check mean (8)	1,784	0.0	0.3	1.2	3.8	2.2	2.2	5.8	83.73

Table 2 (continued).

Trial mean	1,450	0.2	0.3	1.1	5.5	2.7	3.0	22.7	81.99
F-test	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**
Experiment IV									
Experimental hybrid mean (94)	1,524	0.2	0.6	1.2	3.2	2.5	2.7	14.1	83.07
Selected hybrid mean (23)	1,690	0.2	1.2	1.1	3.5	2.3	2.5	10.6	83.91
Hybrid check mean (16)	1,694	0.1	0.9	1.1	0.8	2.2	2.4	11.2	82.64
DOA check mean (3)	1,476	0.0	0.7	1.3	1.4	2.4	2.6	8.2	83.89
KU check mean (5)	1,621	0.5	0.9	1.0	0.0	2.5	2.5	16.1	81.32
Commercial check mean (8)	1,821	0.0	1.0	1.0	1.1	2.0	2.3	9.2	83.01
Trial mean	1,549	0.2	0.6	1.1	2.8	2.5	2.7	13.6	83.01
F-test	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**
Experiment V									
Experimental hybrid mean (94)	1,605	0.3	0.7	1.0	4.1	2.6	2.8	20.4	82.28
Selected hybrid mean (12)	1,796	0.2	0.2	1.0	5.0	2.5	2.5	11.7	82.43
Hybrid check mean (16)	1,733	0.1	0.6	1.1	2.3	2.5	2.4	8.8	83.58
DOA check mean (3)	1,551	0.0	0.8	1.2	0.9	2.5	2.5	6.5	84.45
KU check mean (5)	1,646	0.0	1.3	1.0	3.2	2.7	2.6	11.6	82.44
Commercial check mean (8)	1,856	0.3	0.1	1.1	2.2	2.4	2.3	7.9	83.96
Trial mean	1,624	0.3	0.7	1.0	3.9	2.6	2.8	18.7	82.47
F-test	**	ns	**	ns	**	*	**	**	**

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; ns = non-significant.

ผลการวิเคราะห์ผลผลิตเมล็ดร่วม 2 สถานที่ของลูกผสมในการทดลองที่ 1–5 พบว่า ผลผลิตเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในทุกการทดลอง โดยได้คัดเลือกลูกผสมจากแต่ละการทดลองไว้จำนวน 18, 25, 16, 23 และ 12 คู่ผสม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดของคู่ผสมที่คัดเลือกไว้จากแต่ละการทดลองเท่ากับ 1,563, 1,628, 1,697, 1,679 และ 1,742 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็น 94.4, 97.1, 99.6, 100.2 และ 103.7 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์การค้าที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (Table 3) ลูกผสมที่คัดเลือกไว้นอกจากจะมีผลผลิตเมล็ดสูงและมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีแล้ว ยังพิจารณาถึงศักยภาพของสายพันธุ์พ่อแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้าอีกด้วย (ข้อมูลจากการปลูกทดสอบสายพันธุ์พ่อแม่ในฤดูต้นฝน ปี 2563) โดยลูกผสมที่คัดเลือกไว้จำนวน 94 คู่ผสม ประกอบด้วย KU inbred lines จำนวน 20 สายพันธุ์ และ UP inbred lines จำนวน 15 สายพันธุ์ ซึ่งได้แสดงข้อมูลศักยภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้าของแต่ละสายพันธุ์ไว้ใน Table 4

Table 3 Grain yield of the top 10 and selected hybrids from five experiments compared with hybrid checks from data combined over two locations in the 2020 early rainy season

Entry	Number	Grain yield		Relative to check mean			
		Range	Mean	DOA	KU	Commercial	Total check
		kg/rai		%			
Experiment I							
Total experimental hybrids	94	1,006-1,692	1,355	91.9	80.8	79.2	81.8
Top 10 hybrids	10	1,552-1,692	1,622	110.0	96.7	94.8	97.9
Selected hybrids	18	1,443-1,692	1,563	106.0	93.3	91.4	94.4
Total hybrid checks	16	1,437-2,020	1,656	112.3	98.8	96.8	100.0
DOA checks	3	1,438-1,517	1,474	100.0	87.9	86.2	89.0
KU checks	5	1,437-1,798	1,676	113.7	100.0	98.0	101.3
Commercial checks	8	1,538-2,020	1,711	116.0	102.0	100.0	103.3
Experiment II							
Total experimental hybrids	94	1,112-1,772	1,483	98.4	87.2	85.8	88.4
Top 10 hybrids	10	1,659-1,772	1,703	113.0	100.2	98.5	101.5
Selected hybrids	25	1,495-1,772	1,628	108.0	95.8	94.2	97.1
Total hybrid checks	16	1,432-1,954	1,678	111.3	98.7	97.1	100.0
DOA checks	3	1,432-1,567	1,507	100.0	88.7	87.2	89.8
KU checks	5	1,471-1,908	1,700	112.8	100.0	98.4	101.3
Commercial checks	8	1,568-1,954	1,728	114.6	101.6	100.0	103.0
Experiment III							
Total experimental hybrids	94	1,061-1,774	1,495	99.7	87.4	84.2	87.8
Top 10 hybrids	10	1,673-1,774	1,730	115.3	101.1	97.4	101.5
Selected hybrids	16	1,622-1,774	1,697	113.1	99.1	95.6	99.6
Total hybrid checks	16	1,393-1,960	1,704	113.6	99.5	96.0	100.0
DOA checks	3	1,393-1,603	1,500	100.0	87.7	84.5	88.1
KU checks	5	1,498-1,900	1,712	114.1	100.0	96.4	100.5
Commercial checks	8	1,639-1,960	1,775	118.3	103.7	100.0	104.2
Experiment IV							
Total experimental hybrids	94	1,096-1,789	1,523	105.1	88.2	88.1	90.9
Top 10 hybrids	10	1,709-1,789	1,742	120.2	100.9	100.7	103.9
Selected hybrids	23	1,561-1,789	1,679	115.8	97.3	97.1	100.2
Total hybrid checks	16	1,401-1,998	1,676	115.6	97.1	96.9	100.0
DOA checks	3	1,401-1,530	1,449	100.0	83.9	83.8	86.5
KU checks	5	1,469-1,852	1,726	119.1	100.0	99.8	103.0
Commercial checks	8	1,538-1,998	1,729	119.3	100.2	100.0	103.2
Experiment V							
Total experimental hybrids	94	1,081-1,881	1,542	100.7	92.4	88.5	91.8
Top 10 hybrids	10	1,680-1,881	1,758	114.8	105.4	100.9	104.7
Selected hybrids	12	1,652-1,881	1,742	113.8	104.4	100.0	103.7
Total hybrid checks	16	1,498-2,002	1,679	109.7	100.7	96.4	100.0
DOA checks	3	1,516-1,554	1,531	100.0	91.8	87.9	91.2
KU checks	5	1,498-1,840	1,668	109.0	100.0	95.8	99.3
Commercial checks	8	1,612-2,002	1,742	113.8	104.4	100.0	103.7

Table 4 Inbred line potential as parents for commercial hybrid seed production of the selected 94 crosses from KU x UP hybrid yield trial in the 2020 early rainy season

No.	Inbred name	Potential for commercial hybrid seed production		
		Male parent	Female parent	Remark
KU inbred lines (20 lines)				
1.	Ki 45		Fair	Small amount of pollen, short tassel peduncle / Good silk emergence, small ear, bouquet ears
2.	Ki 47	Fair	Fair	Significant amount of pollen, long tassel peduncle / Fair silk emergence, susceptible to NCLB, long-small ear
3.	Ki 56	Fair		Significant amount of pollen, short tassel peduncle / Good silk emergence, bouquet ears
4.	Ki 57	Fair	Fair	Medium amount of pollen, extra-long tassel peduncle / Fair silk emergence, tall plant, leafy, big-long ear
5.	Kei 1314		Good	Small amount of pollen, extra-short tassel peduncle / Good silk emergence, big-long ear
6.	Kei 1421	Fair	Fair	Significant amount of pollen, long tassel peduncle / Good silk emergence, root lodging, susceptible to NCLB
7.	Kei 1508		Fair	Small amount of pollen / Fair silk emergence, ears with extended leaf husks
8.	Kei 1509	Fair	Fair	Medium amount of pollen / Fair silk emergence, short silk receptivity, leafy, long ear
9.	Kei 1519	Fair	Fair	Small amount of pollen, difficult to detassel (tough tassel) / Good silk emergence, ears with extended leaf husks, big ear [female parent of SW5819]
10.	Kei 1531	Fair	Fair	Medium amount of pollen / Good silk emergence, foliar diseases, big ear
11.	Kei 1533	Fair		Medium amount of pollen / Fair silk emergence, small ear
12.	Kei 1601	Good	Good	Significant amount of pollen / Fair silk emergence, tall plant, low ear placement, big ear
13.	Kei 1606	Good	Good	Medium amount of pollen, compact tassel / Good silk emergence, tall plant, low ear placement, big ear
14.	Kei 1608		Fair	Small amount of pollen / Excellent silk emergence, short plant, low ear placement, bouquet ears
15.	Kei 1611		Fair (accept)	Susceptible to Fall Armyworm, small ear, bouquet ears
16.	Kei 1614		Fair	Susceptible to Fall Armyworm, low ear placement, bouquet ears
17.	Kei 1713		Fair (accept)	Small amount of pollen / Good silk emergence, leafy, low ear placement, big ear
18.	Kei 1723	Fair	Fair	Medium amount of pollen / Good silk emergence, good plant aspect, airy canopy, big-long ear
19.	Ki 48	Good		Medium amount of pollen / Fair silk emergence, open husk, big ear
20.	Ki 60	Good	Fair	Significant amount of pollen / Good silk emergence, big ear, ear rot in rainy season

Table 4 (continued).

No.	Inbred name	Potential for commercial hybrid seed production		
		Male parent	Female parent	Remark
UP inbred lines (15 lines)				
1.	UPFC005		Fair	Medium amount of pollen / Fair silk emergence, small ear
2.	UPFC019	Fair (accept)		Small amount of pollen / Poor silk emergence, small ear
3.	UPFC020	Fair (accept)		Small amount of pollen / Poor silk emergence, small ear
4.	UPFC022	Fair (accept)		Medium amount of pollen / Fair silk emergence, small ear
5.	UPFC024		Fair	Small amount of pollen, tassel in whorl / Poor silk emergence, small ear
6.	UPFC028		Fair	Small amount of pollen, tassel in whorl / Poor silk emergence, small ear
7.	UPFC029	Fair (accept)	Fair	Medium amount of pollen / Fair silk emergence, foliar diseases, short plant, big ear
8.	UPFC037		Fair	Small amount of pollen / Fair silk emergence, big ear
9.	UPFC044	Fair (accept)	Fair	Small amount of pollen / Fair silk emergence, short plant, big ear
10.	UPFC061		Fair	Small amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence, tall plant, big-long ear
11.	UPFC066	Fair (accept)		Small amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence
12.	UPFC067	Fair	Fair	Medium amount of pollen, compact tassel / Fair silk emergence, long ear
13.	UPFC01	Fair (accept)	Fair	Medium amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence, low ear placement, good ear aspect
14.	UPFC02	Fair (accept)	Fair	Medium amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence, low ear placement, good ear aspect, big ear
15.	UP1 (UPFC007)	Fair		Medium amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence

สรุป

ลูกผสมที่คัดเลือกไว้จำนวน 94 คู่ผสม ให้ผลผลิตเมล็ดสูง มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และสายพันธุ์พ่อแม่ของลูกผสมดังกล่าวยังมีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้า ดังนั้นลูกผสมที่พัฒนาจากสายพันธุ์แท้ระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยพะเยาจึงมีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่น ซึ่งจะมีการปลูกทดสอบลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่เพิ่มในหลายฤดูและหลายสถานที่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) หรือ สวก. ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเชิงการค้าโดยการบูรณาการงานวิจัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของภาครัฐ” คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร. สรรเสริญ จำปาทอง ที่ให้ความอนุเคราะห์สายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และให้คำปรึกษางานวิจัย ผศ.ดร. บุญฤทธิ์ สินค้างาม ที่ให้ความอนุเคราะห์สายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยพะเยา คุณสุริพัฒน์ ไทยเทศ ในการปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ คุณธวัชชัย ประศาสน์ศรีสุภาพ คุณวีรชัย ศรียี่สุ่น และ ผศ.ดร. จุฑามาศ ร่มแก้ว ในการประเมินลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่และให้คำปรึกษางานวิจัย และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่หลักในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. 2560. ข้อมูลประชากรสัตว์ ปี 2560. http://www.thaifeedmill.com/Portals/2016/ประมาณการประชากรสัตว์ป60%20ทบทวน.pdf, 26 พฤษภาคม 2562.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). 2559. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ทิศทางพืชเศรษฐกิจไทยในอาเซียน, พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท พรทรัพย์การพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

Adebayo, M.A., Menkir, A., Blay, E., Gracen, V., Danquah, E., Hearne, S. 2014. Genetic analysis of drought tolerance in adapted x exotic crosses of maize inbred lines under managed stress conditions. Euphytica 196: 261–270.

Dhliwayo, T., Pixley, K., Menkir, A., Warburton, M. 2009. Combining ability, genetic distances, and heterosis among elite CIMMYT and IITA tropical maize inbred lines. Crop Sci. 49: 1201–1210.

Ifie, B.E., Badu-Apraku, B., Gracen, V., Danquah, E.Y. 2015. Genetic analysis of grain yield of IITA and CIMMYT early-maturing maize inbreds under *Striga*-infested and low-soil-nitrogen environments. Crop Sci. 55: 610–623.

Napasintuwong, O. 2015. Maize seed industry in Thailand: Development, current situation, and prospect. Working Papers 201502. Department of Agricultural and Resource Economics, Kasetsart University. Thailand.

ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์ใหม่: อินทรี 3, อินทรี 4 และ อินทรี 5 สำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป

The new sweet corn hybrids: Insee 3, Insee 4 and Insee 5 for the fresh market and processing

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ[a]*, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ[b], นพพงศ์ จุลจอหอ[a]

Chokechai Aekatasanawan[a]*, Chamaiporn Aekatasanawan[b], Noppong Chulchoho[a]

[a]ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครราชสีมา 30320

[b]ฝ่ายฝึกอบรม สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a]National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Nakhon Ratchasima 30320, Thailand.

[b]Training Division, Extension and Training Office, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ijscca@ku.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวที่ดีเด่นยีน *sh2* ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพในการรับประทานที่ดีสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวที่ดีเด่นได้จากการผสมระหว่างกลุ่มเฮเทอโรซีส (KSei 14004, KSC2(HI)C3) x (SSWI 114, KSC3(HI)C3, H-Brix, Sugar) นำไปทดสอบพันธุ์ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ Hi-Brix 3, Hi-Brix 59, Sugar Star, Sugar Star Plus และ อินทรี 2 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ในต้นฤดูฝน ปี พ.ศ. 2560 และฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561 และทดสอบพันธุ์ในแปลงเกษตรกรในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2563 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ ผลการวิเคราะห์รวม พบว่า ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นส่วนใหญ่ ให้ผลผลิตองค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพในการรับประทาน ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) กับพันธุ์เปรียบเทียบ นอกจากนี้ ยังมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และมีความต้านทานโรคทางใบ ลูกผสมเดี่ยวที่ดีเด่นพันธุ์ KSSC 704 (อินทรี 3), KSSC 705 (อินทรี 4) และ KSSC 706 (อินทรี 5) จะเผยแพร่สู่เกษตรกรและโรงงานแปรรูปสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูปต่อไป

คำสำคัญ: shrunken-2, ข้าวโพดหวาน, ปรับปรุงพันธุ์, ลูกผสมเดี่ยว, สายพันธุ์แท้

Abstract

The objective of this research was to develop the elite *sh2* sweet corn hybrids with high yield and good eating quality for the fresh market and processing. The elite single-cross hybrids were developed from the heterotic groups of (KSei 14004, KSC2(HI)C3) x (SSWI 114, KSC3(HI)C3, H-Brix, Sugar). The elite hybrids and five hybrid checks (i.e., Hi-Brix 3, Hi-Brix 59, Sugar Star, Sugar Star Plus and Insee 2) were evaluated in a randomized complete block design with three replications at the National Corn and Sorghum Research Center in the 2017 early rainy season and 2018 dry season and farmers' fields in the 2018 and 2020 dry season. From combined analysis, most of yields and eating quality of the hybrids were not significantly different ($p < 0.05$) from the checks. They had good agronomic traits and leaf disease resistance. The elite sweet corn hybrids, KSSC 704 (Insee 3), KSSC 705 (Insee 4) and KSSC 706 (Insee 5), will be released to farmers and the processing plants for the fresh market and processing.

Keywords: breeding, inbred, shrunken-2, single-cross hybrid, sweet corn

คำนำ

ข้าวโพดหวาน *(Zea mays* L. *saccharata)* เป็นพืชผักเศรษฐกิจที่สำคัญเพื่อใช้ในการบริโภคฝักสด และการแปรรูปเพื่อการส่งออกโดยบรรจุกระป๋องแบบบรรจุทั้งเมล็ด (whole kernel) และแบบครีม (cream-style corn) นอกจากนี้ ยังมีการแปรรูปแบบบรรจุทั้งฝัก (corn on cob) ในถุงสุญญากาศ แบบแช่แข็งทั้งเมล็ด แช่แข็งทั้งฝัก และน้ำนมข้าวโพด ในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยส่งออกข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องเป็นปริมาณ 125,308 ตัน มูลค่า 4,291.0 ล้านบาท และส่งออกข้าวโพดหวานแช่แข็งปริมาณ 4,730 ตัน มูลค่า 166.6 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศ, 2549) และในปี พ.ศ. 2555 ส่งออกข้าวโพดหวานกระป๋องเพิ่มขึ้นเป็นปริมาณ 172,187 ตัน มูลค่า 5,684.35 ล้านบาท ข้าวโพดหวานแช่แข็งปริมาณ 11,742 ตัน มูลค่า463.40 ล้านบาท และส่งออกรวมเพิ่มขึ้นเป็น 6,159.87 ล้านบาท โดยเป็นผู้ส่งออกข้าวโพดหวานกระป๋องอันดับ 1 ของโลก และเป็นผู้ส่งออกข้าวโพดหวานโดยรวมอันดับ 4 ของโลก (กระทรวงพาณิชย์, 2555) ในปีเพาะปลูก 2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูก 227,449 ไร่ ปริมาณผลผลิต 420,862 ตัน และผลผลิตเฉลี่ย 1,934 กก./ไร่ โดยมีปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวมากกว่า 95% และเป็นข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวยีน shrunken-2 (*sh2*) มีส่วนแบ่งมากกว่า 95% ของตลาดเมล็ดพันธุ์เช่นเดียวกันกับในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวยีน *sh2* มากกว่า 50 % ข้าวโพดหวานลูกผสมเหล่านี้เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคเพราะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสมากกว่าข้าวโพดหวานลูกผสมยีน sugary (*su*) ยืดเวลาการสุกแก่ที่เหมาะต่อการรับประทาน และทนต่อการขนส่งทางเรือไปยังตลาดที่ห่างไกลได้ดีกว่า และส่งเสริมให้ใช้ในการแปรรูป (บรรจุกระป๋อง และแช่แข็ง) โดยโฆษณาว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่หวานธรรมชาติ ปัจจุบัน ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวยีน *sh2* มีส่วนแบ่งมากกว่า 95% ของตลาดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานในประเทศไทย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานอย่างต่อเนื่อง (โชคชัย และคณะ, 2554; Lavapaurya et al., 1990) และได้เผยแพร่ข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว ได้แก่ พันธุ์ 27127, 11476, พันธุ์อินทรี 1, อินทรี 2, KSSC 503, KSSC 978, KSSC 563 และKSSC 604 สู่เกษตรกรและโรงงานแปรรูปใน ปี พ.ศ. 2531, 2532, 2538, 2542, 2546, 2547, 2548 และ 2550 ตามลำดับ (โชคชัย และคณะ, 2554)

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวที่ดีเด่นยีน shrunken-2 ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพในการรับประทานที่ดีสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์ดีเด่นและพันธุ์เปรียบเทียบ ยีน *sh2* มีดังนี้

1. สายพันธุ์แท้ SSWI 114 และ KSei 14004 ซึ่งเป็นสายพันธุ์แม่และพ่อของข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวพันธุ์อินทรี 2 (โชคชัย และคณะ, 2544) สายพันธุ์แท้จากประชากร KSC2(HI)C3 และ KSC3(HI)C3 จำนวน 14 สายพันธุ์ และสายพันธุ์แท้กลุ่ม Hi-Brix จำนวน 2 สายพันธุ์ และกลุ่ม Sugar จำนวน 2 สายพันธุ์ ที่ผ่านขั้นตอนการคัดเลือกและการทดสอบสายพันธุ์ในการให้ลูกผสมขั้นต้นและขั้นทดลองตามรายงานของ โชคชัย และคณะ (2554, 2556, 2557)

2. พันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ ลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ Hi-Brix 3, Hi-Brix 59, Sugar Star, Sugar Star Plus และอินทรี 2

วิธีการ

1. การสร้างพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว โดยการผสมระหว่างกลุ่มเฮเทอโรซีส (Heterotic groups) ดังนี้ (KSei 14004, KSC2(HI)C3) x (SSWI 114, KSC3(HI)C3, H-Brix, Sugar), (KSC3(HI)C3 x Hi-Brix, Sugar) และ (Hi-Brix x Sugar) รวม 17 พันธุ์ ซึ่งผ่านขั้นตอนการคัดเลือกและการทดสอบลูกผสมขั้นต้นและขั้นทดลองตามรายงานของ โชคชัย และคณะ (2554, 2556, 2557)

2. การทดสอบพันธุ์ลูกผสม ทดสอบพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา ในต้นฤดูฝน ปี พ.ศ. 2560 และฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561 และทดสอบพันธุ์ในแปลงเกษตรกรในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2563 วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block มี 3 ซ้ำ ปลูก 2 แถว/พันธุ์

3. การปฏิบัติดูแลรักษา

ขนาดแปลงย่อย: ปลูกข้าวโพดในแถวยาว 5 ม. จำนวน 2 แถว/แปลงย่อย จำนวน 3 ซ้ำ

ระยะปลูก: ใช้ระยะระหว่างต้น 25 ซม. ระหว่างแถว 75 ซม. ปลูกหลุมละ 2 เมล็ด ถอนเหลือ 1 ต้น/หลุม หลังจากงอก 1 สัปดาห์ ได้จำนวนต้นประมาณ 8,533 ต้น/ไร่

การพ่นสารควบคุมวัชพืชก่อนงอก: ใช้อาทราซีน อัตรา 640 กรัม/ไร่ ผสม pendimethelin อัตรา 640 มล./ไร่

การใส่ปุ๋ย: ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าด้วย ยูเรีย อัตรา 25 กก./ไร่ หลังจากปลูกประมาณ 4 สัปดาห์

4. การบันทึกข้อมูล

1) ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะคุณภาพ

- ผลผลิต: เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 19 วัน หลังวันออกไหม 50% แล้วนำมาชั่ง น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี และน้ำหนักเมล็ดเฉือน วัดผลผลิตเป็น กก./แปลงย่อย (พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.875 ตรม.) แล้วคำนวณเป็น กก./ไร่ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดเฉือนต่อน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก

สุ่มฝักจำนวน 5 ฝัก นำมาวัดค่าเฉลี่ยเป็นซม. ดังนี้

- องค์ประกอบผลผลิต: ความยาวฝัก (วัดถึงปลายฝัก และปลายสุดที่ติดเมล็ด) ความกว้างฝัก (วัดจากกลางฝักเป็นซม.) ปลายฝักไม่ติดเมล็ด (ซม.) จำนวนแถว ฝักมาตรฐานมีความยาวตั้งแต่ 15 ซม.ขึ้นไป ลักษณะฝัก (ความสม่ำเสมอของขนาดและสีของฝัก การเรียงแถวของเมล็ด การติดเต็มของเมล็ด การเข้าทำลายของโรคและแมลง) โดยให้คะแนน 1 ถึง 5 (1 = ดีน้อยที่สุด และ 5 = ดีมากที่สุด) นอกจากนี้ ยังมีการวัด ความยาว และความกว้าง ของเมล็ด โดยสุ่มวัดเมล็ดที่แกะจากกลางฝัก จำนวน 10 เมล็ดต่อซ้ำ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

- ลักษณะคุณภาพ: ได้แก่ ความนุ่ม และความชอบ โดยใช้วิธีกัดชิม และให้คะแนน 1 ถึง 5 (1 = ดีน้อยที่สุด และ 5 = ดีมากที่สุด) วัดความหวานโดยใช้ refractometer มีค่าเป็น °brix วัดความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด

(pericarp) โดยใช้เมล็ดชุดเดียวกับที่ใช้วัดขนาดเมล็ด จำนวน 10 เมล็ดต่อซ้ำ ลอกเปลือกเมล็ดด้านเรียบ (abgerminal side) และด้านคัพภะ (germinal side) แล้ววัดด้วย micrometer หน่วยเป็นไมครอน และมีการบันทึกสีของฝัก

2) ลักษณะทางการเกษตรต่าง ๆ ได้แก่ วันสลัดละอองเกสร 50% และวันออกไหม 50% (นับจากวันที่ให้น้ำหลังจากปลูก) และก่อนเก็บเกี่ยวจะเก็บข้อมูล ได้แก่ ความสูงต้นและฝัก (วัดจากโคนต้นถึงข้อใบธง และข้อของฝักบนสุด ตามลำดับ โดยสุ่มวัดจาก 5 ต้น แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ยเป็นซม.) ความต้านทานโรคราน้ำค้าง (%) ความต้านทานโรคไวรัส ได้แก่ โรคใบด่าง Sugarcane mosaic virus (SCMV) และ Maize chlorotic mottle virus (MCMV) (%) ความต้านทานโรคทางใบ ได้แก่ โรคราสนิม (Southern rust) และโรคใบไหม้แผลใหญ่ (Northern corn leaf blight) (คะแนน 1-5, 1 = เป็นโรคมากถึงใบธง, 5 = เป็นโรคน้อยเฉพาะใบล่าง ๆ) การล้มของราก (ต้นเอียงจากแนวดิ่งตั้งแต่ 30 องศา ให้คะแนน 1 ถึง 5, 1 = ล้มมากกว่า 80%, 5 = ล้มน้อยกว่า 20) ลักษณะเปลือกหุ้มฝัก (ให้คะแนน 1 ถึง 5, 1 = เปลือกหุ้มฝักหลวมและปลายฝักโผล่ออกมา, 5 = เปลือกหุ้มฝักยาวมิดชิด) และลักษณะต้น (ความสูงของต้นและฝักสม่ำเสมอ การเข้าทำลายของโรคและแมลง และการหักล้ม โดยให้คะแนน 1 = ดีน้อยที่สุด, 5 = ดีมากที่สุด)

5. การวิเคราะห์ผลการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ randomized complete block และวิเคราะห์รวม โดยใช้โปรแกรม R

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์รวมผลการทดสอบข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์ดีเด่น จำนวน 17 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Hi-Brix 3, Sugar Star และ อินทรี 2 ในต้นฤดูฝน ปี พ.ศ. 2560 และ ฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561 พบว่า ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นส่วนใหญ่ให้ลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพในการรับประทาน และลักษณะทางการเกษตรรวม 13 ลักษณะไม่แตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) กับพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ (Table 1) พันธุ์ KSSC 406 ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดเฉือน (43.8%) และความยาวเมล็ด (13.2 ซม.) สูงสุด และให้ความหวาน (16.0 °brix) สูงกว่าพันธุ์ Hi-Brix 3 (15.4 °brix) และ Sugar Star (13.3 °brix) แต่ต่ำกว่าพันธุ์อินทรี 2 (16.1 °brix) เล็กน้อย พันธุ์ KSSC 705 ให้ความหวาน (16.7 °brix) ความนุ่ม (คะแนน 4.5) และความยาวฝัก (17.8 ซม.) สูงสุด พันธุ์ KSSC 704 มีเปลือกหุ้มเมล็ดด้าน germinal (139.5 µ) และด้าน abgermiinal (159.0 µ) บางสุดในกลุ่มพันธุ์ดีเด่น แต่หนากว่าพันธุ์ Sugar Star (132.3 และ 137.7 µ ตามลำดับ) ซึ่งให้เปลือกหุ้มเมล็ดบางสุด (Table 1) พันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่นส่วนใหญ่มีความสูงต้นและฝักสูงกว่าพันธุ์ Sugar Star (162 และ 69 ซม. ตามลำดับ) มีความต้านทานโรคทางใบดีกว่าพันธุ์ Hi-Brix 3 ($p < 0.05$) และมีเปลือกหุ้มฝักมิดชิดดีกว่าพันธุ์ Sugar Star ($p < 0.05$) (Table 2)

Table 1 Combined means of fresh yields, yield components and eating quality for selected elite *sh2* hybrids compared with the four hybrid checks, tested at Suwan Farm in the 2017 early and 2018 dry seasons

Hybrid	Green wt (kg/rai[1])	Good wt (kg/rai[1])	Cut kernel (%)	Soluble solids (°Brix)	Tend.[2] (1-5[3])	Ear length (cm)	Ear width (cm)	Tip blank (cm)	Kernel rows (no.)	Kernel width (mm)	Kernel length (mm)	Germ.[4] (μ)	Abgerm.[4] (μ)
KSSC 701	2,888 abcd	1,886 bcde	39.1 ef	15.2 efgh	4.1	17.1 abcde	5.1 abc	2.5 bcd	15.0 cdef	10.4	12.3 abcdef	154.0 abcde	175.0 abcd
KSSC 704	2,800 bcde	1,761 def	41.3 bcde	16.6 ab	4.2	17.0 bcde	4.9 abcdef	1.3 ef	14.8 defg	9.8	12.6 abcde	139.5 abcde	159.0 abcde
KSSC 705	3,024 abc	1,883 bcde	40.9 cde	16.7 ab	4.5	17.8 abcd	5.0 abcd	2.3 cd	13.7 hi	10.8	11.4 ef	163.0 ab	187.5 a
KSSC 706	2,790 bcde	1,879 bcde	41.2 bcde	15.4 defg	4.3	17.1 abcde	5.0 abc	2.5 cd	14.8 defg	9.8	12. 8 abcd	151.0 abcde	173.2 abcd
KSSC 406	2,631 de	1,778 cdef	43.8 abcd	16.0 bcde	4.4	16.8 cdef	4.8 bcdef	3.2 bc	14.2 ghi	9.7	13.2 ab	159.3 abcd	182.2 ab
KSSC 306	3,176.3 a	2,174 a	41.8 bcde	14.7 gh	4.3	17.4 abcde	5.0 abc	1.7 def	15.3 bcd	10.7	11.8 cdef	144.5 abcde	159.7 abcde
Hi-Brix 3	2,587 de	1,771 cdef	43.0abcde	15.4 defg	4.0	16.4 defg	5.1 ab	3.2 bc	16.8 a	10.5	11.4 ef	160.2 abc	183.8 ab
Sugar Star	2,516 e	2,150 ab	42.9abcde	15.0 fgh	4.2	15.0 fgh	5.2 a	1.3 ef	15.2 bcd	9.6	12.6 abcde	132.3 de	137.7 e
Insee 2 (Check)	2,516 e	1,546 f	38.6 ef	16.1 abcd	3.9	16.8 cdef	4.6 ef	1.1 f	14.3 fgh	9.4	11.9 bcdef	148.7 abcde	171.7 abcd
Mean[5]	2,816	1852	42.2	15.6	4.2	17.1	4.9	2.2	14.8	10.1	12.1	146.7	167.2
LSD.05	345	274	4.7	0.9	0.4	1.6	0.3	1.0	0.8	1.4	1.3	27.4	29.4
CV (%)	10.7	12.9	9.6	5.0	7.5	8.1	6.1	38.4	4.5	12.3	9.5	16.3	15.3

[1] 6.25 rais = 1 hectare, [2] Tend. is Tenderness, [3] ratings 1-5; 1 = poorest, 5 = best, [4] pericarp thickness of germinal and abgerminal positions, [5] mean of experiment, mean values followed by the same letter within each column are not significantly different ($p < 0.05$)

Table 2 Combined means of fresh yields, yield components and eating quality for the some elite *sh2* hybrids compared with the four hybrid checks, tested at Suwan Farm in the 2017 early and 2018 dry seasons

Hybrid	50% Ant. (d)	50% Silk (d)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Root Lodg. (1-5[1])	Foliar disease (1-5[1])	Husk cover (1-5[1])	Plant aspect (1-5[1])	Ear aspect (1-5[1])	Kernel color[2]
KSSC 701	52 a	54 a	177 bcdefg	99 bcde	4.5 ab	4.4 ab	4.8 ab	4.9 ab	4.8 abc	YOW
KSSC 704	53 a	54 a	176 bcdefg	101 bcd	3.8 c	4.2 abc	4.8 ab	4.8 abc	4.9 ab	Y
KSSC 705	54 a	55 a	176 bcdefg	106 ab	4.3 abc	3.8 cd	3.8 c	5.0 a	4.83abc	YW
KSSC 706	52 a	54 a	167 efgh	96 bcde	4.1 abc	4.4 ab	4.9 ab	4.4 bcd	4.9 ab	YOW
KSSC 406	52 a	54 a	186 bcd	106 ab	4.5 ab	4.4 ab	5.0 a	4.7 abcd	5.0 a	YOW
KSSC 306	52 a	54 a	170 cdefg	89 e	4.9 ab	4.5 a	4.8 ab	5.0 a	4.9 ab	YOW

Hi-Brix 3	51 a	53 a	168 defgh	94 cde	4.7 a	2.4 e	4.7 ab	3.6 e	4.8 abcd	YW
Sugar 75	51 a	52 a	162 gh	69 f	4.8 a	3.5 d	3.3 d	4.3 cd	4.8 abcd	SB
Insee 2 (Check)	51 a	52 a	151 h	90 de	4.4 abc	3.5 d	5.0 a	4.2 d	4.5 d	YOW
Mean	52	54	176	98	4.3	4.0	4.7	4.7	4.8	
LSD.05	4.7	4.2	18.0	11.0	-0.7	0.5	0.4	0.5	0.3	
CV(%)	93.3	39.5	1.5	1.6	18.5	5.8	1.7	8.6	5.7	

[1] ratings 1-5; 1 = poorest, 5 = best, [2] Y = Yellow, YW = Yellow-White, YOW = Yellow-Orange-White, SB = Semi-Bicolor, mean values followed by the same letter within each column are not significantly different ($p < 0.05$)

Table 3 Combined means of fresh yields, yield component and eating quality for the elite *sh2* hybrids compared with the three hybrid checks, evaluated at five farmers' fields in the 2018 dry season[1]

		Relative to Checks (%)				Relative to Checks (%)				Relative to Checks (%)				Relative to Checks (%)		
	Green wt. (kg/rai[2])	Hi-Brix3	Sugar Star	Insee 2	Good wt. (kg/rai)	Hi-Brix3	Sugar Star	Insee 2	Cut kernel (%)	Hi-Brix3	Sugar Star	Insee 2	Soluble Solids (°Brix)	Hi-Brix3	Sugar Star	Insee 2
KSSC 704	2,382 ab	117.7	100.2	105.9	1,654 a	123.2	98.5	112.7	41.1 a	101.6	94.5	95.7	15.9 abc	102.2	103.9	94.9
KSSC 705	2,569 a	127.0	108.1	114.2	1,555 ab	115.8	92.5	106.0	36.5 b	90.2	83.9	85.0	16.1 abc	103.8	105.5	96.4
KSSC 706	2,024 bc	100.0	85.2	90.0	1,450 ab	108.0	86.3	98.9	42.9 a	106.1	98.6	99.9	15.9 abc	102.3	104.0	95.0
Hi-Brix 3	2,023 bc	100.0	85.2	90.0	1,343 ab	100.0	79.9	91.5	40.5 ab	100.0	92.9	94.2	15.5 bc	100.0	101.7	92.9
Sugar Star	2,376 abc	117.4	100.0	105.7	1,680 b	125.1	100.0	114.5	43.5 a	107.6	100.0	101.3	15.3 c	98.4	100.0	91.4
Insee 2	2,249 abc	111.2	94.6	100.0	1,467 ab	109.3	87.3	100.0	43.0 a	106.2	98.7	100.0	16.7 a	107.7	109.5	100.0
Mean	2,245				1,505				41.3				15.9			

mean values followed by the same letter within each column are not significantly different ($p < 0.05$) [1] data taken from the KU On-Farm Research Project tested at three locations in Pakchong, Nakhon Ratchasima and two locations in Khaonoi, Lam Son Thi, Lopburi [2] 6.25 rais = 1 hectare

Table 4 Combined means of fresh yields, cut kernel and sweetness for the three elite *sh2* hybrids compared with the three hybrid checks, evaluated at four (by Changsalak, 2020
Personal communication) and three locations (by Srichomporn, 2020 Personal communication) in farmers' fields in the 2020 dry season

Hybrid[1]	4 Locations (Changsaluk, 2020 Personal communication)				3 Locations (Srichomporn, 2020 Personal communication)			
	Green wt. (kg/rai[2])	Yellow wt (kg/rai[2])	Cut kernel (%)	Sweetness (°brix)	Green wt. (kg/rai[2])	Yellow wt. (kg/rai[2])	Cut kernel (%)	Sweetness (°brix)
KSSC 704 (Insee 3)	2,431 ab	1,843 a	44.6 ab	15.6 abc	2,440 a	1,621 a	42.6 ab	16.0 a
KSSC 705 (Insee 4)	2,602 a	1,692 abc	39.2 abc	15.7 ab	2,649 a	1,748 a	38.0 b	16.2 a
KSSC 706 (Insee 5)	2,394 ab	1,792 ab	44.5 ab	15.2 bcd	n/a	n/a	n/a	n/a
Hi-Brix 59	2,540 ab	1,925 a	44.8 a	14.1 fg	2,699 a	1,881 a	43.1 ab	14.8 c
Sugar Star Plus	2,308 bc	1,652 a-d	44.1 ab	14.3 d-g	2,589 a	1,862 a	43.6 ab	15.0 bc
Insee 2 (Check)	2,084 cd	1,427 cd	43 abc	15.8 ab	2,413 a	1,622 a	42.0 ab	16.2 a
Mean of exp.	2,269	1,635	43.5	15.2	2,482	1,706	42	16.0

mean values followed by the same letter within each column are not significantly different ($p < 0.05$) [1] Insee 3 = SSWI 114 x KSC 2(HI)C3-F_1-S_{13}-270-1-1, Insee 4 = SSWI 114 x KSC 2(HI)C3-F_1-S_{13}-347-1-1 and Insee 5 = KSei 14004 x SK 5496-S_{11}-65-2-1-1-1 [2] 6.25 rais = 1 hectare

ผลการทดสอบพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่นในไร่กสิกร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา จำนวน 3 แห่ง และ จ.ลพบุรี จำนวน 2 แห่ง ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561 ผลการวิเคราะห์รวม พบว่า พันธุ์ลูกผสมดีเด่นส่วนใหญ่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดเฉือน และความหวาน สูงกว่าพันธุ์ Hi-Brix 3 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) และใกล้เคียงกับพันธุ์ Sugar Star ยกเว้นให้ความหวานสูงกว่าแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (Table 3) และทำการทดสอบซ้ำในไร่กสิกร ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2563 พบว่า พันธุ์ลูกผสมดีเด่น KSSC 704, KSSC 705 และ KSSC 706ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักดี และเปอร์เซ็นต์เมล็ดเฉือน ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ Hi-Brix 59, Sugar Star Plus และพันธุ์อินทรี 2 แต่ให้ความหวานสูงกว่าพันธุ์ Hi-Brix 59 และ Sugar Star Plus

พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ดีเด่นมีคุณภาพในการรับประทานที่ดี (ความหวานและนุ่ม) ต้านทานโรคทางใบ (โรคใบไหม้แผลใหญ่) สูงกว่าพันธุ์ Hi-Brix 3 และ Sugar 75 เนื่องจากใช้สายพันธุ์พ่อ (KSei 14004) และแม่ (SSWI 114) ของพันธุ์อินทรี 2 ซึ่งพัฒนามาจาก พันธุ์ผสมเปิด KSC 2 และ TSC1DMR ตามลำดับ (โชคชัย และคณะ, 2544) ผสมกับสายพันธุ์แท้จากประชากร KSC 2 และ KSC 3 ที่ปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีสายพันธุ์ผสมกับตัวทดสอบสายพันธุ์แท้ (Half-Sib Selection with Inbred Tester) จำนวน 3 รอบ (KSC2(HI)C3 และ KSC3(HI)C3) ตามแบบเฮเทอโรซีส KSC 2 x SSWI 114 และ KSC 3 x KSei 14004 (โชคชัย และคณะ, 2554, 2556, 2558)

สรุป

ผลการวิจัยได้ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ดีเด่น KSSC 704 (อินทรี 3), KSSC 705 (อินทรี 4) และ KSSC 706 (อินทรี 5) ที่ให้ผลผลิตสูง มีคุณภาพในการรับประทานที่ดี และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี โดยเฉพาะความต้านทานโรคทางใบ ได้แก่ โรคราน้ำค้าง โรคราสนิม โรคไวรัส และโรคใบไหม้แผลใหญ่ เพื่อเผยแพร่สู่เกษตรกรและโรงงานแปรรูปใช้ในการผลิตข้าวโพดหวานสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูปต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนวิจัย โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อนสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป มาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2535–2561

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพาณิชย์. 2555. ตลาดส่งออก 15 อันดับแรกของไทยรายประเทศ_ข้าวโพดหวาน. http;//www.ops3.moc.go.th/infor/menucomth/stru1_export/export_topn_re/report. asp, 22 เมษายน 2555.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, นพพงศ์ จุลจอหอ. 2554. ความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2535–2554). ใน: การประชุมทางวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติครั้งที่ 35. กรุงเทพฯ, หน้า 16–30.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, นพพงศ์ จุลจอหอ. 2556. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ดีเด่นสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป. ใน: การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติครั้งที่ 36. หนองคาย, หน้า 13–23.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, นพพงศ์ จุลจอหอ. 2558. ความก้าวหน้าในการปรับปรุงประชากรข้าวโพดหวาน TSC1 และ KSC2. ใน: การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติครั้งที่ 37. นครราชสีมา, หน้า 65–74.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, สรรเสริญ จำปาทอง, นพพงศ์ จุลจอหอ, ฉัตรพงศ์ บาลลา. 2544. การวิจัยและพัฒนาข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวพันธุ์อินทรี 2. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 39. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 218–226.

ศูนย์สารสนเทศ. 2549. การส่งออกและนำเข้าสินค้าพืชสวนของไทย. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Lavapaurya, T., Saridniran, P., Chowchong, S., Juthawantana, P., Thongleung, S., Chuthatong, Y., Trongpanich. K. 1990. Research and development of sweet corn and baby corn for fresh consumption and processing. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 24: 208–217.

การประเมินสายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยพะเยา โดยการผสมทดสอบกับสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่น

Evaluation of field corn inbred lines developed from Kasetsart University and University of Phayao by testcrossing with elite inbred testers

ฉัตรฑริกา มูลบรรจง[a], สุจินต์ เจนวีรวัฒน์[a]*, วิเชียร กีรตินิจกาล[a], จุฑามาศ ร่มแก้ว[b]

Chattariga Moonbunjong[a], Sujin Jenweerawat[a]*, Vichien Keeratinijakal[a], Jutamas Romkaew[b]

[a]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[a]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: sujin.j@ku.th

บทคัดย่อ

การใช้ประโยชน์สายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมสามารถประเมินได้จากการผสมทดสอบ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU inbreds) และมหาวิทยาลัยพะเยา (UP inbreds) สำหรับการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมโดยการผสมทดสอบกับสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่น ปลูกทดสอบลูกผสม จำนวน 240 คู่ผสม (40 inbreds x 6 testers) ร่วมกับพันธุ์การค้า จำนวน 16 พันธุ์ โดยใช้แผนการทดลองแบบ 16×16 Simple Lattice จากผลการทดลองพบว่า สายพันธุ์แท้ Kei 1630 (กลุ่ม Suwan) และ UPFC061 ให้ลูกผสมที่มีผลผลิตเมล็ดสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อผสมกับสายพันธุ์ทดสอบ Ki 60 (กลุ่ม Non-Suwan) และ Tak Fa 1 (กลุ่ม Suwan) ตามลำดับ และมีลูกผสมจำนวน 147 คู่ผสม ที่ให้ผลผลิตเมล็ดสูงไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของพันธุ์การค้าและสายพันธุ์พ่อแม่มีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้า คู่ผสมดังกล่าวประกอบด้วย KU inbreds จำนวน 20 สายพันธุ์ และ UP inbreds จำนวน 18 สายพันธุ์ ซึ่งจะมีการจัดกลุ่มเฮตเทอโรซิสของสายพันธุ์เพื่อการใช้ประโยชน์ในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมต่อไป

คำสำคัญ: การผสมทดสอบ, กลุ่มเฮตเทอโรซิส, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว, สายพันธุ์แท้

Abstract

Utilization of field corn inbreds for hybrid development can be evaluated by testcrossing. The objective of this study was to evaluate inbred lines developed from Kasetsart University (KU inbreds) and University of Phayao (UP inbreds) for hybrid development by testcrossing with elite inbred testers. Two hundred and forty crosses (40 inbreds x 6 testers) and 16 commercial varieties were grown for yield trial using 16×16 Simple Lattice Design. The results showed that Kei 1630 (Suwan group) and UPFC061 inbreds gave high grain yield hybrids with significant different ($p < 0.05$) when crossed with Ki 60 (Non-Suwan group) and Tak Fa 1 (Suwan group), respectively. One hundred and forty-seven crosses also had high grain yield with not significant different from commercial check mean, and potential of parental lines for commercial hybrid seed production. The crosses included 20 KU inbreds and 18 UP inbreds. The tested inbreds will be assigned for heterotic groups to utilize in hybrid development programs.

Keywords: field corn, heterotic group, inbred line, single-cross hybrid, testcross

คำนำ

ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (field corn, *Zea mays* L.) ในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ โดยแนวโน้มความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 6.40 ล้านตัน ในปี 2556/57 เป็น 8.10 ล้านตัน ในปี 2560/61 ซึ่งเพิ่มขึ้น 5.95 เปอร์เซ็นต์ต่อปีจากการขยายตัวของการเลี้ยงสัตว์และอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ ในขณะที่เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดลดลงจาก 6.72 ล้านไร่ ในปี 2560/61 เป็น 6.71 ล้านไร่ ในปี 2561/62 โดยลดลง 0.15 เปอร์เซ็นต์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (single-cross hybrid) เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมโดยการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้กับสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่น (line x tester) เป็นหนึ่งในแนวทางการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวในระยะเวลาสั้น แผนการผสมแบบ Line x Tester เป็นแผนการผสมที่ใช้กันอย่างกว้างขวางเพื่อประเมินสายพันธุ์แท้ โดยการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ที่ต้องการประเมินกับสายพันธุ์ทดสอบ (Kempthorne, 1957) ซึ่งจะให้ข้อมูลในส่วนของสมรรถนะการผสมทั่วไป สมรรถนะการผสมเฉพาะ และปฏิกิริยาของยีน (Singh and Chaudhary, 1979; Hallauer and Miranda, 1988) โดยสามารถนำข้อมูลสมรรถนะการผสมไปใช้ในการจัดกลุ่มเฮตเทอโรซิสและคัดเลือกลูกผสมทดสอบที่ให้ผลผลิตสูงสุด หรือมีลักษณะดีเด่นได้ (Fan et al., 2016; Amegbor et al., 2017) Fan et al. (2016) ได้ประเมินสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ข้าวโพดเขตร้อน จำนวน 25 สายพันธุ์ ที่พัฒนามาจากประชากรที่แตกต่างกันของ CIMMYT โดยผสมกับสายพันธุ์ทดสอบจำนวน 6 สายพันธุ์ ที่มาจาก 3 กลุ่มเฮตเทอโรซิส ได้แก่ กลุ่ม Suwan1, Reid และ non-Reid และปลูกทดสอบที่มณฑลยูนนาน ประเทศจีน พบว่าการใช้สายพันธุ์ทดสอบที่มาจากต่างกลุ่มเฮตเทอโรซิสและการเพิ่มจำนวนสายพันธุ์ทดสอบจะช่วยเพิ่มโอกาสในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่นได้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU inbred lines) และมหาวิทยาลัยพะเยา (UP inbred lines) สำหรับการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมโดยการผสมทดสอบกับสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่น

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU inbred lines) จำนวน 20 สายพันธุ์ สายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา (UP inbred lines) จำนวน 20 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่น (inbred testers) จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ทดสอบที่พัฒนาโดยศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2 สายพันธุ์ [Ki 48 (กลุ่ม Suwan) และ Ki 60 (กลุ่ม non-Suwan)] สายพันธุ์ทดสอบที่พัฒนาโดยกรมวิชาการเกษตร 2 สายพันธุ์ [Tak Fa 1 (กลุ่ม Suwan) และ Tak Fa 3 (กลุ่ม non-Suwan)] และสายพันธุ์ทดสอบที่พัฒนาโดยโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา 2 สายพันธุ์ [UP 1 และ UP 2] ผสมระหว่างสายพันธุ์และสายพันธุ์ทดสอบโดยใช้แผนการผสม Line x Tester (40 inbred lines x 6 inbred testers) ในฤดูแล้งปี 2563 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ได้ลูกผสมจำนวน 240 คู่ผสม ปลูกทดสอบผลผลิตของลูกผสมทดสอบ (testcross hybrids) ดังกล่าวในฤดูต้นฝน ปี 2563 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ 16 x 16 Simple Lattice ซึ่งประกอบด้วยลูกผสมทดสอบจำนวน 240 คู่ผสม และพันธุ์การค้าจากภาครัฐและเอกชนที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 16 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร 3 พันธุ์ (NS3, NS4 และ NS5)

พันธุ์จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 5 พันธุ์ (SW4452, SW5720, SW5821, SW5819 และ SW5831) และพันธุ์จากภาคเอกชน 8 พันธุ์ (S6253, S7328, DK9979C, PAC339, PAC789, P4546, LG38778 และ CP639) ปลูก 2 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 4 เมตร ใช้ระยะปลูก 0.75 x 0.20 เมตร จำนวน 1 ต้น/หลุม โดยก่อนปลูกคลุกเมล็ดด้วยเมทาแลกซิล (metalaxyl) อัตรา 10 กรัม/กิโลกรัม และไซแอนทรานิลิโพรล (cyantraniliprole) อัตรา 20 มิลลิลิตร/กิโลกรัม ใส่ปุ๋ยรองพื้นในขณะเตรียมดิน สูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ หลังให้น้ำครั้งแรก 1 วันฉีดสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอกอะทราซีน (atrazine) และเพนดิเมทาลิน (pendimethalin) ตามคำแนะนำ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าเมื่อข้าวโพดมีอายุ 30 วัน โดยใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ ให้น้ำทุก ๆ 5 วัน ตลอดฤดูปลูก และมีการฉีดสารป้องกันกำจัดแมลงอีมาเมกติน เบนโซเอต (emamectin benzoate) อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ตามความจำเป็น เพื่อป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (Fall Armyworm)

ลักษณะที่บันทึกข้อมูล ได้แก่ วันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ (days to 50% anthesis and silking) เปอร์เซ็นต์ต้นหักล้ม (% stalk lodging) การล้มของราก (root lodging, คะแนน 1–5) โรคทางใบ (foliar diseases, คะแนน 1–5) ลักษณะเปลือกหุ้มฝัก (husk cover, คะแนน 1–5) ลักษณะทรงต้น (plant aspect, คะแนน 1–5) ลักษณะฝัก (ear aspect, คะแนน 1–5) เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย (% rotten ears) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (% grain shelling) และ ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (grain yield, กิโลกรัม/ไร่) (คะแนน 1–5 โดย 1 หมายถึง ดีที่สุด และ 5 หมายถึง แย่ที่สุด)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการปลูกทดสอบลูกผสมทดสอบ จำนวน 240 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้าที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 16 พันธุ์ พบว่า ผลผลิตเมล็ด และลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ต้นหักล้ม การล้มของราก โรคทางใบ ลักษณะเปลือกหุ้มฝัก ลักษณะทรงต้น ลักษณะฝัก เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) (Table 1) นอกจากนี้ ยังพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในลักษณะวันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยวันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ของการทดลอง เท่ากับ 57 และ 57 วัน ตามลำดับ (ไม่ได้แสดงข้อมูลในตาราง) โดยพบว่า ลูกผสมทดสอบที่ให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด 2 อันดับแรก ได้แก่ Kei 1630 (กลุ่ม Suwan) x Ki 60 (กลุ่ม Non-Suwan) (1,802 กิโลกรัม/ไร่) และ UPFC061 x Tak Fa 1 (กลุ่ม Suwan) (1,749 กิโลกรัม/ไร่) ให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์เปรียบเทียบ (1,449 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังมีลูกผสมทดสอบอีกจำนวน 147 คู่ผสม ที่ให้ผลผลิตเมล็ดสูงไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของพันธุ์เปรียบเทียบ สำหรับลูกผสมทดสอบที่ให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด 10 อันดับแรก ประกอบด้วยสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Kei 1630, Kei 1314, Kei 1614, Kei 1606 และ Kei 1713 สายพันธุ์แท้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ UPFC061, UPFC067 และ UPFC066 และสายพันธุ์ทดสอบ จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki 60 และ Tak Fa 1 อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์ฝักเสียของการทดลองมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างสูง เท่ากับ 62.2 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในช่วงเก็บเกี่ยวมีฝนตกชุกจากอิทธิพลของพายุโซนร้อนที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยในช่วงเดือนกันยายน–ตุลาคม 2563

Table 1 Mean of nine traits of the top 10 testcross hybrids compared with hybrid checks at National Corn and Sorghum Research Center in the 2020 early rainy season

Entry	Grain yield at 15% moist.	Lodging		Foliar diseases	Husk cover	Aspect		Rotten ears	Grain shelling
		Stalk	Root			Plant	Ear		
	kg/rai	%	---------- (1-5) ----------					---------- % ----------	
Top 10 testcross hybrids									
Kei 1630 x Ki 60	1,802	1.1	2.3	3.7	3.0	3.3	2.5	71.5	85.16
UPFC061 x Tak Fa 1	1,749	0.0	1.0	3.0	1.5	2.8	2.8	48.8	83.52
UPFC067 x Ki 60	1,651	1.2	2.0	3.6	2.5	3.0	3.0	69.3	82.53
Kei 1314 x Tak Fa 1	1,639	1.2	1.0	2.4	2.3	2.5	2.8	75.1	82.08
Kei 1614 x Ki 60	1,629	1.2	1.5	3.6	2.5	3.0	3.0	52.4	83.68
UPFC067 x Tak Fa 1	1,616	5.9	1.8	3.9	1.5	3.0	2.8	81.4	82.66
Kei 1606 x Tak Fa 1	1,612	0.0	1.0	3.9	2.3	3.0	3.3	51.9	80.54
Kei 1713 x Tak Fa 1	1,600	0.0	1.0	3.1	2.0	2.8	3.3	65.3	82.29
Kei 1630 x Tak Fa 1	1,591	1.2	1.8	3.5	2.3	3.0	3.3	73.6	83.96
UPFC066 x Tak Fa 1	1,577	0.0	1.0	3.3	2.3	3.0	3.0	60.7	84.17
Hybrid checks									
NS3	1,340	3.5	1.8	3.2	2.3	2.8	2.8	53.9	82.79
NS4 (NSX042022)	1,363	3.8	2.8	3.4	1.5	2.8	2.8	45.0	83.94
NS5 (NSX052014)	838	6.4	5.0	2.4	1.5	3.5	4.0	73.9	71.87
SW4452	1,244	0.0	3.3	3.3	1.5	3.5	3.0	47.7	80.48
SW5720	1,626	0.0	1.0	2.4	2.3	2.8	2.8	48.1	79.99
SW5821	1,465	0.0	1.0	2.9	2.3	3.0	2.8	49.8	82.92
SW5819	1,792	3.4	1.3	2.9	1.5	3.0	2.8	68.3	82.74
SW5731	1,539	1.2	1.5	3.4	3.0	3.0	2.5	49.0	79.48
S6253	1,551	1.3	1.3	3.0	1.5	2.8	2.8	55.6	83.38
S7328	1,501	0.0	1.0	2.4	2.3	2.8	2.8	61.2	75.49
DK9979C	1,426	2.3	1.3	3.2	1.5	2.5	2.8	41.1	82.72
PAC339	1,661	0.0	1.5	3.6	1.5	3.3	2.5	42.1	85.71
PAC789	1,305	1.3	1.8	3.6	1.5	3.3	2.5	39.0	85.23
P4546	1,459	3.7	1.8	3.6	1.5	2.8	3.0	56.6	83.05
LG38778	1,537	0.0	1.3	3.4	2.0	2.5	2.8	70.3	81.36
CP639	1,532	3.6	1.3	3.9	2.0	3.0	2.8	70.1	80.36

Table 1 (continued).

Entry	Grain yield at 15% moist.	Lodging		Foliar diseases	Husk cover	Aspect		Rotten ears	Grain shelling
		Stalk	Root			Plant	Ear		
Experimental hybrid mean (240)	1,251	3.0	1.9	3.5	2.2	3.1	3.2	62.7	79.43
Hybrid check mean (16)	1,449	1.9	1.8	3.2	1.8	2.9	2.8	54.5	81.34
DOA check mean (3)	1,180	4.6	3.2	3.0	1.8	3.0	3.2	57.6	79.53
KU check mean (5)	1,533	0.9	1.6	3.0	2.1	3.1	2.8	52.6	81.12
Commercial check mean (8)	1,496	1.5	1.4	3.3	1.7	2.8	2.7	54.5	82.16
Trial mean	1,263	2.9	1.9	3.4	2.2	3.1	3.2	62.2	79.55
CV (%)	11.54	162.98	37.03	13.73	27.11	11.78	11.80	29.22	2.35
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD 0.05	287.23	9.27	1.37	0.93	1.17	0.71	0.73	35.78	3.68
LSD 0.01	378.67	12.21	1.80	1.23	1.54	0.94	0.97	47.15	4.85

** Significant at the 0.01 probability level.

ค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดของลูกผสมทดสอบที่ให้ผลผลิตสูงสุด 2 และ 10 อันดับแรก เท่ากับ 1,776 และ 1,647 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ คิดเป็น 122.6 และ 113.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์เปรียบเทียบ (Table 2) ในขณะที่ลูกผสมทดสอบที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด จำนวน 149 คู่ผสม มีค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดเท่ากับ 1,390 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็น 96.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งในการปลูกทดสอบครั้งนี้ พันธุ์เปรียบเทียบจาก 3 กลุ่ม ได้แก่ พันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร (3 พันธุ์) พันธุ์จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (5 พันธุ์) และพันธุ์จากภาคเอกชน (8 พันธุ์) ให้ค่าผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 1,180, 1,533 และ 1,496 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

Table 2 Grain yield of testcross hybrids compared with hybrid check mean at National Corn and Sorghum Research Center in the 2020 early rainy season

Entry	Number	Grain yield		Relative to check mean			
		Range	Mean	DOA	KU	Commercial	Total check
		---------- kg/rai ----------		---------- % ----------			
Total testcross hybrids	240	380-1,802	1,251	106.0	81.6	83.6	86.3
Top 2 testcross hybrids	2	1,749-1,802	1,776	150.5	115.8	118.7	122.6
Top 10 testcross hybrids	10	1,577-1,802	1,647	139.6	107.4	110.1	113.7
Selected 149 testcross hybrids	149	1,163-1,802	1,390	117.8	90.7	92.9	96.0
Total hybrid checks	16	838-1,792	1,449	122.8	94.5	96.8	100.0
DOA checks	3	838-1,363	1,180	100.0	77.0	78.9	81.5

Table 2 (continued).

Entry	Number	Grain yield		Relative to check mean			
		Range	Mean	DOA	KU	Commercial	Total check
KU checks	5	1,244-1,792	1,533	129.9	100.0	102.5	105.9
Commercial checks	8	1,305-1,661	1,496	126.8	97.6	100.0	103.3

จากลูกผสมทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 149 คู่ผสม ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ดสูงและสายพันธุ์พ่อแม่มีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้านั้น (ข้อมูลจากการปลูกทดสอบสายพันธุ์พ่อแม่ในฤดูต้นฝน ปี 2563 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ) คู่ผสมดังกล่าวประกอบด้วย KU inbred lines จำนวน 20 สายพันธุ์ และ UP inbred lines จำนวน 18 สายพันธุ์ ในขณะที่สายพันธุ์ทดสอบที่มีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้า มีจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Tak Fa 1, Tak Fa 3, Ki 48, Ki 60 และ UP1 ซึ่งได้แสดงข้อมูลศักยภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้าของสายพันธุ์แท้และสายพันธุ์ทดสอบไว้ใน Table 3

Table 3 Inbred tester and inbred line potential as parents for commercial hybrid seed production of the selected 149 testcross hybrids from yield trial in the 2020 early rainy season

No.	Inbred name	Potential for commercial hybrid seed production		Remark
		Male parent	Female parent	
---------- DOA Inbred Testers (2 lines) ----------				
1.	Tak Fa 1	Fair	Good	Medium amount of pollen, medium tassel size, short tassel peduncle / Excellent silk emergence, big ear
2.	Tak Fa 3	Fair		Medium amount of pollen, medium tassel size, extra-short tassel peduncle / Fair silk emergence, low ear placement, pencil tip and long ear
---------- KU Inbred Testers (2 lines) ----------				
1.	Ki 48	Good		Medium amount of pollen / Fair silk emergence, open husk, big ear
2.	Ki 60	Good	Fair	Significant amount of pollen / Good silk emergence, big ear, ear rot in rainy season
---------- UP Inbred Testers (2 lines) ----------				
1.	UP1 (UPFC007)	Fair		Medium amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence
2.	UP2 (UPFC027)	Poor	Poor	Small amount of pollen, small tassel size, short pollen shedding period / Poor silk emergence, small ear, low seed yield

Table 3 (continued).

No.	Inbred name	Potential for commercial hybrid seed production		Remark
		Male parent	Female parent	
---------- KU Inbred Lines (20 lines) ----------				
1.	Ki 3	Good	Fair	Significant amount of pollen, medium tassel size, medium tassel peduncle / Fair silk emergence, short plant (suitable for female parent)
2.	Ki 45		Fair	Small amount of pollen, short tassel peduncle / Good silk emergence, small ear, bouquet ears
3.	Ki 47	Fair	Fair	Significant amount of pollen, long tassel peduncle / Fair silk emergence, susceptible to NCLB, long-small ear
4.	Ki 56	Fair		Significant amount of pollen, short tassel peduncle / Good silk emergence, bouquet ears
5.	Ki 57	Fair	Fair	Medium amount of pollen, extra-long tassel peduncle / Fair silk emergence, tall plant, leafy, big-long ear
6.	Kei 1314		Good	Small amount of pollen, extra-short tassel peduncle / Good silk emergence, big-long ear
7.	Kei 1421	Fair	Fair	Significant amount of pollen, long tassel peduncle / Good silk emergence, root lodging, susceptible to NCLB
8.	Kei 1508		Fair	Small amount of pollen / Fair silk emergence, ears with extended leaf husks
9.	Kei 1509	Fair	Fair	Medium amount of pollen / Fair silk emergence, short silk receptivity, leafy, long ear
10.	Kei 1519	Fair	Fair	Small amount of pollen, difficult to detassel (tough tassel) / Good silk emergence, ears with extended leaf husks, big ear [female parent of SW5819]
11.	Kei 1531	Fair	Fair	Medium amount of pollen / Good silk emergence, foliar diseases, big ear
12.	Kei 1533	Fair		Medium amount of pollen / Fair silk emergence, small ear
13.	Kei 1601	Good	Good	Significant amount of pollen / Fair silk emergence, tall plant, low ear placement, big ear
14.	Kei 1606	Good	Good	Medium amount of pollen, compact tassel / Good silk emergence, tall plant, low ear placement, big ear
15.	Kei 1608		Fair	Small amount of pollen / Excellent silk emergence, short plant, low ear placement, bouquet ears
16.	Kei 1611		Fair (accept)	Susceptible to Fall Armyworm, small ear, bouquet ears
17.	Kei 1614		Fair	Susceptible to Fall Armyworm, low ear placement, bouquet ears
18.	Kei 1630		Fair	Medium amount of pollen / Fair silk emergence, small ear
19.	Kei 1713		Fair (accept)	Small amount of pollen / Good silk emergence, leafy, low ear placement, big ear
20.	Kei 1723	Fair	Fair	Medium amount of pollen / Good silk emergence, good plant aspect, airy canopy, big-long ear

Table 3 (continued).

No.	Inbred name	Potential for commercial hybrid seed production		Remark
		Male parent	Female parent	
---------- UP Inbred Lines (18 lines) ----------				
1.	UPFC005		Fair	Medium amount of pollen / Fair silk emergence, small ear
2.	UPFC019	Fair (accept)		Small amount of pollen / Poor silk emergence, small ear
3.	UPFC022	Fair (accept)		Medium amount of pollen / Fair silk emergence, small ear
4.	UPFC023	Fair	Fair	Medium amount of pollen / Fair silk emergence, small ear
5.	UPFC024		Fair	Small amount of pollen, tassel in whorl / Poor silk emergence, small ear
6.	UPFC026		Fair	Small amount of pollen, tassel in whorl / Poor silk emergence, small ear
7.	UPFC028		Fair	Small amount of pollen, tassel in whorl / Poor silk emergence, small ear
8.	UPFC029	Fair (accept)	Fair	Medium amount of pollen / Fair silk emergence, foliar diseases, short plant, big ear
9.	UPFC032	Fair		Medium amount of pollen / Poor silk emergence, small ear
10.	UPFC037		Fair	Small amount of pollen / Fair silk emergence, big ear
11.	UPFC044	Fair (accept)	Fair	Small amount of pollen / Fair silk emergence, short plant, big ear
12.	UPFC045	Fair		Medium amount of pollen / Poor silk emergence
13.	UPFC060	Fair		Medium amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence, broad leaves, big-long ear
14.	UPFC061		Fair	Small amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence, tall plant, big-long ear
15.	UPFC066	Fair (accept)		Small amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence
16.	UPFC067	Fair	Fair	Medium amount of pollen, compact tassel / Fair silk emergence, long ear
17.	UPFC01	Fair (accept)	Fair	Medium amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence, low ear placement, good ear aspect
18.	UPFC02	Fair (accept)	Fair	Medium amount of pollen, tassel in whorl / Fair silk emergence, low ear placement, good ear aspect, big ear

สรุป

การประเมินสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยพะเยาโดยการผสมทดสอบกับสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่นจาก 3 หน่วยงาน มีสายพันธุ์แท้ที่มีศักยภาพในการนำไปพัฒนาพันธุ์ลูกผสม ซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดของลูกผสมทดสอบและศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้าของสายพันธุ์พ่อแม่ และจากผลการทดลองดังกล่าวจะมีการจัดกลุ่มเฮตเทอโรซิสของสายพันธุ์เพื่อการใช้ประโยชน์ในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร. สรรเสริญ จำปาทอง ที่ให้ความอนุเคราะห์สายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่นที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และให้คำปรึกษางานวิจัย ผศ.ดร. บุญฤทธิ์ สินค้างาม ที่ให้ความอนุเคราะห์สายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และสายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่นที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยพะเยา กรมวิชาการเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์สายพันธุ์ทดสอบที่ดีเด่นที่พัฒนาโดยกรมวิชาการเกษตร คุณธวัชชัย ประศาสน์ศรีสุภาพ ในการประเมินลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่และให้คำปรึกษางานวิจัย คุณวีรชัย ศรียี่สุ่น และ ผศ.ดร. จุฑามาศ ร่มแก้ว ในการประเมินสายพันธุ์พ่อแม่และให้คำปรึกษางานวิจัย และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่หลักในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2562. http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2562/agri_situation2562.pdf, 11 เมษายน 2562.

Amegbor, I.K., Badu-Apraku, B., Annor, B. 2017. Combining ability and heterotic patterns of extra-early maturing white maize inbreds with genes from *Zea diploperennis* under multiple environments. Euphytica 213: 24. doi.org/10.1007/s10681-016-1823-y

Fan, X.-M., Yin, X.-F., Zhang, Y.-D., Bi, Y.-Q., Liu, L., Chen, H.-M., Kang, M.S. 2016. Combining ability estimation for grain yield of maize exotic germplasm using testers from three heterotic groups. Crop Sci. 56: 2527–2535.

Hallauer, A.R., Miranda, J.B. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2nd ed. Iowa State University Press. Ames, IA, USA.

Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetics Statistics. 1st ed. John Wiley and Sons, New York, USA.

Singh, R.K., Chaudhary, B.D. 1979. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Rev. ed. Kalyani Publishers. India.

รูปแบบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในวัสดุปลูกไร้ดินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของผักสลัดเรดโอ๊คภายใต้ระบบโรงเรือนอัจฉริยะ

Application pattern for organic fertilizer in soiless media on growth and yield quality of red oak lettuce under smart greenhouse system

ชนากานต์ ยวงใย, อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์*, พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์

Chanakan Yuangyai, Ornprapa Thepsilvisut*, Phakpen Poomipan

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12120

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Centre, Pathum Thani 12120, Thailand.

* Corresponding author: E-mail: ornprapa@hotmail.com, ornprapa@tu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษารูปแบบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการผลิตผักสลัดเรดโอ๊คด้วยการปลูกในวัสดุปลูกไร้ดิน (แกลบดิบ: แกลบเผา:ขุยมะพร้าว:มูลวัว = 1:1:1:1 โดยปริมาตร) ภายใต้ระบบโรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ย 30.3 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 10 สิ่งทดลอง ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) ใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด และปุ๋ยอินทรีย์ผง อัตรา 20.90 และ 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ และใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 20.90, 30.20 และ 39.50 กิโลกรัม N ต่อไร่ ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผง อัตรา 20.90 และ 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ และปุ๋ยมูลวัว อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักสลัดเรดโอ๊คมีจำนวนใบและความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือมีค่าอยู่ในช่วง 20.63–21.67 ใบ และ 25.89–26.43 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผง อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักสลัดเรดโอ๊คมีน้ำหนักสดส่วนเหนือดินมากที่สุด คือ 76.02 กรัมต่อต้น

คำสำคัญ: ธาตุอาหารพืช, น้ำหนักสด, ปุ๋ย, ผักกาดหอม

Abstract

This study was to investigate the application pattern for organic fertilizer in soiless media (rice husk: rice husk charcoal: coconut dust: cow manure = 1:1:1:1 by volume) for red oak lettuce production under smart greenhouse system (Average temperature at 30.3°C). The experiment design was randomized complete block design (RCBD) with 10 treatments. Treatments were consisting of control (no fertilizer), 2 rates of chemical fertilizer, powder organic fertilizer or granular organic fertilizer (20.90 and 30.20 kg N/rai), and 3 rates of cow manure (20.90, 30.20 and 39.50 kg N/rai). The result reviewed that the application of powder organic fertilizer at 20.90 and 30.20 kg N/rai and cow manure at 30.20 kg N/rai gave the significantly highest of leaf number (20.63–21.67leaves) and plant canopy (25.89–26.43 cm). Moreover, the application of powder organic fertilizer at 30.20 kg N/rai was the most led to the highest aboveground fresh weight of 76.02 g/plant.

Keywords: fertilizer, fresh weight, lettuce, plant nutrition

คำนำ

ในปัจจุบัน ผักกาดหอมเป็นผักที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภครักสุขภาพเนื่องจากสามารถรับประทานส่วนของใบสดได้โดยไม่ต้องปรุงแต่งอาหาร และยังเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (สุนทร, 2540) อีกทั้งยังอุดมไปด้วยสารสีที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์อีกด้วย (Llorach et al., 2008; Pinto et al., 2014) จากการที่ผักกาดหอมเป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดปี จึงทำให้เกษตรกรหลายรายเริ่มหันมาให้ความสนใจกับการเพาะปลูกผักกาดหอมโดยเฉพาะการปลูกในสภาพโรงเรือนซึ่งสามารถจัดการได้ทั้งอุณหภูมิ ปริมาณน้ำ และการป้องกันโรคและแมลง โดยจากการรายงานของวิริยา และคณะ (2561) พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือน ซึ่งสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ทำให้ผลผลิตสูงกว่าผักกาดหอมที่ปลูกภายนอกโรงเรือน อย่างไรก็ตาม การจัดการภายในโรงเรือน นอกจากจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนแล้ว ทั้งนี้การปลูกผักในโรงเรือนนิยมปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ที่แม้ว่าสามารถควบคุมปริมาณการให้น้ำและธาตุอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มักพบว่ามีความเสี่ยงในเรื่องของคุณภาพผลผลิตโดยเฉพาะการสะสมของสารไนเตรตซึ่งไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค (ไชยพิศิษฐ์ และชุลีมาศ, 2561) ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการวัสดุปลูกรวมถึงการจัดการธาตุอาหาร โดยเฉพาะการส่งเสริมการเพาะปลูกในโรงเรือนแบบปลอดภัย จึงถือเป็นเรื่องที่เป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษาซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรที่สนใจการผลิตผักที่สามารถให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและปลูกได้ตลอดทั้งปี

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design, CRD) จำนวน 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ประกอบด้วย 10 สิ่งทดลอง ได้แก่

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)

สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยเคมี (16-16-16 + 46-0-0) อัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ (CF 20.90 N)

สิ่งทดลองที่ 3 ปุ๋ยเคมี (16-16-16 + 46-0-0) อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ (CF 30.20 N)

สิ่งทดลองที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด อัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ (NO 20.90 N)

สิ่งทดลองที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่) (NO 30.20 N)

สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์ผง (มูลค้างคาว+กากส่าเหล้า) อัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ (OF 20.90 N)

สิ่งทดลองที่ 7 ปุ๋ยอินทรีย์ผง (มูลค้างคาว+กากส่าเหล้า) อัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ (OF 30.20 N)

สิ่งทดลองที่ 8 ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ (CM 20.90 N)

สิ่งทดลองที่ 9 ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ (CM 30.20 N)

สิ่งทดลองที่ 10 ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 39.50 กิโลกรัม N ต่อไร่ (CM 39.50 N)

การปลูกและการดูแลรักษา

หยอดเมล็ดผักกาดหอมเรดโอ๊คจำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม ลงในหลุมขนาดเท่ากับ 2.4×2.4×4.0 เซนติเมตร ของถาดเพาะ ที่มีพีทมอสเป็นวัสดุเพาะ วางถาดเพาะกล้าในโรงเรือนที่มีการพรางแสง รดน้ำทุกวัน และเมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วันหลังเพาะเมล็ด ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อต้นกล้ามีอายุ 15 วัน หรือมีใบจริงจำนวน 2–4 ใบ ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3–4 เซนติเมตร ทำการย้ายปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ที่บรรจุวัสดุปลูกลงในกระถาง ได้แก่ แกลบดิบ: แกลบเผา: มูลวัว: ขุยมะพร้าว:ดิน อัตราส่วน 1:1:1:1:0.25 โดยปริมาตร ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 0.47, 0.39 และ 18.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ วางกระถางบนโต๊ะปลูกสูงจากพื้นประมาณ 90 เซนติเมตรใส่ปุ๋ยตามที่กำหนด โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ปุ๋ยอินทรีย์ผง และปุ๋ยมูลวัว จะใส่รองก้นหลุมในวันปลูกตามอัตราที่กำหนดในแผนการทดลอง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี ทำโดยใส่ปุ๋ยรองพื้น คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 (อัตรา 4.80 และ 7.20 กิโลกรัม N ต่อไร่) ในวันปลูก และใส่ปุ๋ยแต่งหน้า คือ ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 (อัตรา 16.10 และ 23.00 กิโลกรัม N ต่อไร่) ก่อนการเก็บเกี่ยว 15 วัน ให้น้ำทุกวันในอัตราที่เท่ากันเพื่อให้วัสดุปลูกมีความชื้นอยู่ในช่วง 60–70 เปอร์เซ็นต์ ด้วยระบบการให้น้ำแบบสเปรย์บนโต๊ะปลูกและมีระบบพ่นหมอกเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ยให้ไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 65.21 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งมีอุณหภูมิในช่วงกลางคืนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 24.5–26.5 องศาเซลเซียส ฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติเพื่อกำจัดโรคและแมลงเมื่อมีการระบาดและกำจัดวัชพืชโดยวิธีกลอย่างสม่ำเสมอ

การบันทึกผล

1) การเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบ และความกว้างทรงพุ่ม บันทึกข้อมูลทุก 10 วัน จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (30 วันหลังย้ายปลูก) และบันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและราก (กรัม/ต้น) สำหรับน้ำหนักแห้ง อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งจะคงที่

2) คุณภาพผลผลิต ได้แก่ ปริมาณสารสี คือ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวม ทำการสกัดตัวอย่างพืชสดด้วยวิธีดัดแปลงจาก Nagata และ Yamashita (1992) และนำสารละลายใสที่สกัดได้มาวิเคราะห์หาปริมาณ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก Arnon (1949) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร ที่วัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer มาคำนวณค่าในสมการ (มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ดัง Equation 1–3

$$\text{Chlorophyll a} = [(12.7A_{663} - 2.69A_{645}) \times V] / (1{,}000 \times W) \quad (1)$$

$$\text{Chlorophyll b} = [(22.90A_{645} - 4.68A_{663}) \times V] / (1{,}000 \times W) \quad (2)$$

$$\text{Total chlorophyll (a + b)} = [(20.20A_{645} + 8.02A_{663}) \times V] / (1{,}000 \times W) \quad (3)$$

เมื่อ V = ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายที่ใช้ในการสกัดคลอโรฟิลล์ และ W = น้ำหนักสดของพืชที่ใช้ในการสกัด

3) ปริมาณธาตุอาหารในพืช ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjedahl method ส่วนฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P) วิเคราะห์ด้วยวิธี Vanadomolybdate และโพแทสเซียมทั้งหมด (total K) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Flame photometer (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง ทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's multiple rage test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สำหรับการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คในสภาพโรงเรือนอัจฉริยะระหว่างเดือนตุลาคม–พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 พบว่า ภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิตลอดทั้งวันเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 30.3 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 65.21 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม พบว่า อุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มมีค่ามากกว่า 35 องเซลเซียส ตั้งแต่ประมาณ 10.00-15.00 น. ซึ่งจากการเปิดระบบพ่นหมอกให้กับผักสลัดเรดโอ๊ค ณ 11.00 น. และ 13.00 น. เป็นระยะเวลา 3 นาที พบว่า สามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนลงได้ประมาณ 1 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน ดังนั้นมีความเป็นไปได้ว่า การพ่นหมอกถือเป็นวิธีการช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้วิธีหนึ่ง ซึ่งอาจใช้ควบคู่กับวิธีการอื่นๆ เช่น การพรางแสง (เฉลิมชาติ, 2560) เป็นต้น

การเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิต

จากการเปรียบเทียบชนิดของปุ๋ยและอัตราการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมเรดโอ๊ค พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผง (มูลค้างคาว + กากส่าเหล้า) อัตรา 20.90 และ 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ความสูงต้นมีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญคือเท่ากับ 17.83 และ 17.60 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ส่วนจำนวนใบ พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผงอัตรา 20.90 และ 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยมูลวัวอัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คมีจำนวนใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือประมาณ 21–22 ใบ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาที่ความกว้างทรงพุ่ม พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวอัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ 26.43 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผงอัตรา 20.90 และ 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 25.90 และ 25.89 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยทุกชนิดทำให้การเจริญเติบโตของผักกาดหอมเรดโอ๊คมีค่ามากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย (Table 1) ทั้งนี้ผักกาดหอมเรดโอ๊คที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ผง อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีน้ำหนักสดส่วนเหนือดินมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือเท่ากับ 76.02 กรัมต่อต้น รองลงมา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยมูลวัวอัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ (66.22 กรัมต่อต้น) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผง อัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ (62.32 กรัมต่อต้น) ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผง อัตรา 20.90 และ 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยมูลวัวอัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือมีค่าอยู่ในช่วง 2.35-2.47 กรัมต่อต้น ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดซึ่งพัฒนามาจากศูนย์ Nanotech ของ สวทช. อัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุด คือ 3.29 และ 0.14 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 2)

ทั้งนี้รูปแบบการใส่ปุ๋ยเคมีในการศึกษานี้เป็นการอ้างอิงอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับพืชผักใบที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ ซึ่งแนะนำให้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและให้ปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มน้ำหนักผลผลิตโดยตรงในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว 15 วัน แต่จากผลการเจริญเติบโตของผักกาดหอมนี้ชี้ให้เห็นว่าหากต้องการใส่ปุ๋ยเคมีควรใส่ในช่วงเริ่มต้นให้มากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของผักกาดหอมดีขึ้น อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัว (N: P_2O_5: K_2O (%) = 1.60: 0.85: 4.06) ในอัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบมีค่ามากที่สุดซึ่งไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ผงที่ประกอบด้วยมูลค้างคาว (N: P_2O_5: K_2O (%) = 10.79: 3.25: 1.32) และกากส่าเหล้า (N: P_2O_5: K_2O (%) = 0.77: 1.22: 3.79) ซึ่งพบว่ามีปริมาณธาตุอาหารหลักในปริมาณสูง และมีค่า C/N ratio ต่ำ คือเท่ากับ 2.56 และ 8.89 ตามลำดับ ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่ามูลวัวที่ใช้ในการทดลองที่มีค่า C/N ratio เท่ากับ 14.12 (ต่ำกว่า 20:1) มีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารได้ดี ซึ่งเมื่อเกิดการย่อยสลายจะสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้ผักกาดหอมนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที

Table 1 Growth of red oak lettuce at 30 days after transplanting grown under different fertilizer treatments

Treatment	Plant height (cm)	Leaf number	Plant canopy (cm)
Control	8.00 ± 0.62 g[1/]	10.23 ± 0.40 f	13.33 ± 0.57 f
CF 20.90 N	12.83 ± 0.58 e	12.87 ± 0.58 e	23.90 ± 0.26 cd
CF 30.20 N	10.10 ± 0.26 f	13.43 ± 0.23 e	23.17 ± 0.85 d
NO 20.90 N	12.33 ± 0.29 e	18.33 ± 1.15 b	22.94 ± 0.93 d
NO 30.20 N	12.93 ± 0.23 e	16.00 ± 0.30 c	24.90 ± 0.36 bc
OF 20.90 N	17.83 ± 0.15 a	20.63 ± 0.58 a	25.90 ± 0.53 ab
OF 30.20 N	17.60 ± 0.17 ab	21.67 ± 0.65 a	25.89 ± 0.76 ab
CM 20.90 N	14.33 ± 0.15 d	14.67 ± 0.35 d	18.00 ± 0.30 e
CM 30.20 N	17.07 ± 0.51 b	21.00 ± 0.30 a	26.43 ± 0.51 a
CM 39.50 N	15.27 ± 0.64 c	18.57 ± 1.03 b	24.97 ± 0.93 bc
F-test	**	**	**
C.V. (%)	2.97	3.78	2.82

** Significance at the 99% confidence level

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

คุณภาพผลผลิต

ผักกาดหอมเรดโอ๊คที่ได้รับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 30.20 และ 39.50 กิโลกรัม N ต่อไร่ และปุ๋ยเคมี อัตรา 20.90 และ 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือมีค่าอยู่ในช่วง 0.69–0.89 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์เอ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 0.56 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ทั้งนี้

จะเห็นได้ว่า ชนิดของปุ๋ยและอัตราการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์บีมีค่าแตกต่างกัน (Table 3) ทั้งนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับแล้ว อุณหภูมิก็ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณสารสี ซึ่งจากการรายงานของ Gazula et al. (2005) พบว่า ผักกาดหอมหลายพันธุ์ที่ปลูกภายใต้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ตลอดทั้งวัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีน้อยกว่าผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ตลอดทั้งวัน

Table 2 Fresh and dry weights of red oak lettuce at 30 days after transplanting grown under the different fertilizer treatments

Treatment	Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
	aboveground	root	aboveground	root
Control	4.53 ± 0.85 j[1/]	0.72 ± 0.05 f	0.19 ± 0.02 e	0.04 ± 0.00 f
CF 20.90 N	39.86 ± 0.06 g	2.35 ± 0.29 bcd	1.26 ± 0.03 c	0.08 ± 0.00 cde
CF 30.20 N	20.77 ± 0.16 i	1.67 ± 0.34 e	0.74 ± 0.12 d	0.06 ± 0.01 ef
NO 20.90 N	47.40 ± 0.49 e	3.29 ± 0.76 a	1.90 ± 0.08 b	0.14 ± 0.04 a
NO 30.20 N	42.26 ± 0.90 f	1.84 ± 0.08 de	1.50 ± 0.07 c	0.08 ± 0.01 de
OF 20.90 N	62.32 ± 0.59 c	2.82 ± 0.07 ab	2.35 ± 0.18 a	0.12 ± 0.01 abc
OF 30.20 N	76.02 ± 0.92 a	2.97 ± 0.14 a	2.47 ± 0.47 a	0.12 ± 0.03 ab
CM 20.90 N	25.32 ± 0.05 h	2.15 ± 0.01 cde	1.21 ± 0.05 c	0.09 ± 0.02 bcde
CM 30.20 N	66.22 ± 0.75 b	2.36 ± 0.04 bcd	2.41 ± 0.12 a	0.09 ± 0.02 bcde
CM 39.50 N	57.32 ± 0.87 d	2.39 ± 0.10 bc	1.87 ± 0.10 b	0.09 ± 0.02 bcd
T-test	**	**	**	**
C.V. (%)	1.49	14.44	15.40	20.64

** Significance at the 99% confidence level

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

ปริมาณธาตุอาหารในพืช

จากการเปรียบเทียบชนิดของปุ๋ยและอัตราการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อปริมาณธาตุอาหารในผักกาดหอมเรดโอ๊คที่อายุ 30 วันหลังย้ายปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนรวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ เท่ากับ 1.96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 39.50 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จากการที่ผักกาดหอมเรดโอ๊คได้รับปุ๋ยอินทรีย์ผง อัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ หรือปุ๋ยมูลวัว 39.50 กิโลกรัม N ต่อไร่ หรือปุ๋ยเคมีในอัตรา 20.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คมีปริมาณโพแทสเซียมรวมมากที่สุดอย่างมี

นัยสำคัญ คือมีค่าอยู่ในช่วง 7.85–8.39 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) ทั้งนี้จากผลของการสะสมธาตุอาหารในพืชพบว่า มีแนวโน้มสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยแต่ละชนิด กล่าวคือ การให้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะการให้ปุ๋ยยูเรียที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงและปลดปล่อยได้เร็ว ทำให้พืชได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่มากกว่าการใส่ปุ๋ยชนิดอื่นๆ ทำให้พืชสามารถดูดไนโตรเจนเข้าไปสะสมได้มากขึ้น และหากพิจารณาที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แม้ว่า ปุ๋ยเคมี 16-16-16 ที่ให้กับพืชจะมีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าปุ๋ยมูลวัว (K_2O = 4.06%) และปุ๋ยอินทรีย์ผงที่มีกากส่าเป็นส่วนผสมและมีปริมาณโพแทสเซียมสูง (K_2O = 3.79%) แต่พบว่า หากใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผงหรือปุ๋ยมูลวัว (C/N ratio ต่ำกว่า 20:1) ในปริมาณที่มากขึ้น เมื่อเกิดการย่อยสลายจะพร้อมปลดปล่อยโพแทสเซียมให้กับพืชดูดไปใช้และส่งผลให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมในพืชได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามสำหรับการสะสมของฟอสฟอรัสในพืช พบว่าไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยที่ให้กับพืช ซึ่งอาจจำเป็นต้องศึกษากลไกและความสัมพันธ์ของธาตุอาหารอื่นๆ ที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์และอาจช่วยส่งเสริมการดูดใช้ฟอสฟอรัสให้กับผักกาดหอมได้ต่อไป

Table 3 Chlorophyll content and macro nutrients in plant tissues of red oak lettuce at 30 days after transplanting grown under different fertilizer treatments

Treatment	Chlorophyll a (µg/g FW)	Chlorophyll b (µg/g FW)	Total chlorophyll (a+b) (µg/g FW)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
Control	0.31 ± 0.1 d	0.14 ± 0.1	0.45 ± 0.2 c[1/]	1.19 ± 0.1 f[1/]	0.14 ± 0.0 e	5.22 ± 0.1 d
CF 20.90 N	0.47 ± 0.0 abc	0.23 ± 0.1	0.69 ± 0.1 ab	1.78 ± 0.1 b	0.22 ± 0.0 d	7.85 ± 0.6 ab
CF 30.20 N	0.56 ± 0.1 a	0.20 ± 0.1	0.76 ± 0.0 ab	1.96 ± 0.1 a	0.23 ± 0.0 d	6.43 ± 0.3 c
NO 20.90 N	0.40 ± 0.1 bcd	0.18 ± 0.1	0.58 ± 0.2 bc	1.41 ± 0.1 de	0.24 ± 0.0 cd	5.86 ± 0.5 cd
NO 30.20 N	0.47 ± 0.0 abc	0.22 ± 0.0	0.69 ± 0.0 abc	1.61 ± 0.2 c	0.28 ± 0.0 b	7.48 ± 0.3 b
OF 20.90 N	0.43 ± 0.0 abcd	0.26 ± 0.1	0.53 ± 0.1 bc	1.36 ± 0.0 e	0.27 ± 0.0 bc	5.56 ± 0.5 d
OF 30.20 N	0.46 ± 0.1 abc	0.18 ± 0.1	0.64 ± 0.1 bc	1.37 ± 0.1 e	0.28 ± 0.0 b	8.39 ± 0.4 a
CM 20.90 N	0.38 ± 0.1 cd	0.15 ± 0.0	0.53 ± 0.1 bc	1.20 ± 0.1 f	0.24 ± 0.0 cd	6.50 ± 0.2 c
CM 30.20 N	0.48 ± 0.0 abc	0.27 ± 0.1	0.76 ± 0.1 ab	1.45 ± 0.1 de	0.28 ± 0.0 b	5.79 ± 0.9 cd
CM 39.50 N	0.54 ± 0.1 ab	0.35 ± 0.3	0.89 ± 0.2 a	1.54 ± 0.1 cd	0.32 ± 0.0 a	8.15 ± 0.4 ab
F-test	*	ns	*	**	**	**
C.V. (%)	21.49	50.09	25.26	16.53	20.30	17.56

ns Not significant, ** Significance at the 99% confidence level

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

สรุป

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผง (มูลค้างคาว + กากส่าเหล้า) อัตรา 30.20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยวัสดุผสม แกลบดิบ: แกลบเผา: มูลวัว: ขุยมะพร้าว:ดิน อัตราส่วน 1:1:1:1:0.25 โดยปริมาตร มีการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิต โดยเฉพาะน้ำหนักสดส่วนเหนือดินมีค่ามากที่สุด คือ 76.02 กรัมต่อต้น และการใส่

ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 39.50 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากที่สุด คือเท่ากับ 0.89 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด

กิตติกรรมประกาศ

ผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นผลงานของโครงการที่เป็นความร่วมมือระหว่างสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติกับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ในบันทึกข้อตกลงเลขที่ FDA-CO-2563-10900-TH

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์พืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ไชยพิศิษฐ์ เพ็งคำ, ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย. 2561. อิทธิพลของการใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดินต่อปริมาณไนเตรทและการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบไฮโดรโพนิกส์. แก่นเกษตร 46 ฉบับพิเศษ 1: 1198–1201.

เฉลิมชาติ เสาวรัจ. 2560. การควบคุมสภาพอากาศอัตโนมัติในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยระบบพ่นหมอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วิริยา จำพิมาย, นัฏฐา นิตย์วัฒนกุล, อารักษ์ ธีรอาพน. 2561. ผลของสภาพการปลูกและแหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์ต่อคุณภาพและผลผลิตของผักกาดหอม ในระบบไฮโดรโปนิกส์. วิทยาศาสตร์เกษตร. 49: 88–91.

สุนทร เรืองเกษม. 2540. ผักกินใบ. ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

Aparna, G., Matthew, D.K., John, G.S., Albert, R. M. 2005. Temperature and cultivar effects on anthocyanin and chlorophyll b concentrations in three related lollo rosso lettuce cultivars. Hortscience. 40: 1731–1733.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 13–15.

Kleinhenz, M.D., French, D.G., Gazula, A., Scheerens, J.C. 2003. Variety, shading, and growth stage effects on pigment concentrations in lettuce grown under contrasting temperature regimens. Horttechnology. 13: 677–683.

Llorach, R., Martinez-Sanchez, A., Tomas-Barberan, F.A., Gil, M.I., Ferreres, F. 2008. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. Food Chem. 108: 1028–1038.

Nagata, M., Yamashita, I. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. J. Jpn. Soc. Food Sci. 39: 925–928.

Pinto, E., Almeida, A.A., Aguiar, A.A., Ferreira, I.M. 2014. Changes in macrominerals, trace elements and pigments content during lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth: Influence of soil composition. Food Chem. 152: 603–611.

Physiological responses of 'Tavee 60' chili plants under different water levels

Thanyabhorn Traijit[a], Benya Manochai[b], Piyada Juntawong[c], Ornusa Khamsuk[a,*]
[a]Departmentof Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
[b]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture Kasetsart, University Bangkok 10900, Thailand.
[c]Department of Genetics, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
*Corresponding author. E-mail address: fsciosk@ku.ac.th

Abstract

Drought is a major stress that affects plant growth and agricultural productivity. Chili pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of commercial crops that has been affected by drought. This study aims to determine physiological responses of chili plants under different water levels. 'Tavee 60' chili cultivar was planted with 4 water regimes including 100%, 60%, 40% and 20% field capacity (FC) as control, mild, moderate and severe drought stress, respectively at flowering stage for 28 days. The results showed that physiological responses of chili plants exposed to 60% FC were similar to those of 100% FC condition related to relative water content (RWC), proline level and malondialdehyde (MDA) content. Additionally, chili plants exposed under 20% FC were the most stressful as indicated by decreased RWC and highly accumulated proline and MDA content. Plants in 60% FC condition had the highest yield but not significantly different as compared to 100% FC and 20% FC plants had the lowest yield. From the results, 'Tavee 60' chili plants grown under 20%FC were the most stressful. We suggested that watering of 'Tavee 60' plants can be done at 60% FC instead of 100% FC for saving water as indicated by the similar physiological responses and higher yield.

Keywords: Chili, Drought, RWC, Proline, MDA

Introduction

Climate change affects agriculture worldwide in nowadays. Drought is one of major problems that caused by climate change. Drought stress causes many negatively effects to plants such as cellular dehydration, stomatal closure, decreased photosynthesis, inhibition of cell division, decreased plant growth and productivity. The oxidative stress caused by drought attacked membrane lipid and protein leading to a reduction in plant growth and productivity (Hasanuzzaman et al., 2014).

Chili pepper (*Capsicum annuum* L.) belongs to family Solanaceae, used as spices and medicinal benefits. Chili fruits contain a wide range of nutrients and vitamins, which are health benefits, antimicrobial, and anticancer properties. The pungency in chili fruits is caused by capsaicin that makes them hot and also causes burning sensation (Saleh et al., 2018). Chili pepper is one of an important commercial crops in Thailand and nearby countries. It is the popular spice for cooking making food spicier in both fresh and dry fruits (Tripodi and Kumar, 2019).

Chili pepper is one of crops that affected by drought. This study aims to investigate physiological responses of chili plants under different water levels. Various chili cultivars may response to different water levels differently by measuring physiological responses such as leaf relative water content, proline content, malondialdehyde content and yields of chili plants (Anjum et al., 2012).

Materials and Methods

Plant materials and growth conditions

Seeds of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) ‘Tavee 60’ cultivar were obtained from the Tropical Vegetable Research Center, Research and Development Institute, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Thailand. Seeds were sown in seedling trays containing peat moss. Six weeks after sowing, plants were transferred to pots filled with a mixture of soil, rice husk and manure (1:2:1 by volume). Three-month-old plants were planted in greenhouse (Departmentof Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand) with 4 water regimes including 100%, 60%, 40% and 20% field capacity (FC) as control, mild, moderate and severe drought stress, respectively at flowering stage for 28 days. After drought period for 5 days, plants were re-watered until the soil moisture closed to the field capacity. All data of parameters according to leaf relative water content (LRWC), proline content and malondialdehyde (MDA) content were measured once a week under drought stress period and after re-watering for 5 days.

Leaf relative water content measurement

Leaf relative water content (LRWC) was determined in the mature leaves as described by Schonfeld et al. (1988). The mature leaves were harvested and weighed for fresh weight (FW). After then, leaves were soaked in distilled water for 12 hr to determine turgid weight (TW) and were dehydrated at 70°C for 48 hr for dry weight (DW). LRWC was determined as %LRWC = (FW-DW) / (TW-DW) x 100

Proline determination

The level of proline was investigated according to Bates et al. (1973). The mature leaves were cut and weighed 0.1g. Leaves were homogenized with liquid nitrogen and added with 3% aqueous sulfosalicylic acid. Then, the samples were centrifuged at 10,000 rpm for 10 min (10ºC) and 1 ml supernatants were mixed with 1 ml of acid ninhydrin and 2 ml of glacial acetic acid. The mixtures were incubated at 98ºC for 30 min in a water bath and extracted with 2 ml toluene. The absorbance was determined with spectrophotometer at 520 nm.

Malondialdehyde determination

Malondialdehyde (MDA) content was estimated with thiobarbituric acid (TBA) as previously described by Hodges et al. (1999). The 0.1g of mature leaf was homogenized with liquid nitrogen and was added with 1 ml of trichloroacetic acid (TCA). The homogenate was centrifuged at 10,000 rpm for 20 min (4ºC). The 0.5 ml of supernatant was added 1 ml thiobarbitulic acid (TBA) and incubated at 98ºC for 30 min in a water bath. The absorbance was determined at 532 and 600 nm.

Yields

After drought stress period, chili plants were re-watering until the soil moisture closed to the field capacity. The mature chili fruits were removed from the plants. Then, the number of fruit per plant were examined.

Statistical analyses

The experiment was designed in a completely randomized design (CRD) with 5 replications for each treatment. Data set was analyzed by ANOVA at a 95% confidence level between treatment and post-hoc test was made using Tukey HSD test at $P<0.05$ using RStudio Team (2020). All values were presented as mean and standard error.

Results and Discussion

Three-month-old ‘Tavee 60’ plants were subjected to 4 water regimes including 100%, 60%, 40% and 20% field capacity (FC) as control, mild, moderate and severe drought stress, respectively. Chili plants under all water regimes displayed similar growth on the first day of the experiment (Day 1). Chili plants exposed to severe drought stress exhibited wilted symptoms (Fig.1). After water deficit condition for 28 days, the control plants presented high growth, whereas severe drought plants exhibited a reductive growth as compared to the control. Interestingly, mild-drought plants displayed growth similar to moderate drought plants.

Effect of drought on leaf relative water content

In this study, the water levels in soil were related to the water status in chili leaves. During drought stress period, chili plants grown under control and mild (60%FC) drought stress treatment had higher LRWC than moderate (40%FC) and severe (20%FC) drought stress (Fig.2A). The results showed that severe drought chili plants had the lowest LRWC as compared to the other treatments. However, LRWCs of plants under all water regimes were not differently significant from each other after re-watering. The data revealed that water

application after severe drought treatment caused an increase of LRWC equal to others. The effect of drought on LRWC of ‘Tavee 60’ chili in this study, was similar to the Africa chili pepper (Okunlola et al., 2017). We also showed that moderate and severe drought stress significantly decreased. Although, the moderate-stressed plants could maintain their growth under water shortage condition.

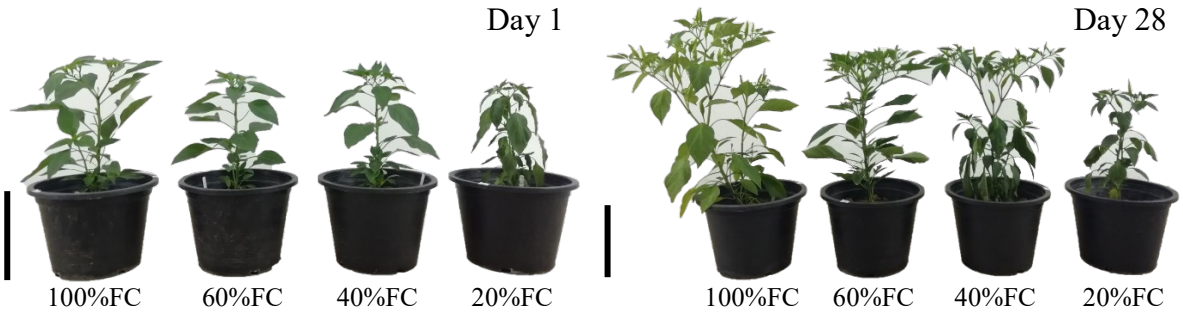


Fig. 1 Chili plants (*Capsicum annuum* L.) cultivar ‘Tavee 60’, exposed to 4 water regimes including control (100%FC), mild drought (60%FC), moderate drought (40%FC) and severe drought treatment (20%FC). Vertical bars equal to 7.5 inch

Effect of drought on proline content

The induction of proline content occurred in drought stress conditions. Proline content in each treatment are shown in Fig.2B. Chili plants under severe drought stress highly accumulated proline content as compared to the other treatments. Mild drought stress condition caused an accumulation of proline as similar to control. Moreover, moderate drought plants tended to accumulate higher proline than mild drought stress condition. Proline content of all conditions was not significantly different from each other. Furthermore, the proline level in severe drought plants were decreased after re-watering for 5 days. Generally, proline will be produced when plants are under drought stress, leading to cellular dehydration. It has been show that proline has a role in osmotic adjustment and increasing water in dehydrated cell. In addition, proline can protect plants from reactive oxygen species (ROS) that decreases lipid peroxidation and MDA content according to Hossain et al. (2014).

Effect of drought on lipid peroxidation

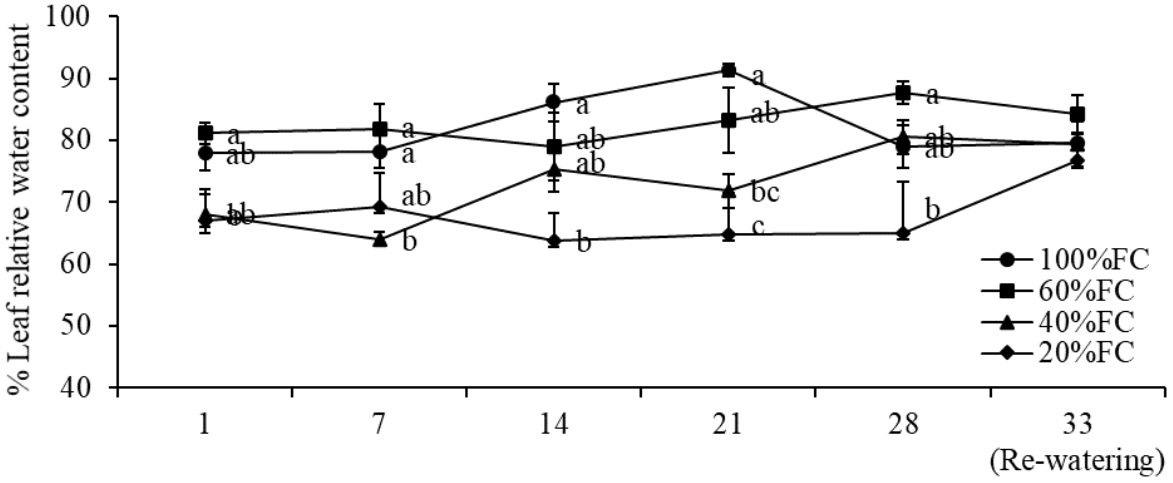
MDA content was measured in this study to determine lipid peroxidation. Based on MDA content, severe drought condition caused the highest increased MDA level as compared to the other conditions (Fig. 2C). Mild and moderate drought stress had MDA content similar to the control. After re-watering for 5 days, MDA contents of 4 water levels was not significantly. According to our study, MDA content in severe drought plants was recovered. However, the whole plants and their growth reached deterioration. Drought stress induced oxidative stress and ROS that can cause damage membrane lipid and as well as an increased lipid peroxidation. MDA is the final product of lipid peroxidation. Therefore, MDA content was increased in drought stress plants (Anjum et al., 2011). Chili plants accumulated more proline while RWC was maintained. Under drought stress, plants increase proline content to

help plants to maintain water and avoid the oxidative stress. Consequently, MDA content still closed to the control because the levels of oxidative stress in drought conditions were not different (Anjum et al., 2012).

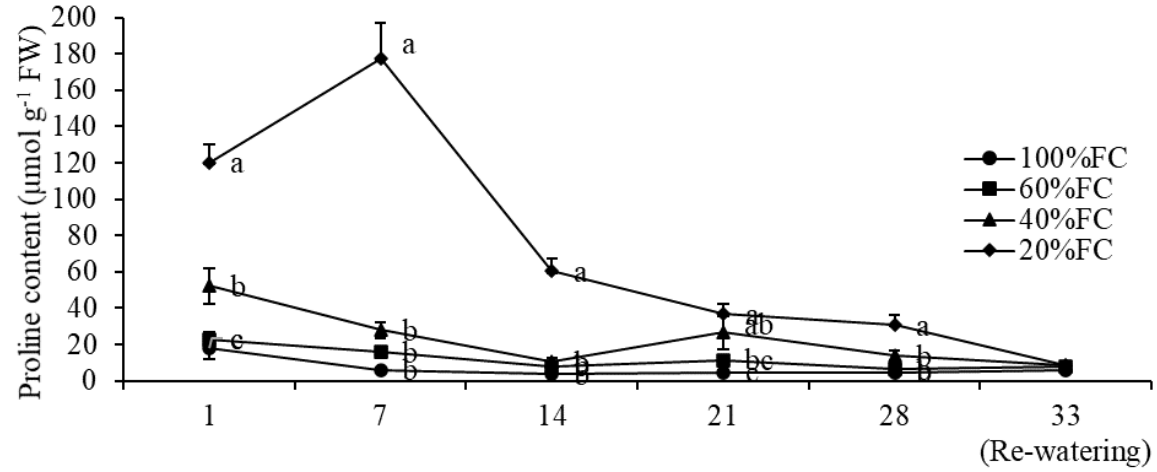
Effect of drought on yields in chili plants

Drought stress caused low yields of chili plants. After the drought period, chili plants in every treatments were watered under field capacity until they produced mature fruits. Fruit yields of mild drought plants were likely the highest among different water conditions (Fig. 3). Data also showed that severe drought stress condition negatively affected the number of fruits per plant, even though they were reapplied with water. Drought stress decreased flower buds and increase flower fall of chili plants causing low productivity, according to Ichwan et.al. (2017). Moderate and severe drought stress treatments were the water levels that affect the reduction in the chili yield (Okunlola et al.,2017).

(A)



(B)



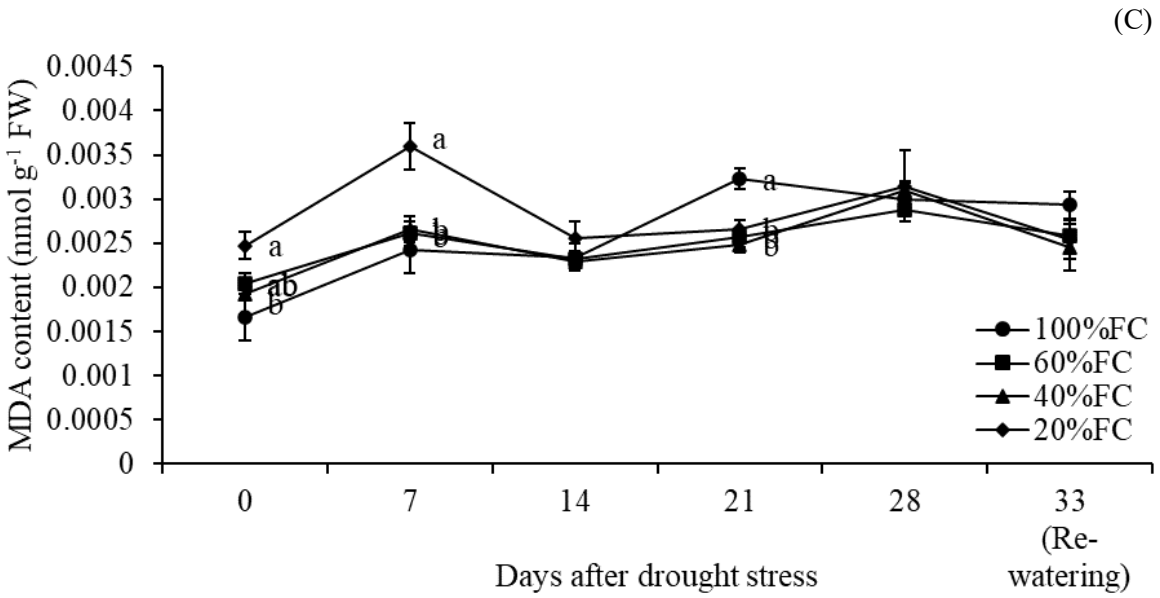


Fig. 2 Influence of drought stress on (A) leaf relative water content (LRWC), (B) proline content, and (C) malondialdehyde (MDA) content in chili plants. Each value is displayed as mean (n=5) ± standard error. Different letters indicate significant different between water levels on the similar day, according to Tukey's test ($p < 0.5$).

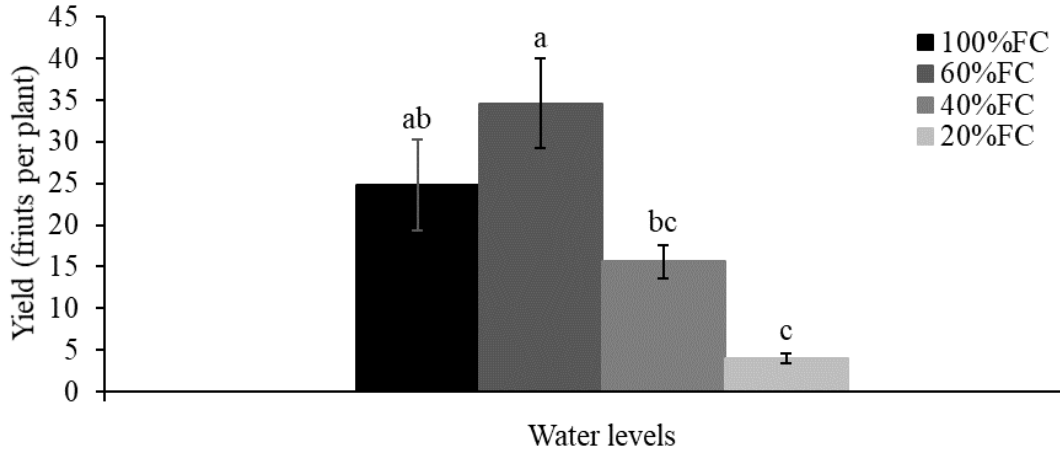


Fig. 3 Yields of chili peppers plants under 4 water levels (control: 100%FC, mild drought stress: 60%FC, moderate drought stress: 40%FC and severe drought stress: 20%FC). Each value is displayed as mean (n = 5) ± standard error. Different letters indicate significant different between water levels, according to Tukey's test ($p < 0.5$).

In the conclusion, the results showed that 'Tavee 60' chili plants exposed to 20%FC were the most stressful. Leaf relative water content (LRWC) of 20%FC was decreased and proline content was highly accumulated. Malondialdehyde (MDA) content largely increased which affected by oxidative stress. Chili plants exposed to 60%FC had physiological responses similar to controls based on LRWC, proline content and MDA content. The fruit number of 60%FC plants was similar to 100%FC plants. However, 20%FC plants had the lowest trait

yield due to the flower drop. As the results, we suggested that ‘Tavee 60’ plants can be water at 60% FC instead of 100% FC for saving water because of the similar physiological responses and high fruit production.

Acknowledgements

This study was supported by Biodiversity-Based Economy Development Office (BEDO) and the Development and Promotion of Science and Technology Talented Project (DPST).

References

Anjum, S.A., Farooq, M., Xie, X., Liu, X., Ijaz, M.F. 2012. Antioxidant defense system and proline accumulation enables hot pepper to perform better under drought. Sci. Hortic-Amsterdam. 140: 66–73. doi.org/10.1016/j.scienta.2012.03.028

Anjum, S.K., Xie, X., Wang, L., Saleem, M.F., Man, C., Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. Afr. J. Agric. Res. 6: 2026–2032. doi: 10.5897/AJAR10.027

Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil. 39: 205–207. doi.org/10.1007/BF00018060

Hasanuzzaman M., Nahar, K., Gill, S.S., Fujita, M. 2014. Climate Change and Plant Abiotic Stress Tolerance, 1st ed. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Germany.

Hodges, D.M., DeLong, J.M., Forney, C.F., Prange, R.K. 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta. 207: 604–611. doi: 10.1007/s004250050524

Hossain, M.A., Hoque, Md.A., Burritt, D.J., Fujita, M. 2014. Oxidative Damage to Plants Antioxidant Networks and Signaling. Elsevier Inc., USA.

Ichwan, B., Suwignyo, R.A., Hayati, R., Susilawati, S. 2017. Responses of red chilli varieties under drought stress. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 6: 361–368. doi.org/10.18551/rjoas.2017-06.43

Okunlola, G.O., Olatunji, O.A., Akinwale, R.O., Tariq, A., Adelusi, A.A. 2017. Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. Sci. Hortic-Amsterdam. 224: 198–205. doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.020

Saleh, B.K., Omer, A., Teweldemedhin, B. 2018. Medicinal uses and health benefits of chili pepper (*Capsicum* spp.): A review. MOJ Food Processing & Technology. 6: 325–328. doi: 10.15406/mojfpt.2018.06.00183

Schonfeld, M.A., Johnson, R.C., Carver, B.F., Mornhinweg, D.W. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Sci. 28: 526–531. doi.org/10.2135/cropsci1988.0011183X002800030021x

Tripodi, P., Kumar, S. 2019. The Capsicum Genome. Springer, Cham, Switzerland.

ผลของถุงห่อชนิดนอนวูฟเวนต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

Effect of non-woven bagging on fruit quality of 'Nam Dok Mai No.4' Mango

ชวาลา ศักดิ์คำดวง[a], ณัฐภพ สุวรรณเมฆ[b], ลำแพน ขวัญพูล[a,*]

Chawala Sakkhamduang[a], Natthaphop Suwannamek[b], Lampan Khurnpoon[a,*]

[a]คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[b]ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 12120

[a]Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

[b]National Metal and Materials Technology Center, National Science and Technology Development Agency, Pathum Thani 12120, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: kplampan@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของถุงห่อผลชนิดนอนวูฟเวนต่อคุณภาพมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 โดยห่อผลด้วยถุงชนิดนอนวูฟเวน (สีม่วง สีแดง สีส้ม และสีขาว) เปรียบเทียบกับถุงกระดาษคาร์บอน ภายหลังเก็บเกี่ยวนำผลิตผลมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน ผลการศึกษาพบว่า ผลที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนมีค่า L* และ ค่า b* ของสีเปลือกในระยะผลสุกมากที่สุด คือ 88.45 และ 60.55 ตามลำดับ แต่มีค่า Hue angle น้อยที่สุด คือ 88.57 แสดงถึงเปลือกมีสีเหลืองสว่างมากกว่าการใช้ถุงนอนวูฟเวน ในขณะที่การห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนมีแนวโน้มช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิตได้ดี โดยมีน้ำหนักผล ขนาดของผล ความแน่นเนื้อ สัดส่วน TSS/TA มากกว่าผลที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอน นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซี มีการเกิดโรคแอนแทรคโนสน้อยกว่า 17% และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าการห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนสามารถเพิ่มคุณภาพมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

คำสำคัญ: นอนวูฟเวน, มะม่วง, วัสดุห่อผล, แอนแทรคโนส

Abstract

The effect of non-woven bagging materials on fruit quality of 'Nam Dok Mai no.4' mango was studied. Fruits were bagged with non-woven (violet, red, orange and white color) compared to carbon paper bag. After harvested, mango fruit were stored at 15 °C for 6 days. The results indicated that, carbon paper bag showed the highest L* and b* values by 88.45 and 60.55, respectively in peel at ripe stage and lowest hue angle by 88.57. Thus, fruits bagged with carbon paper bag appeared more light yellow than non-woven. Fruits bagged with non-woven could improve the quality of fruits include fruit weight, fruit size, fruit firmness and TSS/TA ratio better than carbon paper bagging. In addition, non-woven bag could delay the reduction of vitamin C, showed the incidence of anthracnose less than 17% and gave significantly different in the sensory evaluation score. In conclusion, fruits bagged with non-woven could improve the quality of 'Nam Dok Mai no.4' mango.

Keywords: anthracnose, bagging materials, mango, non-woven

คำนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศไทย และครองแชมป์ผู้ส่งออกมะม่วงสดเป็นอันดับ 1 ในอาเซียนและอันดับ 7 ของโลก การส่งออกภายในกลุ่มประเทศอาเซียนมีการขยายตัวมากกว่าปีที่ผ่านมา (2562) คิดเป็นมูลค่ากว่า 15.3 ล้านเหรียญสหรัฐ นอกจากนี้ประเทศจีนยังนำเข้ามะม่วงสดจากไทยเพิ่มขึ้น (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2563) โดยเฉพาะมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ซึ่งเป็นมะม่วงทานสุกที่มีรสชาติดี หวานหอม รูปร่างผลสวย และสีผิวเหลืองนวลสม่ำเสมอ แต่เกษตรกรยังประสบปัญหาเรื่องโรคและแมลงเข้าทำลายผลผลิต แนวทางการแก้ปัญหาคือการห่อผลมะม่วงเพื่อป้องกันโรคและแมลง และป้องกันผิวมะม่วงจากรอยขีดข่วนกับกิ่งไม้ ช่วยให้ผิวผลสวย และผลมีขนาดใหญ่ขึ้น (Sharma et al., 2013) โดยวัสดุห่อผลที่นิยมใช้ปัจจุบันคือ ถุงพลาสติกสีขาว ถุงพลาสติกสีดำ และถุงกระดาษคาร์บอน อย่างไรก็ตามการใช้วัสดุห่อผลอาจมีผลต่อคุณภาพผลผลิต โดยเฉพาะปริมาณสารสำคัญต่างๆ เช่น ปริมาณวิตามินซี สารต้านอนุมูลอิสระ และแคโรทีนอยด์ของมะม่วงลดลงได้ (Chonhenchob et al., 2010) ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุห่อผลที่ดีและเหมาะสมจะช่วยรักษาคุณภาพในการรับประทานและคุณค่าทางโภชนาการของมะม่วงได้ จึงได้มีการพัฒนาวัสดุห่อผลไม้จากวัสดุนอนวูฟเวน (non-woven) ที่มีโครงสร้างเป็นแผ่นผ้าเกิดจากการสานกันไปมาของเส้นใย มีความเหนียวทนทานต่อแรงดึงและแรงฉีก สามารถยืดและหดตัวได้ดี มีน้ำหนักเบา ระบายน้ำและอากาศได้ดี และราคาถูก ที่ผ่านมามีการผลิตผ้านอนวูฟเวนหลากหลายสีตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น แผ่นรองซับ ชุดผ่าตัด หน้ากากอนามัย เป็นต้น (Textile school, 2019) ในทางการเกษตรมีการพัฒนาผ้านอนวูฟเวนเพื่อใช้เป็นถุงปลูกเมล่อนและมะเขือเทศช่วยแก้ปัญหาการระบายน้ำและความร้อนภายในถุง และวัสดุคลุมแปลงสตรอเบอร์รี ช่วยป้องกันผลเสียหายที่เกิดจากอากาศและอุณหภูมิสูง และยังป้องกันความเย็น น้ำค้างแข็งได้ดีอีกด้วย (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2562) จะเห็นได้ว่าวัสดุห่อผลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น การส่องผ่านของแสงและช่วงความยาวคลื่นแสงที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและทางเคมีของพืช ที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาการใช้วัสดุนอนวูฟเวนสีต่างๆ เป็นถุงห่อผลมะม่วงมาก่อน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัสดุห่อผลชนิดนอนวูฟเวนสีต่างๆ ต่อคุณภาพผลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชที่ศึกษา

คัดเลือกต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จำนวน 10 ต้น ที่มีขนาดและความสมบูรณ์ของต้นใกล้เคียงกันจากแปลงมะม่วงน้ำดอกไม้มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ทำการสุ่มห่อผลมะม่วงที่มีอายุ 45 วันหลังดอกบาน จำนวน 1 ผลต่อช่อ เป็นจำนวน 10 ผลต่อต้น โดยแต่ละต้นมีการห่อผลด้วยวัสดุชนิดต่างๆ กระจายทั่วทรงพุ่ม และเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 85 วันหลังดอกบาน โดยใช้ถุงนอนวูฟเวนความหนา 30 แกรม ที่มีขนาด 18×28 เซนติเมตร แบ่งเป็นถุงนอนวูฟเวน สีม่วง สีแดง สีส้ม และสีขาว (Fig. 1) ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน (Table 1) เปรียบเทียบกับการห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอน (ไม่แสดงข้อมูล)

Table 1 Characteristics of non-woven bagging on air permeability, transmission, reflectance and peak wavelength of fruits 'Nam Dok Mai No.4' Mango

Characteristics of non-woven	Violet bag	Red bag	Orange bag	White bag
Air permeability ($L/m^2/s$)	3492	3770	3860	3640
Transmission UV@365 nm (%)	35.37	62.40	52.20	72
Reflectance IR@950 nm (%)	27.45	20.59	22.74	21.99

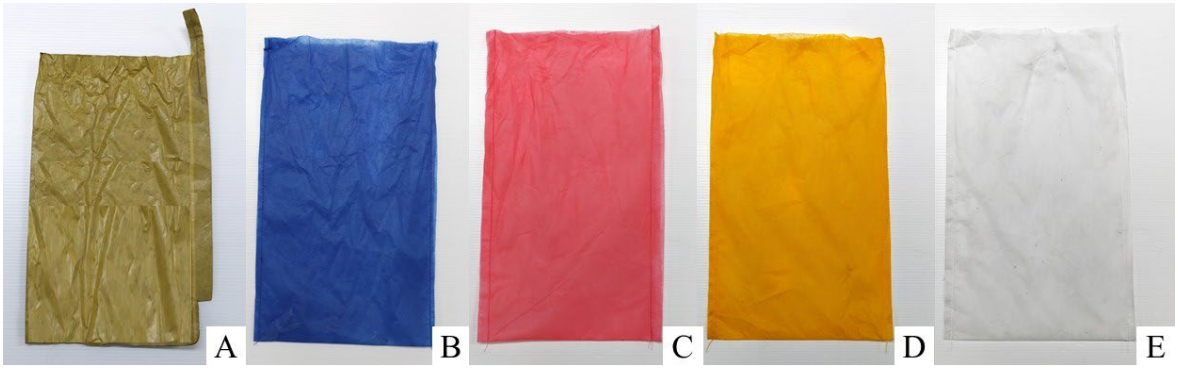


Fig. 1 Characteristics of carbon paper bag (A) and non-woven violet bag (B), red bag (C), orange bag (D) and white bag (E) at size 18×28 cm

บันทึกผล

บันทึกขนาดของผลและค่าสีเปลือกมะม่วงก่อนการห่อผล เมื่อผลอายุ 85 วันหลังดอกบานทำการเก็บผลผลิตนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด และล้างอีกครั้งด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 0.02% แล้ววางผึ่งให้แห้ง ทำการบันทึกข้อมูลวันที่เก็บผลผลิต (วันที่ 0) และหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 และ 6 วัน จากนั้นนำมาบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ปริมาณ 10 กรัมต่อมะม่วง 4 กิโลกรัมเป็นเวลา 3 วัน และทำการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้ 1) ขนาดของผล, 2) ค่าสีเปลือก โดยวัดทั้ง 2 ด้านบริเวณกึ่งกลางแก้มผลด้วย Colorimeter รุ่น WR-18 รายงานผลเป็นค่า L* (Lightness) คือค่าความสว่าง โดยมีค่า 0–100 ค่า a* คือค่าสีแดง (+a) และสีเขียว (-a) ค่า b* คือค่าสีเหลือง (+b) และสีน้ำเงิน (-b) และค่าองศาสี หรือ Hue angle (h°) คือค่าแสดงสีที่แท้จริงของวัตถุ, 3) ความแน่นเนื้อของผล โดยใช้ Fruits hardness tester 5 kg รุ่น INS-0123 แปลงหน่วยเป็นนิวตัน (N), 4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS) โดยใช้ Digital refractometer รุ่น PAL-1 มีหน่วยเป็น %brix, 5) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity; TA) ด้วยวิธีไทเทรตน้ำคั้นกับสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 N และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธีมาตรฐาน AOAC, 6) สัดส่วนปริมาณ TSS/TA, 7) ปริมาณวิตามินซี ด้วยวิธีไทเทรตกับ 2,6 dichloroindophenol เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและคำนวณเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด โดยใช้วิธีมาตรฐาน AOAC, 8) ประเมินดัชนีการเกิดโรค โดยให้คะแนนระดับการเกิดโรคที่ปรากฏบนผลมะม่วงเป็น 5 ระดับดังนี้ คะแนน 0 = ไม่เกิดโรค, 1 = เกิดโรค 1-25%, 2 = เกิดโรค 26-50%, 3 = เกิดโรค 51-75% และ 4 = เกิดโรค 76-100% และคำนวณเป็นดัชนีความรุนแรงการเกิดโรค (ณัฐนัย และสรัญยา, 2560)

และ 9) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ โดยใช้ 9-point hedonic scale โดยที่คะแนน 0 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด (Akhtar et al., 2009)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomize design; CRD) แบ่งออกเป็น 5 ทรีทเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 5 ผล นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA analysis โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ขนาดของผล

การใช้ถุงห่อผลนอนวูฟเวนสีส้มทำให้ผลมะม่วงมีน้ำหนัก 282.24 กรัม และความยาวผล 14.85 เซนติเมตร มากกว่าผลที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนซึ่งมีน้ำหนักผล 240.79 กรัม และความยาวผล 13.91 เซนติเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ให้ผลไม่แตกต่างกันกับการห่อผลด้วยถุงสีม่วง (Table 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chonhenchob et al. (2010) รายงานว่าการห่อผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ด้วยถุงพลาสติกสีม่วง ทำให้มีน้ำหนักผลมากกว่าผลที่ไม่ได้ห่อถึง 15.61% เนื่องจากถุงนอนวูฟเวนสีส้มและสีม่วงมีคุณสมบัติสะท้อนความร้อนจากผิวถุงได้ดี และมีค่าการส่องผ่านของแสงน้อย (Table 1) ทำให้อุณหภูมิต่ำและความชื้นภายในถุงเพิ่มขึ้น จึงช่วยลดการคายน้ำและการขยายขนาดของเซลล์เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีผลต่อการพัฒนาของผล

Table 2 Effect of non-woven bagging on fruits weight, width and length of 'Nam Dok Mai No.4' Mango

Treatment	Fruit weight (g)	Fruit width (cm)	Fruit length (cm)
Carbon paper bag (control)	240.79 b[1/]	10.01[1/]	13.91 b[1/]
Violet bag	253.81 ab	10.14	14.16 ab
Red bag	227.94 b	9.96	13.60 b
Orange bag	282.24 a	10.49	14.85 a
White bag	240.18 b	9.90	14.14 ab
F-test	*	ns	*
%CV	19.02	6.27	7.51

[1/] Means in the same column followed by a same letter are not significantly difference at $p < 0.05$ by DMRT.

คุณภาพผลผลิต

การห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนมีผลต่อคุณภาพทางเคมีมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระยะผลสุกเมื่อเก็บรักษามะม่วงเป็นเวลา 3 และ 6 วัน พบว่าผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงนอนวูฟเวนสีส้มมีความแน่น

เนื้อมากที่สุด คือ 9.61 และ 5.59 นิวตัน ตามลำดับ แต่การเก็บรักษาเป็นเวลานาน 6 วันให้ผลไม่แตกต่างกันกับผลที่ห่อด้วยถุงสีม่วงและสีแดง (Fig. 2A) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sharma et al. (2013) รายงานว่าแอปเปิลที่ห่อด้วยถุงนอนวูฟเวนสีส้มมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าการใช้ถุงสีอื่นๆ และความแน่นเนื้อผลมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากผลไม้เมื่อเริ่มสุกเนื้อสัมผัสจะเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว โดยเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์และสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำของผล (Chonhenchob et al., 2010) การใช้ถุงนอนวูฟเวนสีส้มสามารถลดการสูญเสียน้ำได้ดี จึงมีอัตราการหายใจต่ำและการสลายตัวของสารอินทรีย์น้อยลง การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารกลุ่มเพกทินเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้คงความแน่นเนื้อของผลได้ดีกว่า

ผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงนอนวูฟเวนสีแดงมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้สูงกว่าการห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอนอย่างมีนัยสำคัญ ในระยะผลสุกการเก็บรักษามะม่วงเป็นเวลา 3 วัน พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้สูงที่สุด คือ 18.14 %brix เป็นไปในทางเดียวกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่ามีค่าต่ำที่สุด คือ 0.19% จึงทำให้สัดส่วน TSS/TA มีค่าสูงสุด คือ 82.45 (Fig. 2B) Neto et al. (2020) รายงานว่าฝรั่งที่ห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนมีสัดส่วนปริมาณ TSS/TA สูงกว่าการใช้วัสดุอื่นๆ ขณะที่ Nagaharshitha et al. (2014) พบว่าการห่อผลมะม่วงพันธุ์ Alphonso ด้วยถุงกระดาษคาร์บอนมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด (14.64 %brix) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าถุงนอนวูฟเวนสีแดงนั้นแสงยูวีสามารถส่องไปยังผิวผลได้มาก และมีค่าการผ่านของอากาศสูง (Table 1) จึงเกิดกระบวนสังเคราะห์แสง สะสมแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล เมื่อผลได้รับแสงมากกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเกิดขึ้นได้เร็วกว่าผลที่ได้รับแสงน้อย ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มะม่วงที่ห่อด้วยถุงนอนวูฟเวนสีแดงมีรสชาติหวานกว่าผลที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอน

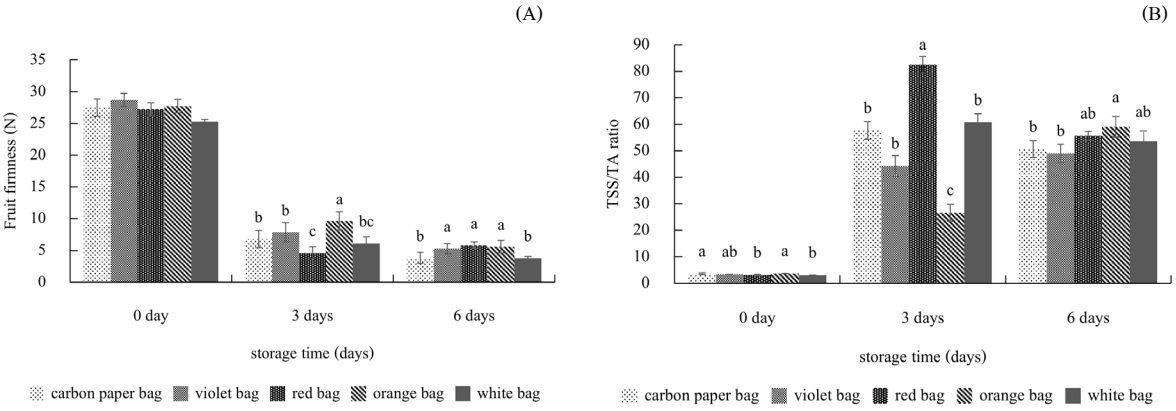


Fig. 2 Effect of non-woven bagging on fruit firmness (A) and TSS/TA ratio (B) during storage at 15 °C for 6 days. The error bars represent the standard errors. Letters on columns represent significant differences at the 0.05 level.

ผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงนอนวูฟเวนมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าการห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษา และเมื่อเก็บรักษาผ่านไป 6 วัน พบว่าถุงนอนวูฟเวนสีม่วงมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด คือ 19.23 มิลลิกรัม/100 กรัม ขณะที่การห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอนเมื่อเก็บรักษา 6 วัน พบว่ามีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุดคือ 5.81 มิลลิกรัม/100 กรัม (Fig. 3A) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu et al. (2013) รายงานว่าการห่อผลมะม่วงพันธุ์ Sensation พบว่าปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดเมื่อห่อผลด้วยถุงสีขาวเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุห่อผลชนิดอื่น และการ

ลดลงของวิตามินซีเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานเกิดจากการออกซิเดชันของ ascorbic acid และ dehydro-ascorbic acids (Hossain et al., 2018) วิตามินซีจะสลายตัวได้ง่ายเมื่อได้รับแสงหรือความร้อนสูง แต่ถุงนอนวูฟเวนสีม่วงมีคุณสมบัติสามารถสะท้อนความร้อนจากผิวถุงได้ดีและได้รับแสงที่ส่องมายังผิวผลน้อยจึงช่วยลดการสลายตัวของวิตามินซีในผลได้มากกว่าถุงห่ออื่นๆ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนทุกทรีทเมนต์มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากกว่าถุงกระดาษคาร์บอนอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลที่ห่อด้วยถุงสีแดงได้รับความพึงพอใจโดยรวมมากที่สุด คือ 8.2 คะแนน ขณะที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสอื่นๆ ให้ผลไม่แตกต่างกันระหว่างถุงห่อนอนวูฟเวนแต่ละสี และผลที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนได้รับความพึงพอใจโดยรวมน้อยที่สุด คือ 3.8 คะแนน และมีคะแนนด้านรสชาติต่ำกว่าคุณภาพด้านอื่นๆ โดยมีคะแนนเท่ากับ 3.2 คะแนน (Fig. 3B) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Asrey et al. (2020) รายงานว่าผลทับทิมที่ห่อด้วยถุงเซลลูโลสสีแดงมีคะแนนความพึงพอใจโดยรวมมากกว่าถุงสีอื่นๆ คือ 8.7 คะแนน และจากการห่อผลมะม่วงด้วยถุงนอนวูฟเวนสีแดงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง มีรสชาติ สีเนื้อ และกลิ่นที่ดี คุณลักษณะเหล่านี้อาจมีส่วนทำให้คะแนนทางประสาทสัมผัสสูงขึ้น

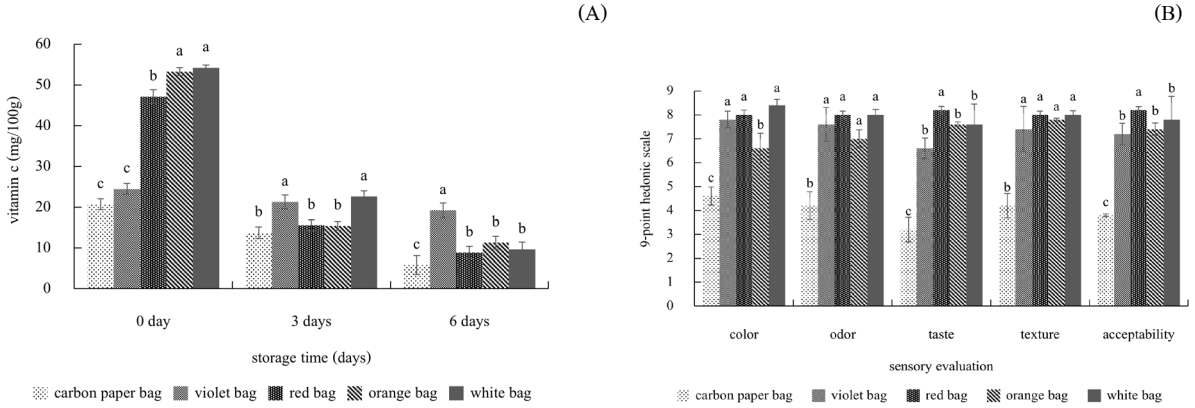


Fig. 3 Effect of non-woven bagging on vitamin C contents (A) and sensory evaluation (B) during storage at 15°C for 6 days. The error bars represent the standard errors. Letters on columns represent significant differences at the 0.05 level.

สีเปลือก

การห่อผลมะม่วงด้วยถุงนอนวูฟเวนให้ค่า L* (79.49–81.89) ต่ำกว่าการห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอน (88.45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่า a*, b* มากที่สุด และค่า Hue angle ต่ำที่สุด แต่การห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนสีแดงให้ค่า a*, b* และ Hue angle ไม่แตกต่างจากถุงกระดาษคาร์บอน (Table 3) จากงานวิจัยของเจนจิรา และคณะ (2561) พบว่าผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนมีค่า L* และ a* มากที่สุด และค่า Hue angle น้อยที่สุด เนื่องจากแสงไม่สามารถส่องผ่านวัสดุชนิดนี้ได้ ทำให้การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่สารสีต่างๆ จึงแสดงออกเพิ่มขึ้นและมีผลต่อการพัฒนาของสีผล

ดัชนีการเกิดโรค

การห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนสามารถป้องกันการเกิดโรคแอนแทรคโนสได้ดีกว่าการใช้ถุงกระดาษคาร์บอน เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน พบว่าผลที่ห่อด้วยถุงนอนวูฟเวนสีแดงมีดัชนีการเกิดโรคต่ำที่สุด คือ 13% ส่วนการห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนสีอื่น มีค่าดัชนีการเกิดโรคระหว่าง 22–25% ในขณะที่การห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอนมีดัชนีการเกิดโรคแอนแทรคโนสสูงถึง 30% (Table 3) อาจเนื่องจากการห่อผลโดยใช้ถุงกระดาษคาร์บอนทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านได้ การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายและภายนอกถุงไม่ดี ทำให้เกิดอุณหภูมิและความชื้นสูงซึ่งส่งเสริมการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rubel et al. (2019) รายงานว่าการห่อเครือกล้วยด้วยโพลีทีนสีน้ำเงินและสีขาวมีดัชนีการเกิดโรคน้อยกว่าการใช้ถุงห่อสีดำ

Table 3 Effect of non-woven bagging on peel color and incidence of anthracnose after stored at 15°C for 6 days

Treatments	Color of peel				Incidence of
	L*	a*	b*	h°	anthracnose (%)
Carbon paper bag (control)	88.45 a[1/]	3.38 a[1/]	60.55 ab[1/]	88.57 c[1/]	30
Violet bag	79.49 b	-6.54 c	58.43 ab	95.70 a	25
Red bag	80.48 b	-0.86 ab	59.94 ab	90.74 bc	13
Orange bag	81.89 b	-3.26 bc	57.63 b	93.07 ab	22
White bag	80.46 b	-6.56 c	57.34 b	93.07 ab	25
F-test	*	*	*	*	-
%CV	3.88	7.48	5.37	2.78	-

[1/] Means in the same column followed by a same letter are not significantly difference at $p < 0.05$ by DMRT.

สรุป

การใช้ถุงห่อผลชนิดนอนวูฟเวนช่วยส่งเสริมคุณภาพมะม่วงมากกว่าการใช้ถุงกระดาษคาร์บอน โดยถุงนอนวูฟเวนสีส้มและสีม่วงทำให้ผลมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น และการห่อด้วยถุงนอนวูฟเวนสีม่วงมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด ในขณะที่ถุงนอนวูฟเวนสีแดงมีผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูง ลักษณะปรากฏของสีผิวผลใกล้เคียงกับการห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอน และลดการเกิดโรคได้ดีกว่าถุงกระดาษคาร์บอน จะเห็นได้ว่าการห่อผลด้วยถุงนอนวูฟเวนช่วยเพิ่มคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการห่อผลไม้ชนิดอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการถุงห่อผลไม้นอนวูฟเวนเพื่อส่งเสริมคุณภาพผลผลิตของพืช จากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สวทช. ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัย และคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย รวมไปถึง

ขอขอบคุณคุณธัญลักษณ์ บุตะโส เจ้าของสวนมะม่วงที่อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลมะม่วง สถานที่ปฏิบัติงาน และช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2563. มะม่วงไทยดาวเด่น ส่งออกอาเซียนโต 143%. https://www.dtn.go.th/th/new/, 10 พฤศจิกายน 2563.

เจนจิรา ชุมภูคำ, นิตยา เงินแถบ, อิษยา นะมิกิ, รัฐพล ฉัตรบรรยงค์. 2561. ผลของชนิดวัสดุห่อผลต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4. Thai J. Sci. Technol. 7: 393–398.

ณัฐนัย วิสิทธวงศ์, สรัญยา ณ ลำปาง. 2560. การควบคุมโรคผลเน่าของส้มโดยใช้น้ำส้มควันไม้และสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิด. วารสารวิชาการเกษตร. 35: 100–109.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2562. นอนวูฟเวนเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. https://www.nstda.or.th/investorsday/2019/projects/detail/1/index.html, 15 พฤศจิกายน 2563.

Akhtar, S., Mahmood, S., Naz, S., Nasir, M., Saultan, M.T. 2009. Sensory evaluation of mango (*Mangiferra indica* L.*)* grown in different region of Pakistan. Pak. J. Bot. 41: 2821–2829.

Asrey, R., Kumar, K., Sharma, R.R., Meena, N.K. 2020. Fruit bagging and bag color affects physio-chemical, nutraceutical quality and consumer acceptability of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils. J. Food Sci. Technol. 57: 1469–1476.

Chonhenchob, V., Kamhangwong, D., Kruenate, J., Khongrat, K., Tangchantra, N., Wichaid, U., Singh, P. (2010). Preharvest bagging with wavelength-selective materials enhances development and quality of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Nam Dok Mai #4. J. Sci. Food Agric. 91: 664–671.

Hossain, M., Rahman, M., Rahim, A., Rubel, H.K., Islam, Z. 2018. Effect of pre-harvest fruit bagging on post-harvest quality of guava cv. Swarupkathi. Fundam. Appl. Agric. 3: 363–371.

Nagaharshitha, D., Khopkar, R.R., Haldankar, P.M., Haldavanekar, P.C., Parulekar, Y.R. 2014. Effect of bagging on chemical properties of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Alphonso. Agrotechnol. 3: 1–4.

Neto, S.E.A., Rocha, C., Farias, J.F., Minosso, S.C.C., Ferreira, R.L.F. 2020. Quality of guava fruits bagged with different materials in an organic system. Comun. Sci. 11: e3206.

Rubel, M.H.K., Hossain, M.M., Hafiz, M.M.H., Rahman, M.M., Khatun, M.R. 2019. Effect of banana bunch covering technology for quality banana production in Bangladesh. Progressive Agric. 30: 238–252.

Sharma, R.R., Pal, R.K., Asrey, R., Sagar, V.R., Dhiman, M.R., and RANA, M.R. (2013). Pre-harvest fruit bagging influences fruit color and quality of apple cv. Delicious. Agric Sci. 4: 443–448.

Textile school. 2019. Non-woven fabrics. https://www.textileschool.com/352/non-woven-fabrics/, 15 พฤศจิกายน 2563.

Wu, H.S., Wang, S.B., Ma, X.W., R.L., Zhan, Q.S. 2013. Effect of bagging on fruit quality in mango. Acta Hortic. 992: 587–592.

ผลของรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรตในผักคะน้าไฮโดรพอนิกส์

Effects of electrical conductivity patterns in nutrient solution on growth and nitrate accumulation in hydroponic Chinese kale

กตัญญุตา กังวาลสงค์, ปริยานุช จุลกะ*, จุติภรณ์ ทัสสกุลพนิช

Katanyuta Kangwansong, Pariyanuj Chulaka*, Jutiporn Thussagunpanit

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrpnc@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การปลูกผักคะน้าในระบบไฮโดรพอนิกส์อาจพบปัญหาการสะสมไนเตรตในส่วนที่บริโภค ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับการสะสมไนเตรต งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาอิทธิพลของรูปแบบค่าสภาพการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรตในผักคะน้าที่ปลูกในระบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) โดยศึกษารูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน 4 รูปแบบ ทำการทดลองในฤดูหนาวปี 2562 (พ.ย.–ธ.ค.) และฤดูร้อนปี 2563 (มี.ค.–เม.ย.) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design จำนวน 4 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น ผลการทดลองพบว่ารูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่ 3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm ส่งผลให้มีปริมาณไนเตรตต่ำที่สุดในทุกฤดูปลูก และอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยที่การเจริญเติบโตและน้ำหนักผลผลิตไม่แตกต่างกับการปลูกภายใต้เงื่อนไขอื่น ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตคะน้าไฮโดรพอนิกส์ที่มีคุณภาพต่อไป

คำสำคัญ: ความเข้มข้นของธาตุอาหาร, ผักใบ, วงศ์กะหล่ำ

Abstract

In the production of hydroponic Chinese kale, nitrate accumulation in the edible part can be harmful to health of consumers. Nutrient concentration is a factor involved in nitrate accumulation. In this research, the effects of electrical conductivity patterns in nutrient solution on growth and nitrate content of Chinese kale grown in DRFT were investigated. Four patterns of electrical conductivity in nutrient solution were compared in winter 2019 (Nov–Dec) and summer 2020 (Mar–Apr). Completely Randomized design was employed with four treatments and three replications, and ten plants per replication. It was found that the electrical conductivity pattern in nutrient solution of 3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm resulted in the lowest nitrate content in the plant in both crops and was safe for consumption. In addition, the growth and fresh weight did not significantly differ from the other pattern. Therefore, it can be used as a conventional production for high quality hydroponic Chinese kale.

Keywords: brassicaceae, leafy vegetables, nutrient concentration

คำนำ

คะน้าเป็นผักรับประทานใบที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจและคุณค่าทางอาหาร ประชาชนไทยนิยมบริโภคคะน้ากันเป็นจำนวนมาก ทำให้มูลค่าของคะน้าที่ใช้ในการประกอบอาหารเพื่อบริโภคเป็นเงินวันละหลายล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) ปัจจุบันพื้นที่การปลูกผักในประเทศไทยพบสารเคมีตกค้างเป็นจำนวนมาก อีกทั้งในแหล่งเพาะปลูกเก่าที่ปลูกพืชตระกูลกะหล่ำมักพบด้วงหมัดผักระบาด และหลบซ่อนอยู่ในดิน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) การนำระบบการปลูกผักโดยไม่ใช้ดินแบบใช้สารละลายธาตุอาหาร (Hydroponics) จึงเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาวิธีหนึ่ง แต่หากมีการจัดการการผลิตไม่ดี มีการให้ปุ๋ยมากเกินไป หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ความเข้มแสงต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์สูง ฯลฯ อาจส่งผลให้พบปริมาณไนเตรตตกค้างในผักรับประทานใบค่อนข้างสูง (มนูญ, 2544)

ไนเตรตเป็นรูปหนึ่งของธาตุไนโตรเจนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความจำเป็นและสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช (Eysinga and Meijs, 1985) แต่ถ้าหากพืชได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ไนเตรตจะไม่สามารถถูกนำไปใช้และจะสะสมอยู่ภายในเซลล์พืชแทน (Seginer et al, 1998) การเก็บเกี่ยวผักในช่วงที่มีการสะสมไนเตรตสูงและผู้บริโภคนำไปบริโภค ไนเตรตในผักจะส่งผลทางด้านลบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ไนเตรตอาจถูกเปลี่ยนรูปและเกิดการสะสมกลายเป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) หรือมีผลต่อการขนส่งออกซิเจนในเลือด (Craddock, 1983) ปัจจุบันมีการกำหนดค่าปริมาณการสะสมไนเตรตมาตรฐานที่ European Union (EU) กำหนดไว้ในผักรับประทานใบ ให้มีค่าไนเตรตไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด (European Commission, 1997) แต่จากการเก็บตัวอย่างผักคะน้าที่ปลูกแบบไฮโดรพอนิกส์จำนวน 85 ตัวอย่างโดย พัชราภรณ์ และคณะ (2552) พบว่าคะน้ามีค่าไนเตรตอยู่ในพิสัย 3,300–7,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งสูงเกินมาตรฐานที่ EU กำหนดไว้ อีกทั้ง Surendra and Chetty (2008) ยังรายงานว่าเมื่อวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตเปรียบเทียบกันระหว่างผักสด และผักที่ปรุงสุกด้วยวิธีการ ต้ม นึ่ง และผัด ของผักในวงศ์กะหล่ำพบว่ามีเพียงวิธีการปรุงสุกด้วยวิธีการต้มเท่านั้นที่สามารถช่วยลดปริมาณไนเตรตให้ต่ำลง ยิ่งไปกว่านั้นวิธีการผัดกลับทำให้มีปริมาณไนเตรตที่สูงมากขึ้นอีกด้วย

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสะสมไนเตรตในพืชขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางพันธุกรรม ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม และปัจจัยทางด้านเขตกรรม (Corre and Breimer, 1979) ซึ่งในการศึกษาของ Cantliffe (1973) พบว่าปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการสะสมไนเตรตในผักมากที่สุดคือปริมาณธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจน อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารเป็นน้ำประปาช่วงก่อนเก็บเกี่ยว 2–3 วันสามารถช่วยลดปริมาณไนเตรตได้ (วุฒิพงษ์, 2546) แต่มีผลทำให้ความเขียวใบของผักลดลง (ธิดารัตน์, 2554) ทำให้ไม่สามารถจำหน่ายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการลดปริมาณไนเตรตโดยไม่มีผลกระทบต่อลักษณะสำคัญทางการค้า เช่น สีของใบ ขนาดของใบ การจัดการค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารจึงอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดความเข้มข้นของไนโตรเจนโดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักคะน้า ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าที่ศูนย์เกษตรกรรมบางไทรแนะนำในการปลูกคะน้าไฮโดรพอนิกส์คือ 4 mS/cm ซึ่งค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผักชนิดอื่นๆ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาอิทธิพลของรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรตในผักคะน้าที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ เพื่อเป็นแนวทางการจัดการในระบบปลูกผักคะน้าไฮโดรพอนิกส์ให้มีการเจริญเติบโตที่ดีมีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมต้นกล้าคะน้าที่ใช้ในการทดลอง

เพาะเมล็ดคะน้าลงบนฟองน้ำเพาะกล้าที่อยู่ภายในถาดที่รองด้วยน้ำ เมื่ออายุครบ 3 สัปดาห์ คัดเลือกต้นที่มีขนาดใกล้เคียงกันและมีใบจริง 1–2 ใบ ย้ายปลูกลงระบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) โดยมีระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวประมาณ 6 x 9.5 เซนติเมตร ให้สารละลายธาตุอาหารสูตร Enshi (Shinohara and Suzuki, 1988) ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสำหรับผักรับประทานใบ ตั้งแต่ย้ายปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD) โดยให้รูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 4 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร 3.6 mS/cm ตลอด 4 สัปดาห์

ทรีตเมนต์ที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร 3.6, 3.6, 2.4 และ 2.4 mS/cm ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

ทรีตเมนต์ที่ 3 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร 3.6, 2.4, 2.4 และ 1.2 mS/cm ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

ทรีตเมนต์ที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร 3.6, 2.4, 1.2 และ 0.6 mS/cm ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

ในทุกทรีตเมนต์มีการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารในทุกทรีตเมนต์เป็นน้ำเปล่า 3 วันก่อนเก็บเกี่ยว

บันทึกข้อมูลจำนวนใบจริงที่มีความยาวมากกว่า 1 เซนติเมตรขึ้นไป ความสูงต้นจากข้อใบเลี้ยงจนถึงบริเวณจุดเจริญของต้น เส้นผ่านศูนย์กลางต้นบริเวณข้อใบเลี้ยงโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (vernier caliper) ความเขียวใบโดยวัดจากใบที่แผ่เต็มที่ จำนวน 3 ใบต่อต้น โดยใช้ Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 (Konica Minolta, Thailand) พื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้น โดยใช้ Leaf Area Meter รุ่น LI-31000 (LI-COR, USA) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนต้นและราก นำส่วนที่ใช้บริโภค (ลำต้นและใบ) มาทดสอบปริมาณไนเตรตและปริมาณวิตามินซีในส่วนที่รับประทานได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักสด) ด้วยเครื่อง RQ-flex reflectometer (Merck, Germany)

$$\text{ปริมาณไนเตรต (มิลลิกรัม/น้ำหนักสด)} = \frac{250 \times (\text{ค่าที่ได้จากเครื่อง RQ-flex reflectometer})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

$$\text{ปริมาณวิตามินซี} = \frac{10 \times (\text{ค่าที่ได้จากเครื่อง RQ-flex reflectometer})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ทำการทดลองในโรงเรือนตาข่ายหลังคาพลาสติก ณ แปลงทดลอง 1 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาวปลูกทดลองในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม 2562 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 61.5% และความเข้มแสงเฉลี่ยเท่ากับ 464.26 $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$ และ ฤดูร้อนปลูกทดลองในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน 2563 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 67.9% และความเข้มแสงเฉลี่ยเท่ากับ 716.26 $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของคะน้าที่ปลูกในระบบ DRFT

จากการศึกษาผลของรูปแบบค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักคะน้าที่ปลูกในระบบ DRFT ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมปี 2562 (ฤดูหนาว) และช่วงมีนาคมถึงเมษายนปี 2563 (ฤดูร้อน) พบว่า EC ที่แตกต่างกันของสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางต้นของคะน้า แต่มีผลทำให้จำนวนใบของคะน้าที่ปลูกในช่วงฤดูร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ไม่มีผลต่อจำนวนใบที่ปลูกในช่วงฤดูหนาว ซึ่งรูปแบบ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ส่งผลให้คะน้ามีจำนวนใบสูงที่สุดได้แก่ รูปแบบที่ 3 (3.6-2.4-2.4-1.2 mS/cm) และ รูปแบบที่ 4 (3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm) โดยให้จำนวนใบ 7.17 ใบต่อต้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับจำนวนใบของคะน้าที่ให้รูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารแบบที่ 1 (3.6-3.6-3.6-3.6 mS/cm) ที่ได้ 6.50 ใบต่อต้น การที่จำนวนใบ ความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางต้นของคะน้าที่ปลูกในรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกันภายในฤดูเดียวกันนั้น มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติอาจเป็นเพราะปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับนั้นเพียงพอต่อการพัฒนาและเจริญเติบโตของคะน้า โดยค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารสามารถใช้บ่งชี้ถึงปริมาณธาตุอาหาร ซึ่งถ้าหากพืชได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตถึงแม้ว่าเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้เพิ่มมากขึ้น ก็ไม่ส่งผลในทางที่ดีต่อการเจริญเติบโตของพืชอีกต่อไป (ดิเรก, 2547) อย่างไรก็ตาม คะน้าที่ปลูกในฤดูหนาวมีจำนวนใบ ความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางต้นที่มากกว่าคะน้าที่ปลูกในฤดูร้อน เพราะอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของคะน้าประมาณ 25 องศาเซลเซียส แต่คะน้าสามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดีจึงสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีในประเทศไทย (มนัสนันท์, 2562) ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนใบ ความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางต้นของคะน้าอาจเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ หรืออิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัย มากกว่าความแตกต่างเฉพาะรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว (Corre and Breimer, 1979)

รูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ซึ่งเป็นการลดค่า EC ในระยะที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อน้ำหนักสดต้นและราก และน้ำหนักแห้งต้นและราก ณ วันเก็บเกี่ยว (4 สัปดาห์ หลังย้ายปลูก) ของคะน้าที่ปลูกในช่วงฤดูหนาวปี 2562 เช่นเดียวกับในฤดูร้อน ปี 2563 และสอดคล้องกับรายงานของ วุฒิพงษ์ (2546) ว่าการลดปริมาณธาตุอาหาร 2 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต และการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์

ผลของรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่อความเขียวใบและพื้นที่ใบรวมต่อต้นของคะน้าที่ปลูกในระบบ DRFT

คะน้าที่ปลูกในทรีตเมนต์ที่ควบคุมค่า EC รูปแบบที่ 1 (3.6-3.6-3.6-3.6 mS/cm) ช่วงฤดูหนาวปี 2562 มีค่าความเขียวใบสูงที่สุดคือ 55.33 SPAD unit ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับรูปแบบค่า EC รูปแบบอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของธิดารัตน์ (2554) ที่พบว่าการลดค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารระหว่างการปลูกคะน้าในระบบไฮโดรพอนิกส์นั้น ทำให้ความเขียวใบของคะน้ามีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคะน้าที่ปลูกโดยไม่ลดค่า EC อาจเป็นเพราะค่า EC ส่งผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีนและสารชี

วโมกุลของคลอโรฟิลล์การลดค่า EC จึงทำให้มีความเขียวใบลดลง (Rambo et al., 2010) ส่วนในช่วงฤดูร้อนปี 2563 นั้น ค่าความเขียวใบของคะน้าที่วัดได้ค่าสูงที่สุดคือคะน้าที่ปลูกในสารละลายที่มีค่า EC รูปแบบที่ 2 (3.6-3.6-2.4-2.4 mS/cm) มีค่าเท่ากับ 59.73 SPAD unit แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับค่าความเขียวใบของคะน้าที่ปลูกในค่า EC รูปแบบที่1 และ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 55.71 และ 52.79 SPAD unit ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งค่าความเขียวใบของคะน้าไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ใน 2 ฤดู อาจเป็นเพราะความแตกต่างกันในเรื่องของปัจจัยความเข้มแสงและอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนที่แตกต่างกัน กุลชลี (2525) รายงานว่าสภาพความเข้มแสงและอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้ความเขียวใบของพืชมีแนวโน้มลดลง

ส่วนพื้นที่ใบรวมทั้งหมดต่อต้นของคะน้า ทั้งที่ปลูกในช่วงฤดูหนาวปี 2562 และฤดูร้อนปี 2563 มีค่าที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ พื้นที่ใบรวมของคะน้าที่ปลูกในรูปแบบของค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ 4 (3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm) มีค่าสูงที่สุดคือ 304.56 และ 222.64 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับพื้นที่ใบรวมของคะน้าที่ปลูกในรูปแบบค่า EC อื่น ๆ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Yuming *et al.* (2017) ที่พบว่าเมื่อให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่สูงขึ้นกลับทำให้พื้นที่ใบของผักกาดหอมลดน้อยลง เพราะเมื่อพืชได้รับปริมาณไนโตรเจนที่สูงเกินความต้องการอาจส่งผลในทางลบกับพืช โดยเฉพาะปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงร่วมกับความเข้มแสงสูงทำให้มีพื้นที่ใบรวมต่อต้นที่ต่ำ เนื่องจากสัดส่วนและกิจกรรมการทำงานของ ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase (RuBPase) ในการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนต่ำลง (Zhou et al., 2012)

Table 1 Leaf greenness and total leaf area of Chinese kale grown in DRFT with different patterns of electrical conductivity at the harvesting day (winter crop 2019 and summer crop 2020)

Electrical conductivity patterns-of nutrient solution	Winter crop 2019		Summer crop 2020	
	Leaf greenness (SPAD unit)	Total leaf area (cm^2)	Leaf greenness (SPAD unit)	Total leaf area (cm^2)
3.6-3.6-3.6-3.6 mS/cm	55.33 a	216.52 b	55.71 ab	169.38 b
3.6-3.6-2.4-2.4 mS/cm	44.63 b	224.64 b	59.73 a	146.37 b
3.6-2.4-2.4-1.2 mS/cm	41.50 b	204.05 b	50.01 b	171.44 b
3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm	40.60 b	304.56 a	52.79 ab	222.64 a
F-test	**	**	*	*
CV (%)	14.82	20.18	9.68	24.93

*, ** significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; means with different lowercase letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

ผลของรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่อปริมาณการสะสมไนเตรตและปริมาณวิตามินซีของคะน้าที่ปลูกในระบบ DRFT

การปลูกคะน้าช่วงฤดูหนาวปี 2562 ในสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC รูปแบบที่ 1 (3.6-3.6-3.6-3.6 mS/cm) ทำให้คะน้ามีปริมาณไนเตรตสูงที่สุด คือ 2,866.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับปริมาณไนเตรตของคะน้าที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC รูปแบบอื่น ๆ โดยการควบคุมค่า EC ของสารละลายในรูปแบบที่ 4 (3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm) มีปริมาณไนเตรตน้อยที่สุด คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด และมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการปลูกในฤดูร้อน 2563 ซึ่งพบว่าค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารรูปแบบที่ 1 และ รูปแบบที่ 2 ส่งผลให้คะน้ามีปริมาณสะสมไนเตรตที่สูงกว่าคือ 5,253.33 และ 5,546.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบกับรูปแบบที่ 3 และ รูปแบบที่ 4 ที่มีปริมาณไนเตรต 2,906.67 และ 3,253.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 2) สอดคล้องกับ ชิดารัตน์ (2554) รายงานว่าการลดค่า EC ระหว่างการปลูกคะน้าในระบบไฮโดรพอนิกส์ช่วยลดปริมาณไนเตรตในคะน้าให้มีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าสูงที่สุดที่ยอมรับได้ของสหภาพยุโรปที่ 3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด เนื่องจากไนเตรตที่พืชดูดใช้ส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม ส่วนหนึ่งพืชจะนำไปใช้เพื่อสร้างสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ ส่วนที่เหลือที่พืชไม่สามารถนำไปใช้จะยังคงสะสมอยู่ในเซลล์พืชในรูปของไนเตรตไอออน (Seginer et al., 1998) และจากผลการทดลองในช่วงฤดูร้อนคะน้ามีการปริมาณไนเตรตสูงกว่าช่วงฤดูหนาว อาจเป็นเพราะสภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้นจาก 27 เป็น 30 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เมแทบอลิซึ่มของเอนไซม์ nitrate reductase ลดลง การเกิดกระบวนการ nitrate reduction เกิดขึ้นได้ช้าลง ทำให้พืชมีการสะสมไนเตรตอยู่ภายในเซลล์มากยิ่งขึ้น (Maynard et al., 1976)

Table 2 Nitrate and vitamin C contents of Chinese kale grown in DRFT with different patterns of electrical conductivity at the harvest day (winter crop 2019 and summer crop 2020)

Electrical conductivity patterns of nutrient solution	Winter crop 2019		Summer crop 2020	
	Nitrate (mg/kg)	Vitamin C (mg/kg)	Nitrate (mg/kg)	Vitamin C (mg/kg)
3.6-3.6-3.6-3.6 mS/cm	2866.7 a	192.0 c	5253.3 a	538.7 a
3.6-3.6-2.4-2.4 mS/cm	1950.0 b	208.0 c	5546.7 a	596.7 a
3.6-2.4-2.4-1.2 mS/cm	1300.0 c	276.0 b	2906.7 b	623.0 a
3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm	1000.0 c	312.0 a	3253.3 b	281.3 b
F-test	**	**	**	**
CV (%)	42.43	21.21	31.38	46.01

*, ** significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; means with different lowercase letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

การปลูกคะน้าในช่วงฤดูหนาวปี 2562 ในสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC รูปแบบที่ 4 (3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm) มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด คือ 312 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณวิตามินซีของคะน้าที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีรูปแบบค่า EC อื่น ๆ ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัย

ก่อนหน้าของ Yuming et al. (2017) ที่พบว่า ปริมาณวิตามินซีมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พืชได้รับ เมื่อเพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจนให้แก่พืช ยิ่งส่งผลให้มีปริมาณวิตามินซีที่ลดต่ำลง แต่ทางตรงกันข้ามคะน้าที่ปลูกในช่วงฤดูร้อนปี 2563 ในสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC รูปแบบที่ 4 กลับมีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุดเท่ากับ 281.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC รูปแบบอื่น ๆ อาจเป็นเพราะความเข้มแสงที่ต่างกันในของช่วงฤดูปลูกที่ส่งผลต่อปริมาณวิตามินซีที่ต่างกัน เนื่องจากความเข้มแสงมีผลต่อการสังเคราะห์สารตั้งต้นในการสร้างวิตามินซี (Makus and Lester, 2002) (Table 2) เพราะเมื่อความเข้มแสงและอุณหภูมิเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้การสังเคราะห์ด้วยแสงสูงขึ้นตาม ซึ่งมีผลต่อปริมาณกลูโคสที่ได้ของพืชและในกระบวนการสร้างกรดแอสคอบิก (วิตามินซี) เนื่องจากในกระบวนการสร้างเริ่มต้นจากกลูโคส-ฟรักโตส-แมนโนส-กาแลกโตส สุดท้ายจึงได้เป็นกรดแอสคอร์บิกสะสมภายในพืช (Valpuesta and Botella, 2004)

สรุป

การปลูกคะน้าในระบบ DRFT โดยให้รูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่ 3.6-2.4-1.2-0.6 mS/cm ช่วยให้คะน้ามีพื้นที่ใบรวมทั้งหมดต่อต้นที่สูงที่สุดทั้งในฤดูหนาวปี 2562 และ ฤดูร้อนปี 2563 คือ 304.56 และ 222.64 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ มีปริมาณไนเตรตต่ำที่สุดทั้งใน 2 ฤดูกาล คือ 1,000 และ 3,253.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ในฤดูหนาวมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดที่ 312 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด และในฤดูร้อนค่าความเขียวใบเท่ากับ 52.79 ซึ่งไม่แตกต่างกับคะน้าที่ปลูกในค่าการนำไฟฟ้าที่สูงซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของค่าความเขียวใบของคะน้าที่ปลูกลงดิน และทั้ง 2 ฤดูกาลไม่ส่งผลให้มีความแตกต่างกันทางสถิติต่อจำนวนใบ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากกับคะน้าที่ปลูกในรูปแบบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายรูปแบบอื่น ๆ จากผลสรุปที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปทำการทดลองต่อยอด และปรับใช้ในการผลิตคะน้าไฮโดรพอนิกส์ให้มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. เตือนการระบาดโรคด้วงหมัดผัก (Flea Beetle). https://www.opsmoac.go.th/uttaradit-warning-files-391191791914, 14 มีนาคม 2563.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. คะน้า. http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/veget/17.pdf, 23 กุมภาพันธ์ 2563.

กุลชลี งามจี้. 2525. การหาความเข้มข้นของไนเตรทในผักบางชนิดจากตลาด 3 แห่งในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หลักการจัดการผลิต และเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย, พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

ธิดารัตน์ หนูเลขา. 2554. ผลของการลดความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารระหว่างการปลูกต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักคะน้าในระบบไฮโดรพอนิกส์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.

พัชราภรณ์ ภู่ไพบูลย์, ศิริวัลย์ สร้อยกล่อม, วาสนา บัวงาม. 2552. การวิเคราะห์การสะสมไนเตรตในผักสด, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

พิไลวรรณ ทองเสาร์. 2555. การเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอมชนิดคอสที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารแบบลดความเข้มข้นในระหว่างการปลูก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.

มนัสนันท์ จริตงาม .2562. การจัดการการผลิตผักเชิงธุรกิจนนทบุรี ,สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ,.

มนูญ ศิรินุพงศ์. 2544. ธุรกิจการปลูกพืชไม่ใช้ดิน. เคหการเกษตร. 6: 158–166.

วุฒิพงษ์ พิมพ์โคตร. 2546. การเจริญเติบโต การสะสมไนเตรตและการลดไนเตรตก่อนเก็บเกี่ยวในผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Corre, W. J., Breimer, T. 1979. Nitrate and Nitrite in Vegetable. Wageningen, Pudoc. the Netherlands.

Craddock, V. M. 1983. Nitrosoamines and human cancer: Proof of an association? Nature 306: 683.

Eysinga, J.P.N.L.R., Meijs, M.Q.v.d. 1985. Effect of nitrogen nutrition and global radiation on yield and nitrate and nitrate content of lettuce grown under glass. Communications in Soil and Science Plant Analysis 16: 1293–1300.

Makus, D.J., Lester, G. 2002. Effect of soil type, light intensity, and cultivar on leaf nutrients in mustard greens. Subtrop. Plant Sci. 54: 23–28.

Maynard, D., Barker, A., Minotti, P., Peck, N. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. In: Brady, N.C. (Ed.). Advances in Agronomy Elsevier, Vol. 28. Elsevier. the Netherlands, pp. 71–118.

Rambo, L., Ma, B.L., Xiong, Y., Regis Ferreira da Silvia, P. 2010. Leaf and canopy optical characteristics as crop-N-status indicators for field nitrogen management in corn. J. Plant Nutrit. Soil Sci. 173: 434–443.

Seginer, I., G. Straten, Buwalda,F. 1998. Nitrate concentration in greenhouse lettuce: A modeling study. Acta Hort. 456: 189–197. doi:10.17660/ActaHortic.1998.456.21

Shinohara, Y., Suzuki, Y. 1988. Quality improvement of hydroponically grown leaf vegetables. Paper presented at the Symposium on High Technology in Protected Cultivation 230. Japan.

Valpuesta, V., MA. Botella. 2004. Biosynthesis of L-ascorbic acid in plants: new pathways for an old antioxidant. Trends Plant Sci. 12: 573–577.

Zhou, W. L., Liu, W. K., Yang, Q.C. 2012. Quality changes in hydroponic lettuce grown under pre-harvest short-duration continuous light of different intensities. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 87: 429–434.

การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของเครื่องหมายโมเลกุลสนิปส์แบบทั่วจีโนมกับน้ำหนักผล ความแน่นเนื้อผล และจำนวนช่องรังไข่ในผลมะเขือเทศ

Genome-wide association studies of tomato fruit weight, fruit firmness, and locule number

นฤมณัส แกล้วกล้า[a], เฉลิมพล ภูมิไชย์[b], เจนจิรา ดวงจิต[a]*

Naruemanat Gaawgla[a], Chalermpol Phumichai[b], Janejira Duangjit[a]*

[a]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

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

บทคัดย่อ

มะเขือเทศเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในแง่อุตสาหกรรมและการบริโภค การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะเขือเทศให้ดียิ่งขึ้น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่สนใจกับข้อมูลจีโนมด้วยวิธี Genome-wide association studies หรือ GWAS เป็นหนึ่งในวิธีที่นำมาช่วยในการระบุเครื่องหมายโมเลกุลชนิด Single-nucleotide polymorphisms (SNPs) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สนใจในผลมะเขือเทศ ได้แก่ น้ำหนักผล ความแน่นเนื้อผล และจำนวนช่องรังไข่ โดยทำการเก็บข้อมูลในผลมะเขือเทศ 445 หมายเลขรับ ในสองฤดูกาลปลูก พบสนิปส์ 5 ตำแหน่งที่มีความเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญกับลักษณะที่สนใจในฤดูกาลที่ 1 และพบสนิปส์ 8 ตำแหน่งที่มีความเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญกับลักษณะที่สนใจในฤดูกาลที่ 2 ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GWAS มีประสิทธิภาพในการค้นหาเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่สนใจ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศในอนาคต

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศ, เครื่องหมายทางพันธุกรรม, ฐานข้อมูลของมะเขือเทศ

Abstract

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is an important economic plant in terms of industry and consumption. Tomato breeding is therefore essential to increase tomato production for better quality. The study of the association between characteristics and genetic variants in different individuals or a method called genome-wide association studies (GWAS) is used to find molecular markers associated with desired traits. This study aims to use GWAS technique to identify single-nucleotide polymorphisms markers (SNPs) associated with morphological traits of interest in tomato, including fruit weight, fruit firmness, and locule number. By collecting data in 445 accessions of tomato in two crop seasons. We detected 5 SNPs that were significantly associated with traits of interest in the first growing season, and we detected 8 SNPs that were significantly associated with traits of interest in the second season. The results indicate that GWAS is a powerful analytical approach for finding associated SNPs that can be used for crop improvement, and will be useful to breeders in the future.

Keywords: database of tomato, genetic marker, tomato breeding

คำนำ

มะเขือเทศเป็นพืชผักพื้นเมืองในอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ก่อนแพร่เข้าไปในยุโรปและเอเชีย มะเขือเทศมีชื่อสามัญว่า Tomato ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Solanum lycopersicum* L. อยู่ในวงศ์ Solanaceae จัดเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในแง่ผักอุตสาหกรรมและบริโภคผลสด ปริมาณการส่งออกมะเขือเทศผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี และมีมูลค่าทางเศรษฐกิจหลายล้านบาทต่อปี การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะเขือเทศให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

ในการปรับปรุงพันธุ์พืช หนึ่งในขั้นตอนสำคัญคือการคัดเลือกพันธุ์พืชจากลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏ หรือ ฟีโนไทป์ (phenotype) ซึ่งเกิดจากการแปรผันของลักษณะทางพันธุกรรม หรือ จีโนไทป์ (genotype) และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (environment) (Via and Lande, 1985) การแสดงออกของยีนแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative traits) และลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) โดยลักษณะเชิงปริมาณเป็นลักษณะที่นักปรับปรุงพันธุ์ให้ความสนใจมากที่สุด เนื่องจากลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่เป็นลักษณะเชิงปริมาณ ในการศึกษานี้ เราสนใจศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของผลมะเขือเทศ ได้แก่ น้ำหนักผล ความแน่นเนื้อ และจำนวนช่องรังไข่ เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดคุณภาพของผลผลิต

ในปัจจุบันงานด้านพืชสวนได้มีการนำวิทยาการทางด้านจีโนมิกส์ (genomic) และอณูพันธุศาสตร์ (molecular genetics) มาใช้ในการจำแนกลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏของพืช และใช้เป็นฐานข้อมูลในการคัดเลือกพืชเพื่อนำมาปรับปรุงพันธุ์ต่อไป ในการศึกษานี้เราใช้วิธีที่มีชื่อว่า “Genome-wide association studies” หรือ GWAS คือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏที่สนใจกับข้อมูลจีโนม โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลชนิด Single-nucleotide polymorphisms markers (SNPs) หรือ สนิปส์ กับตำแหน่ง QTL เพื่อให้ทราบบริเวณของดีเอ็นเอที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่สนใจ (สุภาวดี, 2558) ซึ่งวิธีนี้เป็นหนึ่งในวิธีที่มีการนำมาใช้ศึกษาความหลากหลายและความแปรผันทางพันธุกรรมของมะเขือเทศ และยังสามารถวิเคราะห์ในลักษณะที่มีจีโนมขนาดใหญ่และซับซ้อนได้ (McCarthy et al., 2008) มีความละเอียดและแม่นยำสูง ช่วยเพิ่มโอกาสในการค้นหาและระบุตำแหน่งยีนเป้าหมาย และการศึกษาโดยวิธีนี้ไม่จำเป็นต้องสร้างประชากรใหม่และไม่ต้องทราบข้อมูลการทำงานของยีนที่จะศึกษามาก่อน (Hirschhorn and Daly, 2005) และการศึกษา GWAS ยังสามารถใช้ได้กับทุกลักษณะที่มีการเก็บข้อมูลลักษณะปรากฏ โดยไม่ต้องมีสมมติฐานล่วงหน้า (hypothesis free) (Liu et al., 2011)

ในการศึกษา GWAS ต้องการจำนวนตัวอย่างขนาดใหญ่เพื่อให้ได้พลังงานทางสถิติที่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจจับความแตกต่างของผลกระทบขนาดเล็กที่มีลักษณะที่ซับซ้อน (Zhang et al., 2010) สิ่งสำคัญและต้องคำนึงถึงเป็นอย่างยิ่งคือการลดจำนวนผลบวกอันเป็นเท็จ (false positive) ให้ได้มากที่สุด เพื่อเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการตรวจจับความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลและลักษณะปรากฏที่เราสนใจ โดยปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิด ผลบวกอันเป็นเท็จใน GWAS ได้แก่ โครงสร้างประชากร (population structure) และเครือญาติ (kinship) (Hoffman, 2013) ซึ่งเป็นผลมาจากสิ่งแวดล้อมและภูมิหลังทางพันธุกรรม (genetic background) (Sul et al., 2018) โดยการศึกษานี้เราได้เลือกใช้โมเดลในการวิเคราะห์ ได้แก่ Mixed linear model (MLM) ซึ่งเป็นโมเดลเชิงเส้นแบบผสมที่รวมทั้งผลแบบคงที่ (fixed effects) และผลแบบสุ่ม (random effects) หรือเรียกว่า ผลแบบผสม (mixed effects) (GoldenHelix, 2020) เพื่อมาช่วยลดจำนวนผลบวกอันเป็นเท็จ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปส์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สนใจในผลมะเขือเทศ ได้แก่ น้ำหนักผลซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงกับปริมาณผลผลิตโดยรวม ความแน่นผล ซึ่งเป็นลักษณะเชิงคุณภาพที่สำคัญเนื่องจากเกี่ยวเนื่องกับการเก็บรักษา ตลอดจนลักษณะจำนวนช่องรังไข่ซึ่งเป็นลักษณะที่ส่งผลต่อรูปร่างและขนาดผล ด้วยการใช้เทคนิค GWAS ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อนักปรับปรุงพันธุ์และช่วยให้งานปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง

ผลมะเขือเทศที่ใช้ทำการวิจัยได้รับเมล็ดจากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน ปลูกที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีทั้งหมด 445 หมายเลขรับ (accessions) โดยมีแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 6 ต้นต่อหมายเลขรับ ปลูกและเก็บเกี่ยว 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เริ่มปลูกเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 และครั้งที่ 2 เริ่มปลูกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 เก็บเกี่ยวเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 โดยจะเก็บผลมะเขือเทศเมื่อผลสุกที่ 70 เปอร์เซ็นต์

การเก็บข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยา

หลังจากเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศและทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว นำมาชั่งน้ำหนักสดของมะเขือเทศแต่ละผล (10 ผลต่อหมายเลขรับ) แล้ววัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อผลไม้ (fruit firmness tester) แล้วทำการนับจำนวนช่องรังไข่ (locules) ของแต่ละผล

การเก็บข้อมูลทางพันธุกรรม

นำใบอ่อนของตัวอย่างมะเขือเทศแต่ละหมายเลขรับมาทำการสกัดดีเอ็นเอโดยใช้วิธี CTAB (cetyltrimethylammonium bromide) จากนั้นคัดเลือกจีโนมที่สนใจด้วยเทคโนโลยีดาร์ตซีค (DArTseq) แล้วทำการวิเคราะห์หาลำดับเบสโดยใช้เทคนิคการหาลำดับเบสยุคใหม่ ด้วยเครื่อง Illumina Hi-seq 2000 ซึ่งทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 77 รอบในแต่ละตัวอย่าง จากนั้นทำการอ่านผลการวิเคราะห์ลำดับเบสด้วย DArT Analytical pipeline และกรองข้อมูลเบื้องต้นด้วย Phred quality score ที่ระดับ Q30 นำข้อมูลที่ผ่านการกรองเข้าสู่การวิเคราะห์ข้อมูลดิบ (Fastq) โดยใช้โปรแกรม DArTsoftseq เพื่อให้ได้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปส์ จากนั้นกรองข้อมูลโดยใช้ PLINK (Purcell et al., 2007)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์โครงสร้างประชากร (ค่า Q) โดยวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม STRUCTURE v.2.0 เพื่อจัดกลุ่มของประชากรทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเครือญาติ (ค่า K) โดยใช้โปรแกรม PLINK วิเคราะห์หาค่า identity by state หรือ IBS ซึ่งแสดงความคล้ายคลึงของพันธุกรรมระหว่างมะเขือเทศ 2 หมายเลขรับ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ GWAS

ทำการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลฟีโนไทป์ว่าข้อมูลนั้นมีการแจงแจงแบบปกติหรือไม่ โดยการทำ Normality test ด้วยโปรแกรม R ค่าที่ได้แสดงในรูปของ Quantile-Quantile plots หรือ Q-Q plots

ติดตั้งเครื่องมือ TASSEL โดยทำการดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ TASSEL จากเว็บไซต์ https://tassel.bitbucket.io และใช้งานตามคู่มือจากเว็บไซต์ https://bitbucket.org /tasseladmin/tassel-5-source/wiki/UserManual จากนั้นทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย K+Q: Mixed linear model (MLM) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ (Xu et al., 2012) โดยซอฟต์แวร์จะคำนวณทางสถิติจากข้อมูลทางพันธุกรรมและข้อมูลทางสัณฐานวิทยาที่บันทึกได้และแสดงผลออกมาในรูปกราฟแมนแฮตตัน (Manhattan plot)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์โครงสร้างประชากร เราจัดกลุ่มประชากรของมะเขือเทศได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม ดัง Fig.1 และพบว่ามะเขือเทศบางหมายเลขรับถูกจัดอยู่ในกลุ่ม admixture

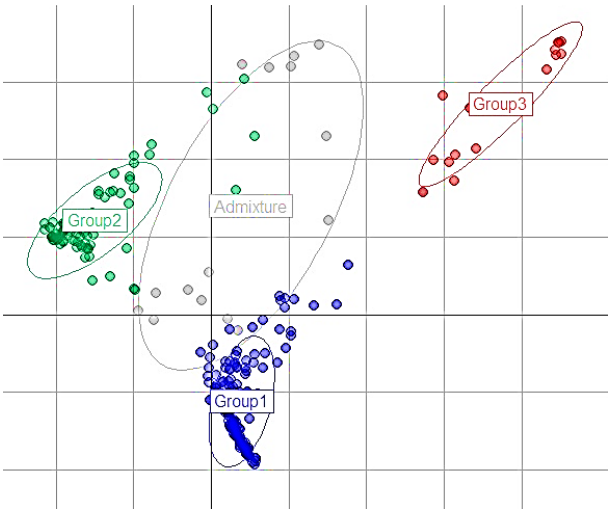


Fig. 1 Principal component analysis of Tropical Vegetable Research Center (TVRC) tomato Germplasm

Table 1 Significant associations for fruit weight, fruit firmness, and locule number estimated with MLM: K + Q models MLM model with kinship (K) and structure (Q), p value lower than 0.0001, Correlations with the Q value defined by 4193 SNPs in crop 1 and 4247 SNPs in crop 2

	Trait	SNPs	Chromosome	Location (bp)	MLM model (K + Q)
Crop 1	Fruit weight	SNP_00243	1	2283700	9.07×10^{-5}
	Fruit firmness	SNP_07636	5	634907	6.71×10^{-5}
		SNP_13471	9	5499769	3.24×10^{-6}
	Locule number	SNP_03723	2	48542528	7.98×10^{-5}
		SNP_03726	2	48559002	2.61×10^{-5}

Table 1 (continued).

	Trait	SNPs	Chromosome	Location (bp)	MLM model (K + Q)
Crop 2	Fruit weight	SNP_02357	2	22792568	1.39×10^{-5}
		SNP_07722	5	2749133	5.30×10^{-5}
		SNP_09614	6	34848650	5.62×10^{-7}
		SNP_11198	7	54984124	5.32×10^{-5}
		SNP_13907	9	49454112	1.44×10^{-7}
		SNP_16144	11	3020902	6.59×10^{-5}
	Fruit firmness	SNP_07643	5	853218	9.88×10^{-5}
	Locule number	SNP_10647	7	2922569	7.04×10^{-5}

ข้อมูลทางพันธุกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ ได้ข้อมูลเครื่องหมายสนิปส์ทั้งหมด 18,764 สนิปส์ เมื่อกรองข้อมูลเครื่องหมายสนิปส์ โดยใช้ PLINK คัดกรองข้อมูลสนิปส์ที่มีข้อมูลสูญหายไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และมีความถี่ของอัลลีลที่พบน้อย (minor allele frequency, MAF) มากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดสอบปลูกทั้งสองครั้ง เฉพาะมะเขือเทศที่มีข้อมูลทางฟีโนไทป์ครบถ้วนถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ โดยมีจำนวนหมายเลขรับในฤดูกาลที่ 1 และ 2 มะเขือเทศ เท่ากับ 186 และ 220 ตามลำดับ ส่งผลให้จำนวนเครื่องหมายสนิปส์ของฤดูกาลปลูกแรก และฤดูกาลปลูกที่สองเท่ากับ 4,193 สนิปส์ และ 4,247 สนิปส์ ตามลำดับ

ในการศึกษานี้แสดงผลดัง Table 1 โดยวิธีที่นิยมใช้ในการกำหนดระดับนัยสำคัญ (significance thresholds) หรือค่า *p*-value ของการศึกษา GWAS ในพืช เช่น Bonferroni correction (Bland and Altman, 1995) และ False discovery rate (FDR) (Benjamini and Hochberg, 1995) มักกำหนดค่า *p*-value ไว้ที่ $p < 10^{-5}$ หรือ $p < 10^{-4}$ แต่ในการศึกษานี้ไม่มี สนิปส์ที่ผ่านเกณฑ์การกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 10^{-5}$ อาจเป็นเพราะลักษณะที่ศึกษาเป็นลักษณะเชิงปริมาณที่มียีนหรือ QTL หลายตัวควบคุมอย่างซับซ้อนและแต่ละตำแหน่งมีผลต่อลักษณะค่อนข้างต่ำ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ $p < 10^{-4}$ ในการกำหนดระดับนัยสำคัญ (Fig. 2)

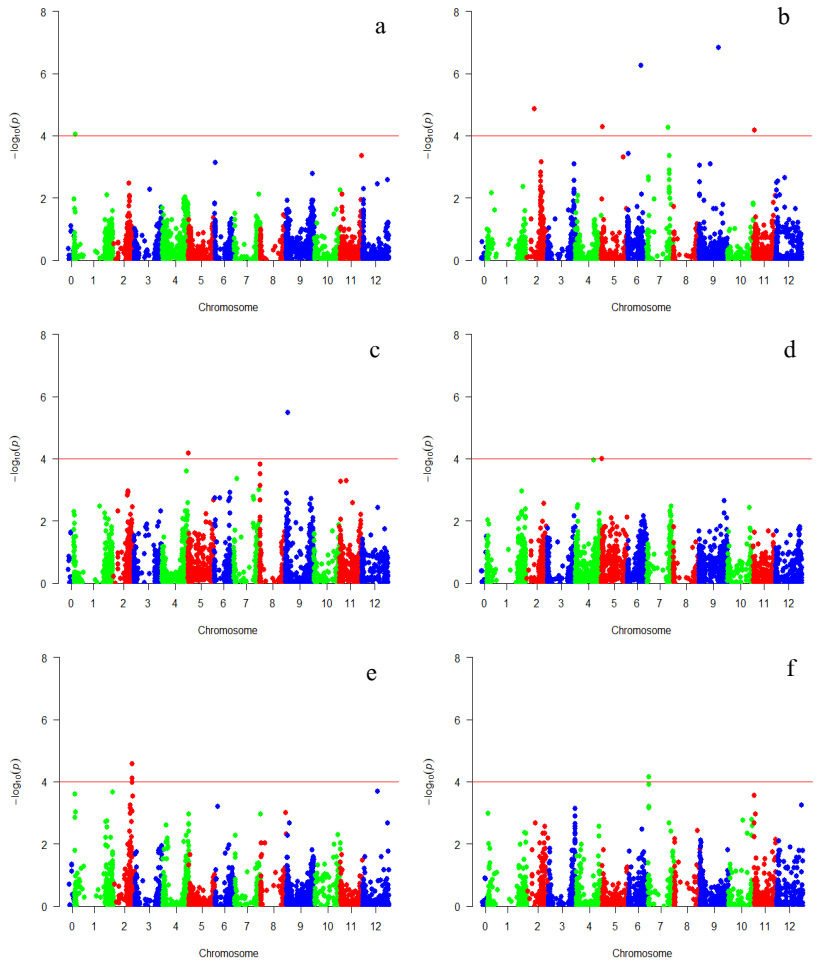


Fig. 2 Manhattan plot for the 12 tomato chromosomes (x axis) and associated *p*-values for each marker (y axis), (a) fruit weight of crop 1, (b) fruit weight of crop 2, (c) fruit firmness of crop 1, (d) fruit firmness of crop 2, (e) locules number of crop 1, (f) locules number of crop 2

จากตารางจะเห็นได้ว่าเราตรวจพบสนิปส์ที่มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะที่สนใจในทั้งสองฤดูกาลปลูก ซึ่งได้แก่ น้ำหนักผล ความแน่นเนื้อผล และจำนวนช่องรังไข่ โดยพบสนิปส์ 5 ตำแหน่งในฤดูกาลปลูกแรก เป็นสนิปส์ที่เชื่อมโยงกับลักษณะน้ำหนักผล 1 ตำแหน่ง (บนโครโมโซม 1) กับความแน่นเนื้อผล 2 ตำแหน่ง (บนโครโมโซม 5 และบนโครโมโซม 9) และกับจำนวนช่องรังไข่ 2 ตำแหน่ง (บนโครโมโซม 2 จำนวน 2 ตำแหน่ง) และพบสนิปส์ 8 ตำแหน่งในฤดูกาลปลูกที่สอง เป็นสนิปส์ที่เชื่อมโยงกับลักษณะน้ำหนักผล 6 ตำแหน่ง (บนโครโมโซม 2, 5, 6, 7, 9 และ 11) กับความแน่นเนื้อผล 1 ตำแหน่ง (บนโครโมโซม 5) และกับจำนวนช่องรังไข่ 1 ตำแหน่ง (บนโครโมโซม 7)

เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ในลักษณะเดียวกันระหว่างสองฤดูกาลปลูก จะเห็นได้ว่าสนิปส์ที่แสดงความเชื่อมโยงกับลักษณะนั้นมีความแตกต่างกัน ผู้วิจัยคาดว่าเป็นผลมาจากจำนวนหมายเลขรับที่ใช้ในการวิเคราะห์ในแต่ละฤดูกาลปลูกไม่เท่ากัน หมายเลขรับของมะเขือเทศที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่เหมือนกัน และการกรองเครื่องหมายสนิปส์ที่ไม่ได้คุณภาพออก อาจทำให้เราสูญเสียเครื่องหมายสนิปส์ที่สำคัญต่อลักษณะที่เราศึกษา

จาก Table 1 เราตรวจพบความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปส์กับลักษณะน้ำหนักผลของมะเขือเทศในโครโมโซมที่ 1 และ 2 เช่นเดียวกับ Bauchet et al. (2017) และโครโมโซมที่ 1, 2, 6 และ 9 เช่นเดียวกับ Xu et al. (2012) นอกจากนั้นแล้วยังพบสนิปส์ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะความแน่นเนื้อผลที่โครโมโซม 5 และ 9 และ พบสนิปส์ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะจำนวนช่องรังไข่ในโครโมโซม 2 เช่นเดียวกับที่รายงานไว้โดย Xu et al. (2012) จากผลการศึกษาเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าโครโมโซมที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ศึกษามีความน่าเชื่อถือ

สรุป

สามารถสร้างฐานข้อมูลของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมะเขือเทศที่ได้รับเมล็ดจากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และจากผลการศึกษา GWAS ทำให้เราสามารถระบุเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่เราสนใจด้วยการใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปส์ โดยข้อมูลที่ได้เหล่านี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มะเขือเทศ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สนับสนุนทุนวิจัย พสวท. แรกบรรจุ ประจำปี 2559 (หมายเลข 019/2559)

เอกสารอ้างอิง

สุภาวดี พุ่มพวง. 2558. จีโนมิกส์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bauchet, G., Grenier, S., Samson, N., Bonnet, J., Grivet L., Causse M. 2017. Use of modern tomato breeding germplasm for deciphering the genetic control of agronomical traits by Genome Wide Association study. Theor. Appl. Genet. 130: 875–889. doi: 10.1007/s00122-017-2857-9

Benjamini, Y., Hochberg, Y. 1995. Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. J. R. Stat. Soc. 57: 289–300. doi.org/10.1111/j.2517-6161. 1995.tb02031.x

Bland, J.M., Altman, D.G. 1995. Multiple significance tests: The Bonferroni method. BMJ 310: 170. doi.org/10.1136/bmj.310.6973.170

GoldenHelix. 2020. Mixed linear model analysis. Montana, USA. https://doc.goldenhelix.com/SVS/latest/svsmanual/mixedModelMethods/mlm_analysis.html, April 10 2020.

Hirschhorn, J.N., Daly, M.J. 2005. Genome-wide association studies for common diseases and complex traits. Nat Rev. Genet. 6: 95–108. doi:10.1038/nrg1521

Hoffman, G.E. 2013. Correcting for population structure and kinship using the linear mixed model: Theory and extensions. PLoS One 8: e75707. doi: 10.1371/journal.pone.0075707

Liu, W., Li, D., Liu, J., Chen, S., Qu, L., Zheng, J., Xu, G., Yang, N. 2011. A Genome-wide SNP scan reveals novel loci for egg production and quality traits in White Leghorn and Brown-egg dwarf layers. PLoS ONE 6: e28600. doi.org/10.1371/journal.pone.0028600

McCarthy, M.I., Abecasis, G.R., Cardon, L.R., Goldstein, D.B., Little, J., Ioannidis, J.P., Hirschhorn, J.N. 2008. Genome-wide association studies for complex traits: consensus, uncertainty and challenges. Nat. Rev. Genet. 9: 356–369. doi:10.1038/nrg2344

Purcell, S., Neale, B., Todd-Brown, K., Thomas, L., Ferreira, M. A.R., Bender, D., Maller, J., Sklar, P., de Bakker P. I.W., Daly M. J., Sham, P. C. 2007. PLINK: A tool set for whole-genome association and population-based linkage analyses. Am. J. Hum. Genet. 81: 559–575. doi.org/10.1086/519795

Sul, J.H., Martin, L.S., Eskin, E. 2018. Population structure in genetic studies: Confounding factors and mixed models. PLoS Genet. 14: e1007309. doi: 10.1371/journal.pgen.1007309

Via, S., Lande, R. 1985. Genotype-environment interaction and the evolution of phenotypic plasticity. Evolution. 39: 505–522. doi.org/10.1111/j.1558-5646.1985.tb00391.x

Xu, J., Ranc, N., Muños, S., Rolland, S., Bouchet, J.P., Desplat, N., Paslier, M.C.L., Liang, Y., Brunel, D., Causse, M. 2012. Phenotypic diversity and association mapping for fruit quality traits in cultivated tomato and related species. Theor. Appl. Genet. 126: 567–581. doi: 10.1007/s00122-012-2002-8

Zhang, Z., Ersoz, E., Lai, C. Q., Todhunter, R. J., Tiwari, H. K., Gore, M. A., Bradbury, P.J., Yu, J., Arnett, D.K., Ordovas, J.M., Buckler, E.S. 2010. Mixed linear model approach adapted for genome-wide association studies. Nat. Genet. 42: 355–360. doi:10.1038/ng.546

ผลของระยะเวลาต่อการชักนำการสร้างช่อดอกด้วยอุณหภูมิ 20°C ในการเร่งการออกดอกกล้วยไม้ออนซิเดียมแคระ

Effect of different forcing duration at 20°C on flowering acceleration in tolumnia orchids

นิตยา ชูเกาะ

Nittaya Chookoh

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

Corresponding author. E-mail address: nittaya.cho@ku.th

บทคัดย่อ

Tolumnia เป็นกล้วยไม้ในกลุ่มของออนซิเดียมแคระ ปัจจุบันลูกผสมที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ มีสีสันของดอกที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการชักนำให้มีการสร้างตาดอกตลอดทั้งปีในกล้วยไม้ออนซิเดียมแคระ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อชักนำการออกดอก โดยให้อุณหภูมิ 20°C เป็นระยะเวลา 0, 2, 4 หรือ 6 สัปดาห์กับออนซิเดียมแคระพันธุ์ Den 016 และ GS248 อายุ 6 เดือนหลังจากย้ายปลูก แล้วนำไปปลูกที่อุณหภูมิ 26°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) พบว่าออนซิเดียมแคระพันธุ์ Den 016 เป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อการชักนำช่อดอกด้วยอุณหภูมิ 20°C นาน 6 สัปดาห์ มีการออกดอก 20–33 % มากกว่าต้นที่ไม่ได้รับอุณหภูมิ 20°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่พบว่าพันธุ์ GS248 ไม่ตอบสนองต่อการชักนำช่อดอกด้วยอุณหภูมิ 20°C

คำสำคัญ: การชักนำดอก, ออกดอกนอกฤดู, ออนซิเดียมแฟนซีแคระ

Abstract

Tolumnia was once called Oncidium variegata, and it was commonly known as the "equitant oncidiums". Recently, the hybrids present various array of flower colors. However, there is lack of studies on making possible year-round production of flowering tolumnia orchids. Therefore, the conditions for flower stalk induction of tolumnia orchids were investigated. *Tolumnia* Den 016 and GS248 were grown under 20°C for 0, 2, 4 or 6 weeks. After treatments, the plants were transferred to grow under 26°C for 8 weeks. The experiment was set up as factorial experiments in completely randomized designs (CRD). The results showed that *Tolumnia* Den 016 responded to inflorescence induction treatments. The percentage of flowering inflorescences were significantly higher than other treatments (20–33%) when plants were treated with 20°C for 6 weeks. In case of *Tolumnia* GS248 was not respond to 20°C treatment.

Keywords: flower forcing, off-season flower stalks, Tolumnia

คำนำ

กล้วยไม้เป็นไม้ดอกที่มีมูลค่าสูง และสามารถใช้งานได้ทั้งในรูปไม้ตัดดอกและไม้กระถาง เนื่องจากกล้วยไม้มีความหลากหลาย ด้าน รูปร่าง ลักษณะ และสีสันของดอก ทำให้ได้รับความนิยมอย่างมากในศตวรรษที่ 21 (Sarmah et al., 2017) นอกจากนี้ ในตลาดการค้าระดับนานาชาติกลุ่มของกล้วยไม้กระถางยังถือเป็นกลุ่มไม้กระถางที่ใหญ่มากกลุ่มหนึ่ง (Lopez and Runkle, 2005) อย่างไรก็ตาม ความต้องการกล้วยไม้ชนิดใหม่ๆในท้องตลาด ได้เกิดขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นผู้ผลิตกล้วยไม้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มกล้วยไม้ชนิดใหม่ๆและยังรวมถึงการเพิ่มคุณภาพของกล้วยไม้อีกด้วย

Tolumnia เป็นกล้วยไม้ที่มีถิ่นที่อยู่ในแถบหมู่เกาะทะเลแคริบเบียน โดยกล้วยไม้ชนิดนี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของกล้วยไม้แคระรากอากาศที่เจริญออกด้านแนวนอน โดยที่รูปร่างจะมีลักษณะเป็นใบพัดเล็กๆ ประกอบไปด้วยใบอวบน้ำรูปสามเหลี่ยม และไม่มีการสร้างลำลูกกล้วย (Aldrich, 1994; Baker and Baker, 2006) ออนซิเดียมแคระให้ดอกเร็วเมื่อเทียบกับกล้วยไม้ชนิดอื่นๆ รวมถึงสีสันของดอกยังมีความหลากหลายอย่างมาก เช่น สีขาว สีแดง สีชมพู สีม่วง สีเหลือง และสีส้ม เป็นต้น (White, 2009) จากลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ว่า กล้วยไม้ออนซิเดียมแคระเป็นพืชที่มีศักยภาพในการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้สีของลูกผสมที่แปลกใหม่ หลากหลาย นอกจากนี้ยังปลูกเลี้ยงง่าย มีขนาดเล็ก กะทัดรัด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอาคารหรือห้องที่มีขนาดเล็ก เช่น สามารถนำไปปลูกเลี้ยงใกล้ริมหน้าต่าง เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำคัญในการผลิตกล้วยไม้สู่ท้องตลาด คือการกำหนดช่วงเวลาของการให้ดอกอย่างจำเพาะเจาะจง ซึ่งวัตถุประสงค์ในการทำการชักนำดอกคือการผลิตในช่วงนอกฤดูกาลให้ดอกและการกำหนดการชักนำดอกให้ตรงกับช่วงเทศกาลวันสำคัญต่าง ๆ เป็นต้น (Narong, 2004; Lopez and Runkle, 2005) นอกจากที่กล่าวข้างต้นแล้ว ประโยชน์ของการชักนำดอก คือการหลีกเลี่ยงช่วงเวลาการให้ดอกพร้อมกัน จนผลผลิตออกมามากเกินความจำเป็น นอกจากนี้ยังรวมถึงการเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ผลิตอย่างต่อเนื่อง และสามารถผลิตกล้วยไม้ได้ทันช่วงเวลาที่ผู้บริโภคต้องการอีกด้วย (Narong, 2004) ปัจจุบันมีกล้วยไม้ที่สามารถควบคุมและชักนำการออกดอกได้ เช่น *Phalaenopsis* (Sakanishi et al., 1980; Yoneda et al., 1991; Blanchard and Runkle, 2006; Newton and Runkle, 2009; Paradiso and De-Pasale, 2014) Lopez and Runkle (2005) กล่าวถึงการใช้อุณหภูมิต่ำ (10 ถึง 18°C ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของกล้วยไม้) กับช่วงเวลาการให้แสงจะมีผลอย่างมากในการเกิดดอก เช่น กล้วยไม้แคทลียา กล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส และกล้วยไม้มิลโทนอปซิส เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบว่าช่วงระยะเวลาการให้อุณหภูมิก็ยังสามารถส่งผลถึงการกระตุ้นตาดอกใน กลุ่มกล้วยไม้ Nobile dendrobium อีกด้วย (Lin et al., 2011) ปัจจุบันพบว่ามีรายงาน การชักนำดอกผ่านการชักนำด้วยอุณหภูมิต่ำหลายชนิด ตัวอย่างเช่น Nobile dendrobium ที่ (Yen et al., 2008; Lin et al., 2011), *Doritaenopsis* (Newton and Runkle, 2009), *Miltoiopsis* (Lopez et al., 2005; Lopez and Runkle, 2006), *Odontioda* (Blanchard and Runkle, 2008), *Phalaenopsis* (Sakanishi et al., 1980; Yoneda et al., 1991; Blanchard and Runkle, 2006; Newton and Runkle, 2009; Paradiso and De-Pasale, 2014), *Sophrolaeliocattleya* (An et al., 2017) and *Zygopetalum* (Lopez and Runkle, 2004)

ในปัจจุบันพบว่า ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการทำให้ช่อดอกของออนซิเดียมแคระออกได้ตลอดทั้งปี ตามการรายงานของ Ackerman และ Galarza-Pérez (1991) อ้างว่า ออนซิเดียมแคระจะมีช่วงที่ออกดอก เป็นสองช่วงเวลา ช่วงต้นปีจะเริ่มให้ดอก ภายในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน แต่ออนซิเดียมแคระบางกลุ่มจะเริ่มบาน

ช่วงที่สอง ในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม ดังนั้นจะมีบางช่วงเวลาที่พบดอกของออนซิเดียมแคระได้น้อย จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้คือการเพิ่มศักยภาพในการชักนำช่อดอกของออนซิเดียมแคระ โดยการชักนำช่อดอกที่อุณหภูมิ 20°C ในระยะเวลาที่แตกต่างกันของกล้วยไม้ออนซิเดียมแคระ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมและการดูแลกล้วยไม้

ในการชักนำช่อดอก กล้วยไม้ที่ทำการวิจัย คือ ออนซิเดียมแคระลูกผสม พันธุ์ Den 016 และ พันธุ์ GS248 (Fig. 1) ที่มีอายุหกเดือนหลังจากออกขวดปลูก ปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 5 เซนติเมตร โดยใช้สแฟคนั่มมอสเป็นวัสดุปลูก โดยแต่ละกระถางจะมีกล้วยไม้เฉลี่ยที่ 2–3 ต้นต่อกระถาง กล้วยไม้ถูกปลูกในโรงเรือนหลังคาตาข่ายพรางแสง 70% ที่มีการควบคุมอุณหภูมิประมาณ 26 ± 2°C ความเข้มของแสงประมาณเฉลี่ยทั้งวัน 260 µmol $m^{-2}s^{-1}$ PPF ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 78% กล้วยไม้ถูกให้น้ำพร้อมกับปุ๋ยละลายน้ำ 1–2 ครั้งต่อสัปดาห์ ด้วยปุ๋ยละลายน้ำ Peter's professional 20–20–20 (0.5 ก./ล.) (J.R. Peter, Inc., Allentown, USA)

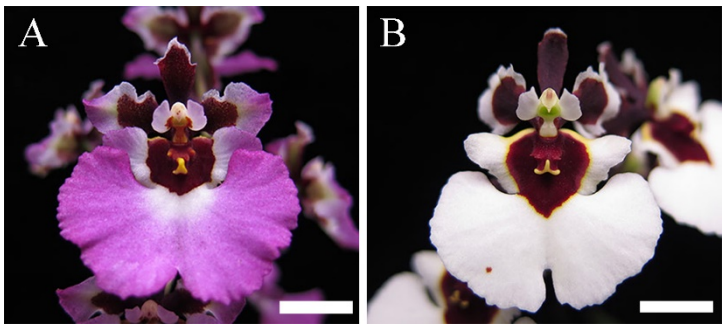


Fig. 1 Two cultivars of *Tolumnia* used as experimental materials; A) *Tolumnia* Den 016 and B) *Tolumnia* GS248 Bar = 0.5 cm

การชักนำช่อดอกในห้องเพาะเลี้ยง 20°C

จากนั้นกล้วยไม้ถูกนำไปยังห้องเพาะเลี้ยงที่ถูกปรับอุณหภูมิให้คงที่ที่ 20±2°C ที่ความเข้มของแสงประมาณ 70 µmol $m^{-2}s^{-1}$ PPF ที่ระดับความสูงของพืช โดยมีช่วงเวลาให้แสงเป็น 12 ชั่วโมงต่อวัน ด้วยหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ Sylvania™ Gro-lux (A Feilo Sylvania Company) ในช่วงเวลา 08.00–20.00 น. โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเพาะเลี้ยงประมาณ 78% กล้วยไม้ถูกให้น้ำพร้อมกับปุ๋ยละลายน้ำ 1–2 ครั้งต่อสัปดาห์ ด้วยปุ๋ยละลายน้ำ Peter's professional 20–20–20 (0.5 ก./ล.) (J.R. Peter, Inc., Allentown, USA) โดยเริ่มดำเนินการวิจัย ตั้งแต่วันที่ 20 มกราคม 2559 แบ่งเป็น 4 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม (0 สัปดาห์), 2, 4 และ 6 สัปดาห์ โดยนำกล้วยไม้ไปชักนำช่อดอกตามเวลาที่กำหนด เมื่อผ่านการชักนำช่อดอกในอุณหภูมิต่ำแล้ว กล้วยไม้ได้ถูกนำกลับไปยังโรงเรือนเดิม (Table 1)

การบันทึกข้อมูล

หลังจากที่กล้วยไม้ถูกนำกลับมาไว้ที่โรงเรือนหลังจากชักนำช่อดอก เก็บบันทึกข้อมูลทุก 2 สัปดาห์ โดยมีการเก็บข้อมูลค่าเฉลี่ยเป็นจำนวนร้อยละที่กล้วยไม้แทงช่อดอกออกจากซอกใบในแต่ละกรรมวิธี

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ในงานวิจัยนี้ถูกวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) โดยแบ่งออกเป็น 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 กระถาง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CoStat 6.1 (CoHort software, Minneapolis, USA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD's multiple range tests ที่ *p*-value 0.05

Table 1 Schematic diagram of forcing duration treatment settings for 2 cultivars of *Tolumnia* hybrid

Forcing duration at 20°C (weeks)	Experimental duration									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0								2 weeks investigated		4 weeks investigated
2					■	■				
4			■	■	■	■				
6	■	■	■	■	■	■				
■	Plants were cultured at 20°C.									
	Plants were cultured in a 26°C greenhouse.									

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ประเมินประสิทธิภาพของการชักนำช่อดอกที่อุณหภูมิ 20°C ในระยะเวลาที่แตกต่างกันของกล้วยไม้ออนซิเดียมแคระสองพันธุ์ (Table 2–3) หลังจากการย้ายกล้วยไม้กลับเข้าโรงเรือน พบช่อดอกได้ในสัปดาห์ที่สี่ ในการทดลอง และพบว่าเปอร์เซ็นต์สูงที่สุดของการชักนำช่อดอกของออนซิเดียมแคระพันธุ์ Den 016 หลังได้รับอุณหภูมิ 20°C นานสี่สัปดาห์ เกิดขึ้นเมื่อนำกล้วยไม้ไปชักนำช่อดอกรวมนานหกสัปดาห์ ซึ่งเกิดช่อดอก 33.3% โดยพบว่าการชักนำช่อดอกที่อุณหภูมิ 20°C (4–6 สัปดาห์) มีแนวโน้มที่จะสามารถชักนำช่อดอกได้มากกว่าการชักนำช่อดอกสองสัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกไม่เพิ่มขึ้นหลังสัปดาห์ที่สี่ (Fig. 2)

ในทางตรงกันข้าม พบว่าออนซิเดียมแคระพันธุ์ GS248 ไม่ตอบสนองต่อการชักนำช่อดอกด้วยอุณหภูมิ 20°C เนื่องจากเปอร์เซ็นต์การออกดอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างแต่ละกรรมวิธีตลอดการทดลอง โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกคงที่ในทุกระยะที่เก็บข้อมูล เช่นเดียวกันกับออนซิเดียมแคระพันธุ์ Den 016

การทดลองในครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกับ Sakanishi และคณะ (1980) ที่ได้ให้เหตุผลว่าที่อุณหภูมิสูง (28°C) จะทำให้ *Phalaenopsis amabilis* ยังคงเจริญเติบโตในระยะของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ และเมื่อมีการ

ลดอุณหภูมิเกิดขึ้น (ต่ำกว่า 25°C) จะถูกเปลี่ยนไปเป็นการเจริญเติบโตในระยะการสืบพันธุ์แทน โดยการทดลองนี้ให้ผลคล้ายกับกล้วยไม้ *Phalaenopsis* และ *Doritaenopsis* ซึ่งให้ช่อดอกจำนวนมากขึ้นเมื่อถูกชักนำด้วยอุณหภูมิ 20°C เมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 29°C (Newton and Runkle, 2009) นอกจากนี้ Yen et al. (2008) มีการรายงานว่า Nobile dendrobium อาจจะถูกกระตุ้นให้เกิดตาดอกที่อุณหภูมิต่ำและจะพัฒนาได้ดีขึ้น เมื่อพืชได้รับอุณหภูมิที่สูงขึ้นอีกครั้งเพื่อที่จะสนับสนุนการพัฒนาของตาดอกในลำดับต่อไป โดยช่วงระยะเวลาที่การทดลองได้ทดสอบคือ กล้วยไม้ Nobile dendrobium ที่เกิดตาดอกดีคือต้นที่ผ่านการกระตุ้นตาดอกที่อุณหภูมิ 13°C เป็นระยะเวลาสามสัปดาห์ อย่างไรก็ตาม การกระตุ้นด้วยอุณหภูมิต่ำต้องอยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสม ไม่เช่นนั้นกล้วยไม้อาจได้รับอันตรายจากการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน มีการทดลองในกล้วยไม้ *Dendrobium* Red Emperor 'Prince' พบว่ากล้วยไม้จะได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิต่ำ ในแง่ของการเข้าไปลดการเจริญเติบโตในระยะของการเจริญทางด้านลำต้นและใบ (Lin et al., 2011) นอกจากนี้ Ichihashi (1997) ยังค้นพบว่า หากนำกล้วยไม้ Nobile dendrobiums ไปเลี้ยงในที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานอาจจะส่งให้ใบเหลืองและโตช้าขึ้น

ในการทดลองครั้งนี้ให้ผลการชักนำช่อดอกที่น้อย อาจเนื่องจากอายุของพืชที่ยังไม่มาก เช่นเดียวกับผลการทดลองใน *Miltoiopsis* (Lopez and Runkle, 2006) และ *Phalaenopsis* (Paradiso and De-Pasale, 2014) กล่าวคือพืชที่มีอายุน้อยและขนาดเล็กจะให้ประสิทธิภาพในการชักนำช่อดอกได้น้อยกว่าพืชที่มีขนาดใหญ่หรืออายุมากกว่าเนื่องจากการสะสมอาหารที่พอเพียงต่อการชักนำดอก (Paradiso and De-Pasale, 2014) นอกจากนี้ An et al. (2017) ได้อธิบายว่า การเจริญเติบโตของพืชและการชักนำตาดอกนั้น นอกจากพืชจะตอบสนองต่ออุณหภูมิที่เหมาะสมแล้วยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ของพืชเองที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิที่ต่างกันอีกด้วย ผลที่ใกล้เคียงนี้คล้ายกับงานวิจัยของ Blanchard และ Runkle (2006) ที่รายงานว่า *Phalaenopsis* จะตอบสนองต่ออุณหภูมิและให้ผลแตกต่างกันตามพันธุ์

Table 2 Percentage of flower-stalk emergence in *Tolumnia* Den 016 as affected by different duration of cooling-temperature treatment at 20°C (Day/Night) including 0, 2, 4 and 6 weeks[z]

Treatment duration (weeks)	Percentage of flower stalks emergence after moved to 26 °C[y]	C.V. (%)
0	0.0±0.0b	0
2	6.7±6.7b	100
4	20.0±0.0a	0
6	33.3±6.7a	20

[z] Three replicates each containing ten plants were performed for each treatment. Den 016 were transplanted on 24 July 2015 and experiment started on 20 January 2016.

[y] Percentage data were angular transformed prior to analysis and means ± standard errors within a column followed by the same letter are not significantly different according LSD multiple range test at $p \leq 0.05$.

Table 3 Percentage of flower-stalk emergence in *Tolumnia* GS248 as affected by different duration of cooling-temperature treatment at 20 °C (Day/Night) including 0, 2, 4 and 6 weeks[z]

Treatment duration (weeks)	Percentage of flower stalks emergence after moved to 26°C[y]	C.V. (%)
0	6.7±6.7a	100
2	13.3±13.3a	100
4	40.0±23.1a	57.7
6	33.3±6.7a	20

[z] Three replicates each containing ten plants were performed for each treatment. GS248 were transplanted on 24 August 2015, and experiment started on 20 January 2016.

[y] Percentage data were angular transformed prior to analysis and means ± standard errors within a column followed by the same letter are not significantly different according LSD multiple range test at $p \leq 0.05$.

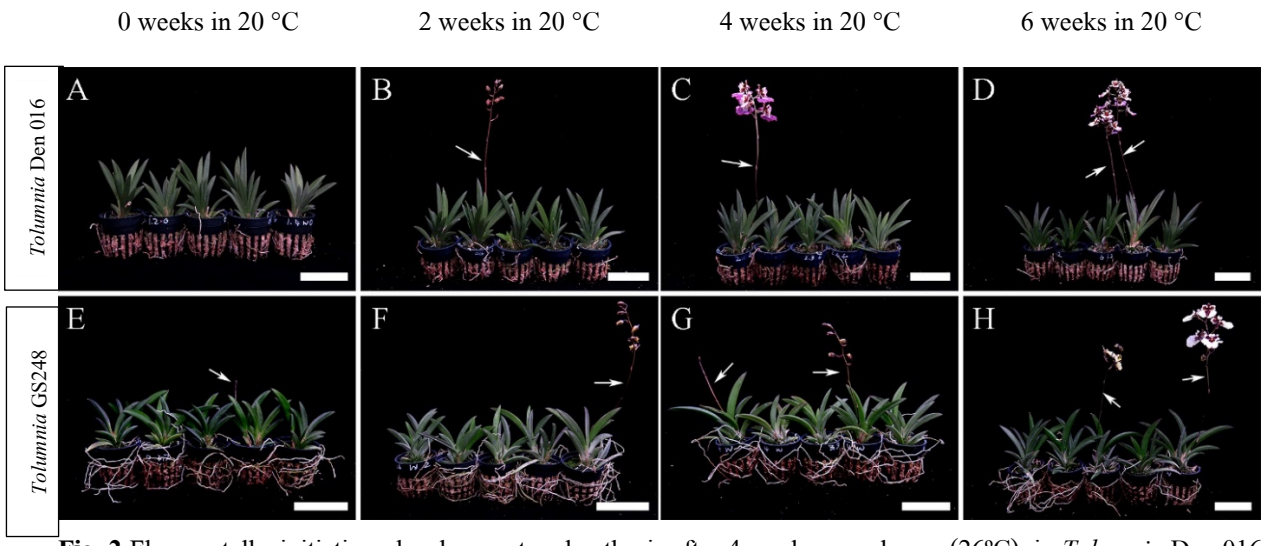


Fig. 2 Flower stalks initiation, development and anthesis after 4 weeks greenhouse (26ºC), in *Tolumnia* Den 016 (A–D) and *Tolumnia* GS248 (E—H) in different duration cooling-temperature treatment at 20°C. Bar = 0.5 cm

สรุป

การชักนำช่อดอกของกล้วยไม้ออนซิเดียมแคระพันธุ์ Den 016 และ GS248 โดยให้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0, 2, 4 และ 6 สัปดาห์ แล้วปลูกที่อุณหภูมิ 26°C พบว่าออนซิเดียมแคระพันธุ์ Den 016 เป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อการชักนำช่อดอกด้วยอุณหภูมิ 20°C โดยให้ผลดีในกรรมวิธีที่มีระยะเวลาการเลี้ยงในอุณหภูมิ 20°C ตั้งแต่ 4 สัปดาห์ขึ้นไป และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับอุณหภูมิ 20°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ออนซิเดียมแคระพันธุ์ GS248 ไม่ตอบสนองต่อการชักนำช่อดอกด้วยอุณหภูมิ 20°C ดังนั้นในการทดลองนี้ถือเป็นก้าวแรกในการพัฒนาและต่อยอดการชักนำดอกของกล้วยไม้ออนซิเดียมแคระในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Ackerman, J.D., Galarza-Pérez, M. 1991. Patterns and maintenance of extraordinary variation in the Caribbean orchid, *Tolumnia (Oncidium) variegata*. Syst. Bot.16: 182 –194.

Aldrich, A. 1994. Orchid care “Equitant oncidium”. American Orchid Society Bulletin. 63: 904–907.

An, H.R., Kim, Y.J., Kwon, O.K., Park, P.H., Park, P.M., Baek.,Y.S. 2017. High temperature promotes growth and flowering in *Sophrolaeliocattleya*. Horticulture, Environment, and Biotechnology 58: 268–273.

Baker, M.L., Baker, C.O. 2006. Orchid species culture Oncidium/Odontoglossum alliance, Timber Press, Oregon, USA, pp. 871–889.

Blanchard, M.G., Runkle, E.S. 2006. Temperature during the day, but not during the night, controls flowering of *Phalaenopsis* orchids. J. Exp. Bot. 57: 4043–4049.

Blanchard, M.G., Runkle, E.S. 2008. Temperature and pseudobulb size influence flowering of *Odontioda* Orchids. HortScience 43:1404–1409.

Ichihashi, S. 1997. Orchid production and research in Japan. In: Arditti, J., Pridgeon, A.M. (Eds.). Orchid biology: Reviews and perspectives, Vol. 7. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, the Netherlands, pp. 171–212.

Lin, M., Starman, T.W., Wang, Y.T., Niu, G., Cothren, J.T. 2011. Deferring flowering of nobile dendrobium hybrids by holding plants under low temperature after vernalization. Sci. Hortic-Amsterdam. 30: 869–873.

Lopez, R.G., Runkle, E.S. 2004. The effect of temperature on leaf and flower development and flower longevity of *Zygopetalum* Redvale `Fire Kiss' Orchid. HortScience 39: 1630–1634.

Lopez, R.G., Runkle, E.S. 2005. Environmental physiology of growth and flowering of orchids. HortScience 40: 1969–1973.

Lopez, R.G., Runkle, E.S. 2006. Temperature and photoperiod regulate flowering of potted *Miltoniopsis* orchids. HortScience 41: 593–597.

Lopez, R.G., Runkle, E.S., Heins, R.D., 2005. Flowering of the orchid *Miltoniopsis* Augres ‘Trinity’ is influenced by photoperiod and temperature. Acta Horticulturae 683: 175–189.

Narong, C. 2004. Flower forcing for cut flower production with special reference to Thailand. AU Journal of Technology 7: 137–144.

Newton, L.A., Runkle, E.S. 2009. High-temperature Inhibition of Flowering of *Phalaenopsis* and *Doritaenopsis* Orchids. HortScience 44: 1271–1276.

Paradiso, R., De-Pascale, S. 2014. Effects of plant size, temperature, and light intensity on flowering of *Phalaenopsis* hybrids in Mediterranean greenhouses. The Scientific World Journal 2014: 420807. doi.org/10.1155/2014/420807

Sakanishi, Y., Imanishi, H., Ishida, G. 1980. Effect of temperature on growth and flowering of *Phalaenopsis amabilis*. Bulletin of the University of Osaka Prefecture. Ser. B. 32: 1–9.

Sarmah, D., Kolukunde, S., Sutradhar, M., Singh, B.K., Mandal, T., Mandal, N. 2017. A Review on: *In vitro* cloning of orchids. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6: 1909–1927.

White, J. 2009. *Tolumnia* hybrids “Equitant oncidium”. Bloom-again orchid: 50 easycare orchids that flower again and again. Timber Press. Oregon, USA, pp. 116.

Yen, C.Y.T., Starman, T.W.,. Wang, Y.T., Niu, G. 2008. Effects of cooling temperature and duration on flowering of the nobile dendrobium orchid. HortScience 43:1765–1769.

Yoneda, K., Momose, H., Kubota, S. 1991. Effects of daylength and temperature on flowering in juvenile and adult *Phalaenopsis* plants. J. Jpn Soc. Hortic. Sci. 60: 651–657.

สาขาพืช
Subject: Plants

ภาคโปสเตอร์
Poster Presentation

ผลของระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามในระบบไม่ใช้ดิน

Effect of electrical conductivity (EC) of nutrient solution on growth and yield of sweet corn (Siam Ruby Queen) in soilless culture

นภาพร จิตต์ศรัทธา*, พิกุล นุชนวลรัตน์

Napaporn Jitsatta*, Phikun Nuchnuanrat

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 2200

Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: butterfly.napaporn@gmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามที่ปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 15 นิ้ว โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกและให้สารละลายไปพร้อมระบบน้ำหยด โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 3 วิธีการทดลอง จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่ ระดับค่า EC = 2.5, 3.0 และ 3.5 mS/cm ผลทดลองพบว่า ระดับของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตสูงที่สุด คือ EC= 2.5 และ 3.0 mS/cm ให้น้ำหนักฝักรวมเปลือก และน้ำหนักฝักสูงที่สุด คือ EC= 2.5 mS/cm (192.20 และ 153.30 กรัม ตามลำดับ) และ EC= 3.0 mS/cm (177.80 และ 147.60 กรัม ตามลำดับ) และพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ที่ EC= 3.5 mS/cm มีค่าสูงที่สุด (17.00 % Brix) ดังนั้นการปลูกข้าวโพดหวานควรปลูกที่ระดับค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ที่ EC= 2.5–3.0 mS/cm และก่อนเก็บเกี่ยวควรเพิ่ม EC ให้สูงที่ 3.5 mS/cm เพื่อให้ข้าวโพดหวานมีความหวานเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ข้าวโพดหวาน, สารละลายธาตุอาหาร, ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Abstract

The study on effect of electrical conductivity (EC) of nutrient solution on growth and yield of sweet corn (Siam Ruby Queen) grown in 15 inch plastic pots were carried out. Coconut dust were filled in the pots as planting substrate. The nutrient solutions were supplied to all tested plants by drip irrigation system. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) with 3 treatments and 5 replications as follows: EC= 2.5, 3.0 and 3.5 mS/cm. The results showed levels of electrical conductivity (EC) of nutrient solution that best growth and yield of the total weight of pod shell and weight pod EC= 2.5 mS/cm (192.20 and 153.30 gram, respectively) and EC= 3.0 mS/cm (177.80 and 147.60 gram, respectively). The higher total soluble solids (17.00 %Brix) were derived from the EC of nutrient solution equaled 3.5 mS/cm. Based on the study, it was recommended to utilize the nutrient concentrations of EC= 2.5–3.0 mS/cm to grow sweet corn, and pre-harvest, EC should be raised to 3.5 mS/cm to increase the sweetness of the corn.

Keywords: nutrient solution, soilless culture, sweet corn

คำนำ

ข้าวโพดหวาน (Sweet corn) จัดอยู่ในวงศ์ Poaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. ข้าวโพดหวานเป็นที่นิยมทั้งในการบริโภคฝักสดและนำไปแปรรูป (สิริภัจน์ และธนะชัย, 2561) ในปัจจุบันข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามเป็นข้าวโพดหวานสีแดงพันธุ์แรกของโลกที่มีในประเทศไทยแห่งเดียว และจัดว่าเป็น “ราชินีแห่งข้าวโพดหวาน” เนื่องจากมีรสชาติหวาน เมล็ดนุ่ม มีกลิ่นหอม และยังมีสารสีแดงที่อยู่ในข้าวโพดข้าวเหนียว จัดเป็นกลุ่มแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) เป็นรงควัตถุ เป็นสารที่ดูดแสง (Visible light) ชนิดเดียวกันกับที่พบในองุ่น ดอกอัญชัน และพืชที่มีสีม่วงกับสีแดงชนิดอื่น และมีผลงานวิจัยออกมามากมายระบุว่า สารแอนโทไซยานิน จะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สูง ซึ่งมีผลดีต่อสุขภาพผู้บริโภค (ภาวิณีย์, 2560) แต่สภาพแวดล้อมในปัจจุบันไม่เอื้ออำนวยต่อการเพาะปลูก ส่งผลให้มีโรคและแมลงสะสมในแปลงปลูก (โรคใบไหม้ ราน้ำค้าง เน่าคอดิน หนอนเจาะฝัก และหนอนเจาะลำต้น) ซึ่งส่งผลต่อขนาดฝัก ปลายฝักเรียวลีบ ติดเมล็ดไม่เต็มฝัก ความหวานไม่สม่ำเสมอ (กิตติภพ และคณะ, 2558) และยังพบปัญหาอื่น ๆ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ลักษณะของดินที่ไม่เหมาะสม ข้อจำกัดของทรัพยากรน้ำ การปนเปื้อนของเชื้อโรคในดิน (อิทธิสุนทร และคณะ, 2557) การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นระบบที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมบริเวณรากพืช และพืชสามารถดูดธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของพืช ในระบบวัสดุปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกแทนดิน หลักสำคัญในการเลือกวัสดุปลูก คือ จะต้องให้เหมาะสมกับสภาวะต่าง ๆ ตามที่พืชต้องการ เช่น มีการระบายอากาศได้ดีอุ้มน้ำได้พอเหมาะ เป็นต้น (ถวัลย์, 2534) การจัดการสารละลายธาตุอาหารพืชจำทำโดยการควบคุมค่า EC (Electrical Conductivity) และ pH ในสารละลายธาตุอาหารเพื่อให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ย หรือสารละลายธาตุอาหารได้ดีตลอดจนถึงการเก็บเกี่ยว รวมถึงการควบคุมอุณหภูมิและออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืช ค่า EC จะเป็นค่าที่สามารถบอกระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด บางช่วงอายุของพืช และบางสภาพอากาศไม่จำเป็นต้องใช้ระดับ EC สูง ๆ และระดับ pH จะควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่มีต่อพืชได้ (Morgan, 1999) จากข้อมูลที่มีส่วนใหญ่เป็นของต่างประเทศ ยังไม่พบระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการผลิตข้าวโพดหวาน จึงควรศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตข้าวโพดหวานโดยการให้ปุ๋ยไปพร้อมระบบน้ำหยด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพประหยัดค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยและรดน้ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในปลูกโรงเรือนพลาสติกหลังคามุงด้วยพลาสติกคลุมโรงเรือนมีความหนา 200 ไมครอน ด้านข้างจะมีมุ้งกันแมลงทำหน้าในการป้องกันแมลงศัตรูพืชที่จะเข้าทำลายพืช ขนาดตาข่าย 32 ตา ซึ่งทำให้พืชได้รับแสงอย่างสม่ำเสมอตลอดการทดลอง ทำการเตรียมวัสดุปลูกโดยการนำวัสดุปลูกขุยมะพร้าวใส่กระถาง นำมาแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำทิ้ง และแช่น้ำใหม่ 24 ชั่วโมง และเทน้ำทิ้งทำทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อชะเกลือออกจากวัสดุปลูก และปรับค่า pH (5.5–6.5) เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต จากนั้นนำเมล็ดข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามมาเพาะลงในถาดเพาะกล้า โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะกล้า รดน้ำให้ชุ่ม เป็นระยะเวลา 10 วัน หลังจากนั้นเลือกต้นที่สมบูรณ์ และทำการย้ายลงใน

กระถางขนาด 15 นิ้ว กระถางละ 1 ต้น โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก (Fig. 1) และนำไปวางในโรงเรือนพลาสติก ตามแผนการทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 แถว ๆ ละ 15 กระถาง โดยแต่ละแถวห่างกัน 50 เมตร ระยะห่างระหว่างกระถาง 30 เซนติเมตร

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

ทำการเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตรข้าวโพดหวาน ที่มีความเข้มข้น 200 เท่า ปริมาตร 20 ลิตร ถัง A ประกอบด้วย $Ca(NO_3)_2$ = 3.767 กิโลกรัม และ Fe-EDTA = 22 กรัม ส่วนถัง B ประกอบด้วย KNO_3 = 1.796 กิโลกรัม, KH_2PO_4 = 0.653 กิโลกรัม, $MgSO_4$ = 1.037 กิโลกรัม, $ZnSO_4$ = 4.360 กรัม, $CuSO_4$ = 0.508 กรัม, $MnSO_4$ = 7.097 กรัม, H_3BO_3 = 5.082 กรัม และ $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ = 0.343 กรัม หลังจากนั้นนำสารละลายจากถัง A และ B มาผสมกันในถังที่มีน้ำอยู่ 200 ลิตร เพื่อเจือจางสารละลายก่อนนำไปใช้ใช้ได้ความเข้มข้นตามที่กำหนดไว้ โดยปริมาตรของสารละลายทั้งสองต้องเท่ากัน จนได้ระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ EC= 2.5 mS/cm, 3.0 mS/cm และ 3.5 mS/cm และปรับค่า pH 5.5-6.5 ดังนั้นระบบน้ำจะมีทั้งหมด 3 ชุด ซึ่งแต่ละวิธีการทดลอง จะทำการสุ่มให้แก่ต้นข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามด้วยการให้สารละลายไปพร้อมกับน้ำด้วยระบบน้ำแบบหยด ใช้หัวน้ำหยดขนาด 8 ลิตร/ชั่วโมง กระถางละ 2 หัว โดยใช้เครื่องตั้งเวลา ควบคุมการปิดเปิดในการให้สารละลายกับพืช ซึ่งจะเพิ่มเวลาการให้น้ำ ตามการเจริญเติบโตของพืช เครื่องตั้งเวลา สามารถตั้งความถี่การให้น้ำ และระยะเวลาการให้น้ำ สามารถตั้งความถี่สูงสุด 24 ครั้ง และระยะเวลาการให้ในแต่ละครั้ง 0-30 นาที เมื่อต้นข้าวโพดหวานเริ่มมีดอกตัวผู้ที่ยอดด้านบนสุดของต้นข้าวโพด และมีดอกตัวเมียอยู่ที่บริเวณกาบใบกลางต้น มีไหมเป็นเส้นออกมาเพื่อรับเกสรตัวผู้ วิธีการผสมเกสรจะใช้วิธีการเด็ดกิ่งเกสรตัวผู้มาป้ายลงเส้นไหมของเกสรตัวเมียทุก ๆ วันจนกว่าเส้นไหมจะเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีน้ำตาล การเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานจะเริ่มตั้งแต่ปลูกประมาณ 55-60 วัน โดยจะสังเกตจากขนาดของฝัก และไหมที่ยื่นออกมาจากฝักจะเป็นสีน้ำตาลแห้ง



Fig. 1 Transplanting sweet corn seedlings into pots

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 วิธีการ (Treatment) วิธีการละ 5 ซ้ำ (Replication) ซ้ำละ 3 ต้น ประกอกด้วย ระดับค่าการนำไฟฟ้า EC= 2.5 mS/cm, EC= 3.0 mS/cm และ EC= 3.5 mS/cm

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ด้านการเจริญเติบโต ทำการวัดความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ (เซนติเมตร) ขนาดลำต้น (มิลลิเมตร) และความเขียวใบ (SPAD) ทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 7 วัน และด้านผลผลิต ทำการชั่งน้ำหนักต้นสด และน้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อต้น) น้ำหนักฝักรวมเปลือก น้ำหนักฝัก (กรัม/ฝัก) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (%Brix) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance; ANOVA) แลโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ตามวิธี Duncan' new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาด้านการเจริญเติบโตต่อระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ พบว่าข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามที่ปลูกระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่ EC= 2.5 mS/cm และ 3.0 mS/cm มีความสูงต้นสูงที่สุด คือ 236.10 และ 230.90 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนขนาดลำต้นที่สูงสุด คือ EC= 2.5 mS/cm เท่ากับ 21.95 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table1) ในด้านความกว้างใบและความยาวใบที่สูงสุด คือ EC= 3.0 mS/cm และ 2.5 mS/cm โดยมีความกว้างใบเท่ากับ 4.58 และ 4.37 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวใบ เท่ากับ 71.66 และ 68.99 เซนติเมตร ตามลำดับ และพบว่าความเขียวใบที่สูงสุด คือ EC= 3.5 mS/cm เท่ากับ 27.90 SPAD unit เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 2)

จากการศึกษาด้านผลผลิตต่อระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งต้นของข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 3) แต่ส่งผลในด้านน้ำหนักสดต้นที่ปลูกระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่ EC= 2.5 mS/cm มีน้ำหนักสดต้นสูงที่สุด คือ 279.70 กรัม ส่วนน้ำหนักฝักรวมเปลือกและน้ำหนักฝักที่สูงสุด คือ EC= 2.5 mS/cm และ 3.0 mS/cm โดยมีน้ำหนักฝักรวมเปลือก คือ 192.20 และ 177.80 กรัม และน้ำหนักฝัก คือ 153.30 และ 147.60 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 3 และ 4) และพบว่าข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงสุด คือ EC= 3.5 mS/cm เท่ากับ 17.00 %Brix รองลงมา คือ EC= 3.0 mS/cm คือ 16.30 และต่ำที่สุดคือ EC= 2.5 mS/cm เท่ากับ 16.00 %Brix เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 4, Fig. 2)

การที่ระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่ EC= 2.5 mS/cm และ EC= 3.0 mS/cm ซึ่งระดับ EC นี้ถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตราฐานของเกลือที่ข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามจะรับได้ และเนื่องจากสภาพแวดล้อมของโรงเรือนพลาสติกมีอากาศที่ร้อนพืชนั้นก็จะมีการดูดใช้น้ำและธาตุอาหารค่อนข้างมาก ซึ่งอยู่ในช่วง EC=2.5 mS/cm แต่ไม่เกิน EC= 3.0 mS/cm จึงถือได้ว่ามีความเหมาะสมเพราะมีผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดินดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Grattan and Grieve (1998) ได้กล่าวว่าระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงขึ้น เมื่อให้กับพืชไปได้ระยะหนึ่งอาจเกิดการสะสมของเกลือ เนื่องจากพืชนำธาตุอาหารไปใช้ไม่สัมพันธ์กับการใช้น้ำและการระเหยของน้ำ การสะสมของเกลือทำให้ต้นพืชดูดสารละลายได้ไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งทำให้พืชแสดงอาการผิดปกติโดยเฉพาะส่วนของใบ และการสะสมของ

เกลือยังส่งผลรวมไปถึงการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารในต้นพืชจึงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตได้ ซึ่งในการทดลองพบว่าการให้ระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่ EC= 3.5 mS/cm กับข้าวโพดหวานทำให้มีเกลือตกค้างในวัสดุปลูก ส่งผลให้การใช้ธาตุอาหารไม่สมดุลกับการใช้น้ำทำให้เกิดการสะสมของธาตุอาหารในกระถางปลูกและค่า EC ระดับนี้มีผลต่อการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในเนื้อเยื่อ ระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ EC= 2.5 mS/cm และ EC= 3 mS/cm ไม่มีผลทำให้เกิดการสะสมของเกลือ การผลิตข้าวโพดหวานที่ระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมที่จะใช้ คือ EC= 2.5 mS/cm เนื่องจากการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตไม่แตกต่างกัน และมีต้นทุนการผลิตที่น้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ กฤษฎา และศิวาพร (2553) ได้การทดลองหาผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไม่ใช้ดิน โดยแตงกวาญี่ปุ่นที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ EC=2.5 mS/cm ให้ผลผลิตดีเท่ากับแตงกวาญี่ปุ่นที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ EC= 3 mS/cm แต่ให้ผลสูงสุด ดังนั้น จึงเลือกใช้สารละลายธาตุอาหารที่ EC= 2.5 mS/cm ในการปลูกแตงกวาญี่ปุ่น เนื่องจากสารละลายธาตุอาหารที่เข้มข้นน้อยกว่าส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่น้อยกว่า จะเห็นได้ว่าข้าวโพดหวานที่ระดับ EC= 3.5 mS/cm มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 17 %brix เนื่องจากระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ที่เพิ่มมากขึ้นจะกระตุ้นให้พืชเกิดความเครียด Wyn Jones *et al*. (1981) ความเค็มที่เพิ่มขึ้นทำให้เกลือในวัสดุปลูกทำให้น้ำในวัสดุมีแรงออสโมติกเพิ่มขึ้น และความต่างศักย์ของน้ำลดลง ทำให้เซลล์พืชมีอาการขาดน้ำ ตรงกับ DooGyung et al. (2008) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลของส้ม ที่ได้รับการงดน้ำจะสูงกว่าพืชที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่ และเป็นการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในข้าวโพดหวาน ซึ่งสอดคลอดกับ ยงยุทธ (2552) ได้กล่าวว่าการใช้ค่า EC ในระดับที่สูงจะให้ธาตุอาหารที่มีโพแทสเซียมในระดับที่สูงขึ้นตามไปด้วยโดยที่ธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทต่อการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสไปยังส่วนของผลผลิต จึงส่งผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าวิธีการอื่น ๆ

Table 1 Effect of electrical conductivity (EC) of nutrient solution on plant height and plant diameter of sweet corn in soilless culture

Nutrient Concentration	Plant height (cm)	Plant diameter (mm)
EC= 2.5 mS/cm	236.10[a]	21.95[a]
EC= 3.0 mS/cm	230.90[a]	20.75[ab]
EC= 3.5 mS/cm	207.10[b]	20.02[b]
F-test	*	*
C.V.%	6.45	6.23

* Significant at $p < 0.05$, [X] Different letters within a column indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan' s new multiple range test.

Table 2 Effect of electrical conductivity (EC) of nutrient solution on leaf width, leaf length and leaf greenness of sweet corn in soilless culture

Nutrient Concentration	Leaf width (cm)	leaf length (cm)	Leaf greenness (SPAD unit)
EC= 2.5 mS/cm	4.37[ab]	68.99[ab]	20.60[b]
EC= 3.0 mS/cm	4.58[a]	71.66[a]	20.30[b]
EC= 3.5 mS/cm	4.09[b]	65.37[b]	27.90[a]
F-test	*	*	*
C.V.%	6.15	4.86	11.32

* Significant at $p < 0.05$, [X] Different letters within a column indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan' s new multiple range test

Table 3 Effect of electrical conductivity (EC) of nutrient solution on fresh weight and dry weight of sweet corn in soilless culture

Nutrient Concentration	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
EC= 2.5 mS/cm	279.70[a]	50.17
EC= 3.0 mS/cm	225.70[ab]	43.48
EC= 3.5 mS/cm	199.20[b]	41.54
F-test	*	ns
C.V.%	18.97	26.49

[ns] Non –significant at $p < 0.01$, * Significant at $p < 0.05$, [X] Different letters within a column indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan' s new multiple range test

Table 4 Effect of electrical conductivity (EC) of nutrient solution on total weight of pod shell, weight pod and total soluble solid of sweet corn in soilless culture

Nutrient Concentration	Total weight of pod shell (g)	Weight pod (g)	Total soluble solid (%brix)
EC= 2.5 mS/cm	192.20[a]	153.30[a]	16.00[b]
EC= 3.0 mS/cm	177.80[a]	147.60[a]	16.30[b]
EC= 3.5 mS/cm	134.80[b]	107.10[b]	17.00[a]
F-test	*	*	*
C.V.%	18.31	14.26	2.35

* Significant at $p < 0.05$, [X] Different letters within a column indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan' s new multiple range test



Fig. 2 Effect of electrical conductivity (EC) of nutrient solution on yield of sweet corn (Siam Ruby Queen) in soilless culture

สรุป

การปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ราชินีทับทิมสยามในระบบปลูกไม่ใช้ดิน พบว่าข้าวโพดหวานปลูกที่ระดับค่า EC= 2.5 mS/cm และ EC= 3.0 mS/cm ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและมีผลผลิตสูงที่สุด และที่ระดับค่า EC= 3.5 mS/cm มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งเกษตรกรสามารถนำความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการปลูกข้าวโพดหวานไปประยุกต์โดยให้ปุ๋ยในระบบน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำและปุ๋ย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ อิทธิสุนทร นันทกิจ ที่กรุณาให้คำปรึกษาความรู้ แนะนำ และข้อชี้แนะในการทดลอง และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่สนับสนุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กิตติภพ วายุภาพ, สุขุม ขวัญยืน, อนงค์นาฏ พรหมทะสาร และคณะ 2558. โครงการวิจัยและพัฒนาข้าวโพดฝักสด, งานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กฤษฎา หงษ์ทอง, ศิวาพร ธรรมดี. 2553. ผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดิน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41: 213–216.

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. เล่มที่ 8, พิมพ์ครั้งที่ 1. พรานนกการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ภาวิณีย์ เจริญยิ่ง. 2560. ราชินีทับทิมสยาม ข้าวโพดหวานสีแดง ทางเลือกของเกษตรกร รสชาติแปลกใหม่ปลูกขายได้ราคา. https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_15735, 21 ตุลาคม 2563.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช, พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิริภัจน์ ธกุลสวัสดิ์, ธนะชัย พันธ์เกษมสุข. 2561. ผลของสารคล้ายบราสซินต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดหวาน. วารสารเกษตร. 34: 21–28.

อิทธิสุนทร นันทกิจ, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, พรหมมาศ คูหากาญจน์, เปรม ณ สงขลา, เรไร นันทนาวัฒน์, ชนะวัฒน์ เทียมบุญประเสริฐ. 2557. โครงการฝึกอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (รุ่นที่16).

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

DooGyung, M., SangWoog, K., SeungGab, H., YoungHun, C., YongHo, K. 2008. Sugar and acid contents in different portions of 'Shiranuhi' mandarin fruit as affected by water stress. Hortic. Environ. Biote. 49: 216–220.

Grattan, S.R., Grieve, C.M. 1998. Salinity–mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae 78: 127–157.

Morgan, L. 1999. Hydroponic lettuce production: A comprehensive, practical and scientific guide to commercial hydroponic lettuce production. Casper publication. Australia.

Wyn, J.R.G., Brady, C.G., Speirs, J. 1981. Recent advances in the biochemistry of cereals. Academic Press. London, UK.

การใช้ประโยชน์จากมูลหนอนไหมเพื่อการผลิตต้นกล้าพริกขี้หนู

Utilization of silkworm waste as a growing medium for chili seedling production

ฐิติมา ตรีโลเกศ, ปริยานุช จุลกะ*, เบญญา มะโนชัย

Thitima Treelokate, Pariyanuj Chulaka*, Benya Manochai

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: thitima.tre@ku.th

บทคัดย่อ

มูลหนอนไหมคือส่วนที่เหลือใช้จากการผลิตไหม มีน้ำหนักเบา ขนย้ายง่าย และมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ซึ่งสามารถนำมาใช้ทางการเกษตรเพื่อทดแทนการใช้พีทมอสได้ วัตถุประสงค์ของการทดลองคือการประยุกต์ใช้มูลหนอนไหมเพื่อเป็นวัสดุทางเลือกในการเพาะเมล็ด ทำการทดลองที่ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาลัยวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2563 โดยเพาะเมล็ดพริกขี้หนู ‘ซุปเปอร์ฮอท’ ในวัสดุเพาะเมล็ด 4 ประเภท ได้แก่ พีทมอส, มูลหนอนไหม, แกลบดิบ และ วัสดุผสมมูลหนอนไหม: แกลบดิบ สัดส่วน 1:1 โดยปริมาตร วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 ต้น ผลการทดลองพบว่า วัสดุผสมมูลหนอนไหม: แกลบดิบ สัดส่วน 1:1 โดยปริมาตร มีสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับพีทมอสและอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับเป็นวัสดุเพาะเมล็ดได้ แต่มีค่าการนำไฟฟ้าและ pH สูงกว่าพีทมอส ซึ่งการเพาะเมล็ดในพีทมอสมีความงอกสูงที่สุด (96%) และเวลาเฉลี่ยในการงอกเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 8.42 วัน เมล็ดพริกขี้หนูไม่งอกเมื่อปลูกในมูลหนอนไหมเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: ความงอก, พริก, มูลหนอนไหม, วัสดุเพาะเมล็ด

Abstract

Silkworm waste is a residue from the silk production. It is light in weight, easy to handling and can hold high water that could be used for agricultural purposes substitute for peat moss. The objective of this experiment was to apply silkworm waste as an alternative growing medium. The experiment was conducted at Department of Horticulture, Kasetsart University during August to October 2020. The 4 types of growing medium, these were peat moss, silkworm waste, rice hull and the mixture of silkworm waste:rice hull in a ratio of 1:1 v/v. The seeds of ‘Super Hot’ chili were sown in each growing medium. CRD was laid out with 4 replications 50 seedlings each. The results showed of physical properties of the mixture of silkworm waste and rice hull (1:1 v/v) were close to peat moss and were in acceptable range of growing medium. However, the electrical conductivity and pH values of the mixture was higher than peat moss. In addition, peat moss gave highest germination (96%) and shortest mean germination time (8.42 days). There was no seed germination in the single silkworm waste.

Keywords: chili, germination, growing material, silkworm waste

คำนำ

ประเทศไทยมีการส่งเสริมการเลี้ยงไหมเพื่อผลิตเส้นไหม รังไหมและส่งจำหน่ายโรงงานสาวไหม การส่งออกไหมและผลิตภัณฑ์ไหมของประเทศไทยในปี 2553 มี มูลค่า 682 ล้านบาท ส่วนการนำเข้ามีมูลค่า 666 ล้านบาท (กรมหม่อนไหม, 2554) ซึ่งพบว่าในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกหม่อนและเลี้ยงไหมกันเป็นจำนวนมาก เช่น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มทอผ้าไหมบ้านพญาราม ที่ตั้งอยู่ ต. เพี้ยราม อ. เมือง จ. สุรินทร์ มีจำนวนสมาชิกมากถึง 160 คน มีพื้นที่ 130 ไร่ จุดเด่นสำคัญคือการเลี้ยงไหมไทยพื้นบ้าน “ไหมพันธุ์พญาราม” นอกจากนี้ผลผลิตที่เป็นรายได้เสริม เช่น จำหน่ายดักแด้ที่ได้จากการสาวไหม ชามูลไหม และมูลหนอนไหม (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2562)

อาชีพของประชาชนส่วนใหญ่ในจังหวัดสุรินทร์ ยังคงประกอบอาชีพทางด้านการเกษตรกรรม มีการทำนาข้าวเจ้า ทำสวน และเพาะปลูกพืชไร่ชนิดต่าง ๆ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553) ซึ่งหลังจากการทำนา เกษตรกรจะมีเวลาว่าง ทำให้มีการส่งเสริมการปลูกพืชหลังจากการทำนา เช่น การปลูกพริกขี้หนู พริกขี้หนูเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความต้องการสูง เป็นพืชที่มีรอบการผลิตสั้น สร้างรายได้ได้รวดเร็ว (ยศวัฒน์, 2561) และในช่วงที่ชาวนากำลังประสบปัญหาราคาข้าวตกต่ำ พริกจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อสร้างรายได้เสริมให้กับเกษตรกร (วรรณภา และคณะ, 2561) การปลูกพริกในปัจจุบันเกษตรกรนิยมเตรียมกล้าก่อน และจึงย้ายลงแปลงปลูก เพื่อคัดเลือกต้นกล้าที่แข็งแรงและสม่ำเสมอได้ วัสดุที่นิยมใช้ในการเตรียมกล้าคือพีทมอส ซึ่งเป็นวัสดุที่มีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ (มุกดา, 2547)

กระบวนการเลี้ยงไหม พบว่ามูลของหนอนไหมเป็นผลผลิตที่เหลือทิ้งปริมาณมาก ในประเทศอินเดียมีมูลหนอนไหมเหลือทิ้งประมาณ 30 % จากอาหารที่ได้รับ (Sharma et al., 1999) และในประเทศไทยมีมูลหนอนไหมเหลือทิ้งแต่ละรอบการผลิตใน 8 จังหวัดภาคเหนือมากถึง 2 ตันต่อปี (เจิมขวัญ, 2558) นอกจากนี้มูลหนอนไหมยังมีสมบัติดีอื่น ๆ เช่น น้ำหนักเบา ขนย้ายง่าย และมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง (ปริยานุช และคณะ, 2563) จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการนำมูลหนอนไหมมาเป็นส่วนผสมสำหรับเป็นวัสดุเพาะกล้า เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับมูลหนอนไหมและเป็นช่องทางการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงหนอนไหมอีกทางหนึ่ง

จึงจำเป็นต้องศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของมูลหนอนไหมเพื่อนำมาใช้ในการประเมินศักยภาพในการผลิตวัสดุเพาะกล้า โดยทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุดังกล่าวกับพริกขี้หนูซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของมูลหนอนไหมในการเป็นวัสดุเพาะกล้าของพริกขี้หนู

อุปกรณ์และวิธีการ

เพาะเมล็ดพริกขี้หนู ‘ซุปเปอร์ฮอท’ ในถาดเพาะ104 หลุม จำนวน 1 เมล็ดต่อหลุม โดยใช้วัสดุเพาะที่แตกต่างกันตามทรีตเมนต์ แต่ละทรีตเมนต์มี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 ต้น แบ่งออกเป็น 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้ พีทมอส (ชุดควบคุม) มูลหนอนไหม แกลบดิบ และวัสดุผสมมูลหนอนไหม:แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร จากนั้นวางถาดเพาะในโรงเรือนตาข่ายหลังคาพลาสติก ให้น้ำวันละ 1–2 ครั้งโดยไม่มีการให้ปุ๋ยตลอดการทดลอง วางแผนการ

ทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม 2563 ณ แปลงทดลอง 1 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ บันทึกข้อมูล สมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุเพาะเมล็ดก่อนนำมาใช้ เก็บตัวอย่างวัสดุเพาะแต่ละทรีตเมนต์ โดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างปริมาตร 100 cm^3 พร้อมฝาปิด นำมาหาความหนาแน่นรวม (bulk density) (g/cm^3) ความพรุนรวม (total porosity) (%) ปริมาณช่องว่างจุของน้ำที่เป็นประโยชน์ (water holding capacity) (%) และปริมาณช่องว่างจุอากาศ (air porosity) (%) โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Styer and Koranski (1997) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) โดยใช้วัสดุเพาะต่อน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:5 โดยปริมาตร (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542) ความงอกของเมล็ด (%) เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน) และการเจริญเติบโตของต้นกล้าเมื่ออายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ได้แก่ ความสูงของต้น (เซนติเมตร) จำนวนใบ ความเขียวใบ (SPAD unit) น้ำหนักสดของต้นและราก (มิลลิกรัม) และน้ำหนักแห้งของต้นและราก (มิลลิกรัม) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สมบัติของวัสดุเพาะ

วัสดุเพาะกล้ามีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยสมบัติทางกายภาพที่ Bilderback *et al*. (2005) ได้แนะนำไว้คือ มีความหนาแน่นรวม 0.19–0.7 g/cm^3 ความพรุนรวม 50–85 % ปริมาณช่องว่างจุน้ำที่เป็นประโยชน์ 45-65 % และปริมาณช่องว่างจุอากาศ 10–30 % จากการทดลองพบว่าสมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะเมล็ดทั้ง 4 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) พีทมอสมีความหนาแน่นรวม 0.096 g/cm^3 ความพรุนรวม 62.85 % ปริมาณช่องว่างจุน้ำที่เป็นประโยชน์ 45.04 % และปริมาณช่องว่างจุอากาศ 17.80 % เช่นเดียวกับวัสดุเพาะมูลหนอนไหม มีความหนาแน่นรวม 0.154 g/cm^3 ความพรุนรวม 74.86 % ปริมาณช่องว่างจุน้ำที่เป็นประโยชน์ 51.42 % และปริมาณช่องว่างจุอากาศ 23.44 % ซึ่งวัสดุทั้งสองชนิดมีสมบัติทางกายภาพอยู่ในช่วงที่แนะนำที่เหมาะสมสำหรับเป็นวัสดุเพาะเมล็ด ในขณะที่วัสดุเพาะเมล็ดจากแกลบดิบและมูลหนอนไหม: แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร มีความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วงที่แนะนำเท่ากับ 0.098 g/cm^3 และ 0.121 g/cm^3 ตามลำดับ แต่ทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณช่องว่างจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าช่วงที่แนะนำ คือ 14.87 % และ 33.77 % ตามลำดับ และมีปริมาณช่องว่างจุอากาศสูงกว่าช่วงที่แนะนำ คือ 30.18 % และ 33.62 % ตามลำดับ

ในส่วนสมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะเมล็ดที่ Abad et al. (2001) ได้แนะนำไว้คือ ควรมีค่า pH เท่ากับ 5.3–6.5 และ Warncke and Krauskopf (1983) ได้แนะนำ EC ที่เหมาะสมเมื่อใช้วัสดุต่อน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:5 โดยปริมาตร เท่ากับ 0.12-0.35 mS/cm ซึ่งพบว่าสมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะเมล็ดทั้ง 4 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) โดยพีทมอสมีค่า pH เท่ากับ 5.61 และ EC เท่ากับ 0.39 mS/cm ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสำหรับเป็นวัสดุเพาะเมล็ด ในขณะที่วัสดุมูลหนอนไหมมีค่า pH เท่ากับ 8.70 และ EC เท่ากับ 2.22 mS/cm ซึ่งสูงกว่าช่วงแนะนำมาก ค่า EC สูงส่งผลต่อการงอกของเมล็ดทำให้เมล็ดไม่งอก (Jafarzadeh and Aliasgharzad, 2007) แกลบดิบมีค่า pH เท่ากับ 6.88 และ EC เท่ากับ 0.25 mS/cm และวัสดุผสมมูลหนอนไหม: แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร มีค่า pH เท่ากับ 8.72 และ EC เท่ากับ 1.22 mS/cm ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากอาจมีผลต่อการงอกของเมล็ด

วัสดุมูลหนอนไหมและมูลหนอนไหม: แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร มีสมบัติเป็นด่างหากนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืช อาจทำให้ธาตุอาหารบางชนิดไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืช (Abad et al., 2001)

Table 1 Physical and chemical properties of growing media

Growing medium	Bulk density (g/cm^3)	Total porosity (%)	Water holding capacity (%)	Air porosity (%)	pH	EC (mS/cm)
Recommended range	0.19–0.71[1/]	50–85[1/]	45–65[1/]	10–30[1/]	5.3–6.5[2/]	0.12–0.35[3/]
Peat moss	0.096 c	62.85 d	45.04 b	17.80 d	5.61 c	0.39 c
Silkworm waste	0.154 a	74.86 a	51.42 a	23.44 b	8.70 a	2.22 a
Rice hull	0.098 c	45.05 c	14.87 d	30.18 c	6.88 b	0.25 c
Silkworm waste: Rice hull of 1:1 v/v	0.121 b	67.39 b	33.77 c	33.62 a	8.72 a	1.22 b
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	20.50	18.30	39.39	24.60	17.91	79.41

Means with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ according to LSD, * means significant difference at $p \leq 0.05$.

[1/] According to Bilderback et al. (2005), [2/] According to Abad et al. (2001), [3/] According to Warncke and Krauskopf (1983)

ความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด

วัสดุเพาะเมล็ดทั้ง 4 ชนิดมีผลทำให้ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) ซึ่งเมล็ดพริกขี้หนูที่เพาะในพีทมอสมีความงอกสูงที่สุดคือ 96 % รองลงมาคือการเพาะเมล็ดในแกลบดิบ และวัสดุผสมมูลหนอนไหม:แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร โดยมีความงอก 87.5 และ 62.5 % ตามลำดับ และการเพาะเมล็ดในมูลหนอนไหมมีความงอกต่ำที่สุดคือ 0 % เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดให้ผลสอดคล้องกับความงอก คือการเพาะเมล็ดในพีทมอสได้เวลาเฉลี่ยในการงอกเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 8.42 วัน รองลงมาคือการเพาะเมล็ดในมูลหนอนไหม:แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเท่ากับ 17.87 วัน และแกลบดิบมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเฉลี่ยช้าที่สุดคือ 18.75 วัน (Table 2) ซึ่งแกลบดิบมีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้ากว่ามูลหนอนไหม:แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร อาจเป็นเพราะแกลบดิบมีปริมาณช่องว่างจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า (Table 1) และไม่ดูดซับน้ำ (Trail, 2019) ซึ่งชนาธิป และสุทัศน์ (2540) รายงานว่าวัสดุเพาะที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อยทำให้เมล็ดได้รับความชื้นไม่เพียงพอสำหรับการงอก จึงทำให้เมล็ดงอกช้า เมล็ดต้องการวัสดุเพาะที่มีความชื้นสูงประมาณ 30–60 % เพื่อทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดอ่อนตัวลง น้ำจะสามารถผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ (ลิลลี่ และคณะ, 2560) นอกจากนี้การงอกของเมล็ดขึ้นอยู่กับ pH และ EC ของวัสดุปลูก Abdel-Razzak (2019) รายงานว่าการเพาะเมล็ดพริกในวัสดุเพาะเมล็ดที่มีค่า pH เท่ากับ 9.90 และ EC เท่ากับ 4.53 mS/cm ส่งผลให้

ความงอกน้อยกว่า 60 % จะเห็นได้ว่าการใช้มูลหนอนไหมเพียงอย่างเดียวไม่ทำให้เมล็ดพริกงอกได้ ถึงแม้ว่าสมบัติทางกายภาพจะเหมาะสมแต่มีค่า pH เป็นด่างจัดและค่า EC สูงมาก (Table 1) ค่า EC สูงทำให้เมล็ดพริกขี้หนูดูดน้ำได้ช้าและชะลอการงอกของเมล็ด (รวินทร์นิภา, 2563)

Table 2 Germination and mean germination time of chili seeds sown in different types of growing media

Growing medium	Germination (%)	Mean germination time (day)
Peat moss	96.00 a	8.42 c
Silkworm waste	NG	NG
Rice hull	87.50 b	18.75 a
Silkworm waste: Rice hull (1:1 v/v)	62.50 c	17.87 b
F-test	*	*
C.V. (%)	18.95	32.64

* Significantly different at the 0.05 level of probability respectively and NG = non-germinated

การเจริญเติบโตของต้นกล้า

การเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ดในวัสดุเพาะเมล็ดทั้ง 4 ชนิดมีผลทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พีทมอสทำให้ต้นกล้าพริกขี้หนูมีการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ ความสูงต้นสูงที่สุด (9.79 เซนติเมตร) (Fig. 1) จำนวนใบมากที่สุด (7.38 ใบ) (Fig. 2) ความเขียวใบมากที่สุด (38.0 SPAD unit) (Fig. 3) น้ำหนักสดของต้น น้ำหนักสดของราก (Fig. 4) น้ำหนักแห้งของต้นและน้ำหนักแห้งของรากสูงที่สุด (1,191 286 39 และ 175 มิลลิกรัม ตามลำดับ) (Fig. 5) รองลงมาคือวัสดุผสมมูลหนอนไหม: แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร การใช้แกลบดิบทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพคือวัสดุทั้งสองชนิดมีปริมาณช่องว่างจุน้ำน้อย ทำให้ไม่สามารถดูดซับน้ำได้เพียงพอสำหรับความต้องการของพืชได้ (Trail, 2019) นอกจากนี้วัสดุผสมมูลหนอนไหม: แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรมีค่า pH และ EC สูงมาก ซึ่งค่า pH มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารและอาจเป็นพิษต่อพืชที่ปลูกได้ (วิทยา, 2523) และค่า EC สูงทำให้เมล็ดดูดน้ำช้าและพัฒนาเป็นต้นอ่อนได้ช้า (รวินทร์นิภา, 2563) จึงทำให้ได้ความสูงของต้นต่ำกว่าการปลูกในพีทมอส

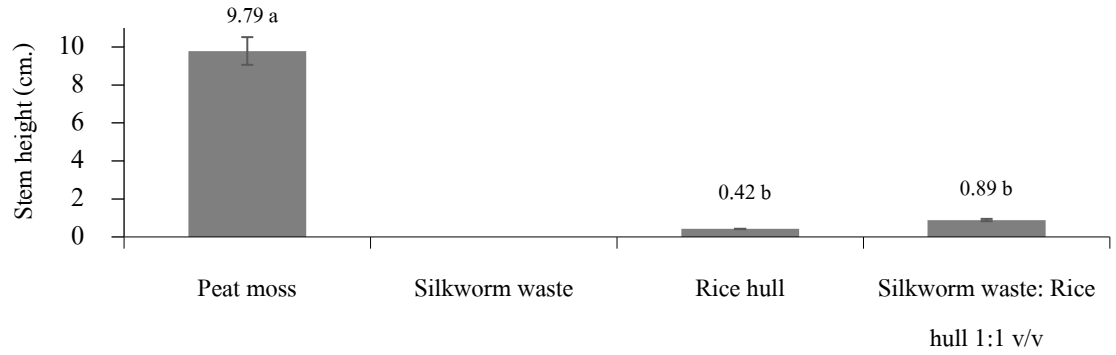


Fig. 1 Stem height of chili seedlings grown in different types of growing media at 35 days after sowing

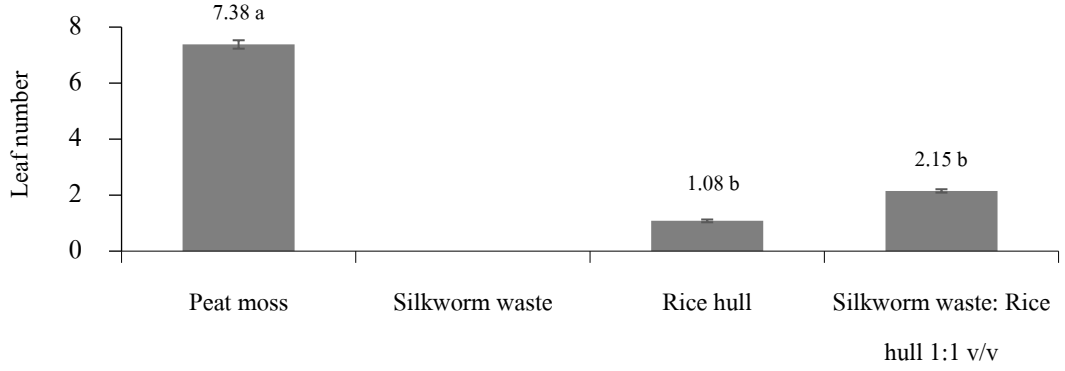


Fig. 2 Leaf number of chili seedlings grown in different types of growing media at 35 days after sowing

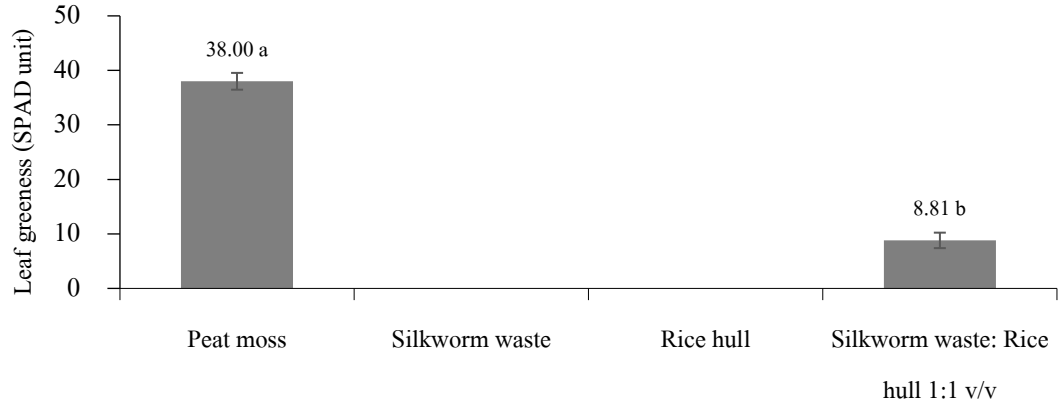


Fig. 3 Leaf greenness of chili seedlings grown in different types of growing media at 35 days after sowing

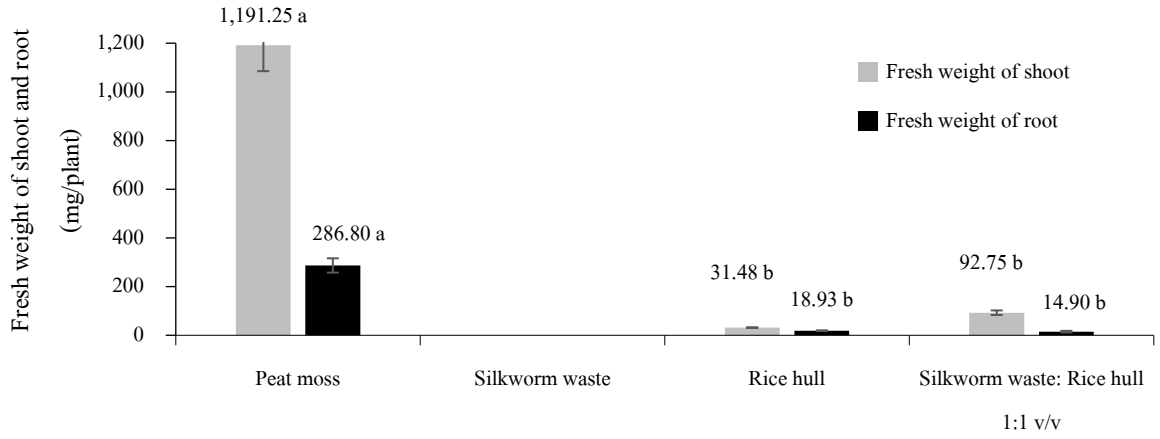


Fig. 4 Fresh weights of shoot and root of chili seedlings grown in different types of growing media at 35 days after sowing

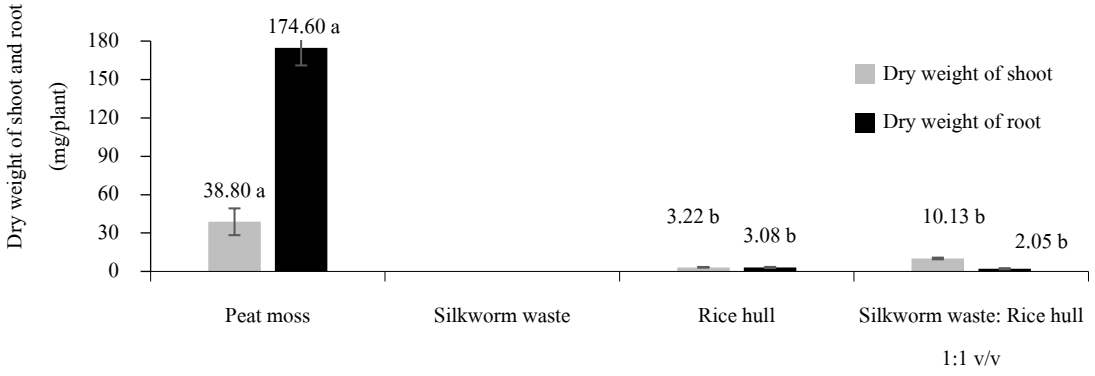


Fig. 5 Dry weights of shoot and root of chili seedlings grown in different types of growing media at 35 day after sowing

สรุปผล

วัสดุผสมมูลหนอนไหม: แกลบดิบ สัดส่วน 1:1 โดยปริมาตร มีสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับพีทมอส และอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับเป็นวัสดุเพาะเมล็ดได้ แต่มีค่าการนำไฟฟ้าและ pH สูงกว่าพีทมอส และการเพาะเมล็ดพริกขี้หนูในพีทมอสทำให้ได้ความงอกสูงที่สุดคือ 96 % เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุดคือ 8.42 วัน และการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกขี้หนูอายุ 35 วันสูงที่สุด มูลหนอนไหมเพียงอย่างเดียวไม่สามารถนำมาเป็นวัสดุเพาะเมล็ดได้หากต้องการนำมูลหนอนไหมมาใช้ประโยชน์ ควรนำมาผสมกับวัสดุอื่น ๆ ที่ช่วยให้มีการระบายอากาศสูงขึ้นและช่วยลดค่าการนำไฟฟ้าให้ต่ำลง หรือเพิ่มสัดส่วนของแกลบดิบให้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนโครงการวิจัย และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มทอผ้าไหมบ้านพญาราม ต. เพี้ยราม อ. เมือง จ. สุรินทร์ ที่เอื้อเฟื้อมูลหนอนไหมมาทำการทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เจิมขวัญ ศรีสวัสดิ์. 2558. การผลิตปุ๋ยอนินทรีย์น้ำเข้มข้นจามูลหนอนไหมอีรี่. http://readgur.com/doc/2240999/การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำเข้มข้น-จาก-มูลหนอนไหม, 9 ตุลาคม 2561.

ชนาธิป กุลดิลก, สุทัศน์ เล้าสกุล. 2543. อิทธิพลของวัสดุเพาะชำและวัสดุกลบที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดหวานโป่งและหวายกำพวน. ใน: รายงานวนวัฒนวิจัย ประจำปี 2543. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, หน้า 238–256.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2562. สาวสุรินทร์ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเป็นอาชีพเสริมรายได้. http://info.matichon.co.th/techno/techno.php?srctag=05068010662&srcday=&search=no, 10 ตุลาคม 2562.

ปริยานุช จุลกะ, เบญญา มะโนชัย, พิจิตรา แก้วสอน, เกศศิรินทร์ แสงมณี, เบ็ญจมาศ แก้วรัตน์. 2563. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมูลหนอนไหมมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อความยั่งยืนของชุมชนที่ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม. รายงานวิจัยกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย โครงการขับเคลื่อนการขยายผลงานวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาชุมชนและสังคมอย่างยั่งยืน (จังหวัดสุรินทร์). สำนักงานวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. วัสดุปลูกไม้ดอกไม้ประดับ. สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.

ยศวัฒน์ ศิริอธิพันธ์. 2561. พลิกพริก เป็นพริกปลอดภัยด้วยโมเดลพริก. วารสารเคหการเกษตร. 42: 78–80.

รวินทร์นิภา แว่วสอน. 2563. ผลของน้ำหมักจากมูลหนอนไหมต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู (*Capsicum annuum* L.). ใน: รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 74–82.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ, มาลี ณ นคร, ศรีสม สุวรรณวงค์, สุรียา ตันติวิวัฒน์, ฉรงค์ วงศ์กันทรากร. 2560. สรีรวิทยาของพืช, พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณภา เสนาดี, ปกป้อง ป้อมฤทธิ์, ชิดชนก ไชยพร. 2561. พริก พืชผักวัฒนธรรมของคนไทย และพืชอุตสาหกรรมระดับโลก. วารสารเคหการเกษตร. 42: 63–67.

วิทยา สุริยานนท์. 2523. อาหารและเครื่องปลูกของพืชสวน. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2553. เศรษฐกิจและสังคม. https://sites.google.com/site/surinthrthinchanghiy/home/sersthkic-laea-sangkhm, 21 เมษายน 2563.

Abad, M., Noguera, P., Bures, S. 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. Bioresource Technol. 77: 197–200.

Abdel-Razzak, H., Alkoaik, F., Rashwan, M., Fulleros, R., Ibrahim, M. 2019. Tomato waste compost as an alternative substrate to peat moss for the production of vegetable seedlings. J. Plant Nutr. 42: 287–295.

Bilderback, T.E., Warren, S.L., Owen, J.S.Jr., Albano, J.P. 2005. Healthy substrates need physicals too!. Hort Technology. 15: 747–751.

Gomah, H.H., Ahmed, M.M., Abdalla, R.M., Farghly, K.A., Eissa, M.A. 2020. Utilization of some organic wastes as growing media for lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. J. Plant Nutr. 43: 2092–2105.

Jafarzadeh, A.A., Aliasgharzad, N. 2007. Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugar beet cultivars. Bioclimatology and Natural Hazards 62: 562–564.

Trail, J.P. 2019. Rice Hull Gold: 10 On-Farm Uses of Rice Hulls. https://www.researchgate.net/publication/332343819, 12 February 2021.

Sharma, S., Mathur, R.C., Vasudevan, P. 1999. Composting silkworm culture waste. Compost Science and Utilization. 7: 74–81.

Styer, R.C., Koranski, D.S. 1997. Plug and Transplant Production a Grower's Guide. Ball publishing. USA.

Warncke, D.D., Krauskopf, D.M. 1983. Greenhouse growth media: Testing and nutrition guidelines. Extension Bulletin E-1736.

ผลของลีโอนาร์ไดต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3

Effect of leonardite combined with chemical fertilizer on growth and yield of sweet corn (var. Hibrix 3)

สุทิศา ชัยกุล*, เกษมพันธ์ นกพึ่ง, บัลลพ โศจิศิริกุล, ธีระนันท์ นาคสกุล

Sutisa Chaikul*, Kasemphan Nokphuing, Banlop Sojisirikul, Teeranan Naksakul

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

Faculty of Agricultural Technology Rambhai Barni Rajabhat University Chanthaburi 22000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: sutisa.p@rbru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของลีโอนาร์ไดต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 วางแผนการทดลองแบบ 4×2 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ทำการทดลองในกระถาง ปัจจัยแรก คือ อัตราลีโอนาร์ไดต์ ประกอบด้วย 4 ระดับ ได้แก่ 0, 3, 6 และ 9 ตัน/ไร่ ปัจจัยที่ 2 คือ อัตราปุ๋ยเคมี ประกอบด้วย 2 ระดับ ได้แก่ 0-0-0 และ 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ดินที่ใช้ในการทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ลีโอนาร์ไดต์มีค่า pH, total N, P_2O_5, K_2O เท่ากับ 2.66, 2.51, 11.3 และ 0.68% ตามลำดับ เก็บข้อมูลความสูงข้าวโพดหวานอายุ 15, 30 และ 45 วัน วันออกไหม น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกและปอกเปลือกหลังจากวันออกไหม 20 วัน พบว่า การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 3, 6 และ 9 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ นอกจากทำให้ข้าวโพดออกไหมเร็วกว่าการใช้ลีโอนาร์ไดต์เพียงอย่างเดียวแล้ว ยังทำให้ความสูงที่ 30 และ 45 วัน น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกและปอกเปลือกมากกว่าอีกด้วย

คำสำคัญ: ข้าวโพดหวาน, ปุ๋ยเคมี, ลีโอนาร์ไดต์, ไฮบริกซ์ 3

Abstract

The aim of this study was to examine the effect of leonardite combined with chemical fertilizer on the growth and yield of sweet corn (var Hibrix 3). The pot trial was conducted in 4×2 factorial in CRD with 3 replications. The first factor was the rate of leonardite consisting of 0, 3, 6 and 9 ton/rai. The second factor was the rate of chemical fertilizer consisting of 0-0-0 and 20-20-20 kg N-P_2O_5-K_2O/rai. The soil was evaluated as low fertility. The pH, total N, P_2O_5, K_2O of leonardite were 2.66, 2.51, 11.3 and 0.68%, respectively. The height of sweet corn was measured at 15, 30 and 45 DAP. The silking age was recorded while the fresh weight of unhusk, and husk ears were recorded after 20 days of the silking date. The results showed that application of leonardite at the rate 3, 6 and 9 ton/rai, respectively, combined with chemical fertilizer at the rate 20-20-20 kg N-P_2O_5-K_2O/rai not only decreased the silking age of sweet corn it also increased the height at 30 and 45 DAP, the fresh weight of unhusk and husk ears comparing with application of leonardite at the 3 rates alone.

Keywords: chemical fertilizer, Hibrix 3, leonardite, sweet corn

คำนำ

ประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานจากถ่านหินลิกไนต์ ได้แก่ โรงไฟฟ้าแม่เมาะ ต.แม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง โดยมีการขุดเจาะถ่านหินลิกไนต์มาใช้ประโยชน์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งชั้นดินปนถ่านหินนี้ถือว่าเป็นถ่านหินคุณภาพต่ำ เรียกว่า ลีโอนาร์ไดต์ (leonardite) (ณธรรศ และอรวรรณ, 2557) โดยถูกจำแนกเป็นของเสียในขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า และเป็นส่วนเหลือทิ้งจากการทำเหมืองแร่ ซึ่งเพิ่มปริมาณมากขึ้นทุกวัน จนกลายเป็นปัญหาใหญ่ให้กับเหมืองถ่านหิน ในปัจจุบันมีผู้สนใจหาวิธีนำของเสียดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางการเกษตร (ยุทธศักดิ์ และคณะ, 2561) ซึ่งลักษณะทางเคมีของลีโอนาร์ไดต์ มีกรดฮิวมิค กรดฟูลวิค ฮิวมิน และปริมาณอินทรียวัตถุสูง มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชค่อนข้างสูงเป็นองค์ประกอบอยู่หลายธาตุ แต่ก็มีข้อที่ควรระวังในการนำไปใช้ ซึ่งได้แก่ ลีโอนาไดต์มีค่าความเป็นกรดสูง และมีสารโลหะหนักบางชนิดเกินค่ามาตรฐาน จึงจำเป็นต้องลดปริมาณโลหะหนักและปรับค่า pH ก่อนนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร (สุชาดา และคณะ, 2556)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาผลของลีโอนาร์ไดต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4×2 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยแรก คือ อัตราลีโอนาร์ไดต์ (L) ประกอบด้วย 4 ระดับ ได้แก่ 0, 3, 6 และ 9 ตัน/ไร่ (เทียบเท่ากับ 0, 96, 192, 289 กรัม/กระถาง ตามลำดับ) ปัจจัยที่ 2 คือ อัตราปุ๋ยเคมี (F) ประกอบด้วย 2 ระดับ ได้แก่ 0-0-0 และ 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (เทียบเท่ากับปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 0 และ 15.6 กรัม/กระถาง) ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 0 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (L_0F_0) กรรมวิธีที่ 2 การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 0 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (L_0F_{20}) กรรมวิธีที่ 3 การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 3 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (L_3F_0) กรรมวิธีที่ 4 การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 3 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (L_3F_{20}) กรรมวิธีที่ 5 การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (L_6F_0) กรรมวิธีที่ 6 การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (L_6F_{20}) กรรมวิธีที่ 7 การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 9 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (L_9F_0) และ กรรมวิธีที่ 8 การใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 9 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (L_9F_{20})

การเตรียมวัสดุปลูกและรายละเอียดการใส่ปุ๋ยเคมี

การทดลองนี้ใช้กระถางปลูกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย 1) ดินที่มีลักษณะเป็นดินเหนียวสีแดง จำนวน 9.5 กิโลกรัมและ 2) ขุยมะพร้าวที่ล้างน้ำและตากแห้งแล้วจำนวน 500 กรัม การใส่ลีโอนาร์ไดต์ตามกรรมวิธีในแผนการทดลองครั้งเดียวในวันปลูก ในขณะที่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีได้แบ่งการใส่

ปุ๋ยเคมีออกเป็น 3 ครั้ง ครั้งละเท่า ๆ กัน ได้แก่ วันปลูก หลังจากปลูก 15 และ 30 วัน สมบัติทางเคมีของดินแสดงใน Table 1

การเตรียมลีโอนาร์ไดต์ก่อนการทดลอง

ก่อนนำลีโอนาร์ไดต์มาใช้ในการทดลองได้บ่มลีโอนาร์ไดต์ด้วยโดโลไมต์เนื่องจากลีโอนาร์ไดต์มีค่า pH ที่ต่ำมาก (pH เท่ากับ 2.66) และจากงานวิจัยของณธรรศ และอรวรรณ (2557) พบว่า การใช้โดโลไมต์ในอัตรา 5 เปอร์เซนต์ต่อลีโอนาร์ไดต์ 95 เปอร์เซ็นต์ที่ความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณกรดฮิวมิกมากที่สุดและยกระดับ pH ของลีโอนาร์ไดต์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ สมบัติทางเคมีของลีโอนาร์ไดต์หลังจากบ่มด้วยโดโลไมต์ก่อนนำมาทดลองแสดงใน Table 1

การปลูกข้าวโพดและการดูแล

ปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 โดยหยอดเมล็ดกระถางละ 3 ต้น และถอนให้เหลือ 1 ต้นหลังจากปลูก 7 วัน ทำการรดน้ำวันละ 2 ครั้ง กำจัดวัชพืชด้วยวิธีการถอน ใช้สารเคมีกำจัดแมลงไซเปอร์เมทรินตามอัตราที่แนะนำในฉลากฉีดพ่นเท่าที่จำเป็นเมื่อพบเห็นหนอนมากัดกินใบและลำต้นข้าวโพดหวาน

การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่อายุ 15, 30 และ 45 วันหลังจากปลูก นับจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50% วันออกไหม ความกว้างและความยาวฝักข้าวโพดทั้งเปลือกและปอกเปลือก และชั่งน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกและปอกเปลือกในวันที่เก็บเกี่ยวหลังจากต้นข้าวโพดออกไหม 20 วัน

Table 1 Chemical property of soil and leonardite

Items	Soil	Leonardite
pH [1/]	5.07	6.0
Organic Matter [2/] (%)	0.12	-
Bray II extractable P [3/] (mg/kg)	3.45	-
Exchangeable K [4/] (mg/kg)	36	-
Total N [5/] (%)	-	2.51
Total P_2O_5 [6/] (%)	-	11.3
Total K_2O [7/] (%)	-	0.68

[1/] 1:1, soil:water (Attananda and Chancharoensuk, 1999)

[2/] Walkley & Black (Attananda and Chancharoensuk, 1999)

[3/] Bray II method (Attananda and Chancharoensuk, 1999)

[4/] Extraction by 1 *N* NH_4OAc (Attananda and Chancharoensuk, 1999) and Inductive Couple Plasma analysis

(AOAC, 1990)

[5/] Wet digestion and Kjeldhal method (Jackson, 2005)

[6/] Wet digestion and Ascorbic method (5:2, HNO_3:$HClO_4$; AOAC, 1990)

[7/]Wet digestion (5:2, HNO_3:$HClO_4$; AOAC, 1990) and Inductive Couple Plasma analysis (AOAC, 1990)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของลิโอนาร์ไดต์ ปุ๋ยเคมี และการใช้ลิโอนาร์ไดต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน

พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยลิโอนาร์ไดต์และปุ๋ยเคมี เมื่อใช้ลิโอนาร์ไดต์เพียงอย่างเดียวอัตรา 3, 6 และ 9 ตัน/ไร่ ไม่ทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่อายุ 30 วัน จำนวนวันออกไหม น้ำหนักฝักสดก่อนและหลังปอกเปลือกแตกต่างจากการไม่ใช้ลิโอนาร์ไดต์ ($p \geq 0.05$) (Table 2, Table 4, Table 5, Table 6) ในขณะที่เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับใช้ลิโอนาร์ไดต์อัตรา 3, 6 และ 9 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่อายุ 30 และ 45 วัน น้ำหนักฝักสดก่อนและหลังปอกเปลือกเพิ่มขึ้น (Table 2, Table 3, Table 5, Table 6) จำนวนวันออกไหมลดลง (Table 4) เมื่อเทียบกับการใช้ลิโอนาร์ไดต์แต่เพียงอย่างเดียว ($p < 0.05$) โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับลิโอนาร์ไดต์อัตรา 9 ตัน/ไร่ ทำให้ข้าวโพดหวานที่อายุ 45 วันมีความสูงมากที่สุด น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกมากที่สุด และจำนวนวันออกไหมน้อยที่สุด ($p < 0.05$) รองลงมาได้แก่ การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับลิโอนาร์ไดต์อัตรา 3 และ 6 ตัน/ไร่ ซึ่งมีความสูงที่ 45 วัน น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก และจำนวนวันออกไหมไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) การเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างลิโอนาร์ไดต์และปุ๋ยเคมีนี้น่าจะมาจากดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่ำ ดังนั้น เมื่อใช้ลิโอนาร์ไดต์อัตราต่ำที่สุดได้แก่ 3 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้พืชตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดร่วมกันอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยพบว่าดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมาก ประกอบกับธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (Table 1) ดังนั้น จึงทำให้พืชตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ได้ ซึ่งสิ่งที่พบจากการทดลองนี้ใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Pinitpaitoon (2012) ที่ทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใช้ดินชุดโคราชที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.82%) โดยทดสอบผลของมูลไก่เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า การใช้มูลไก่อัตรา 2.4 ตัน/ไร่ ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งผู้เขียนงานวิจัยดังกล่าวได้อธิบายว่าในการทดลองดังกล่าวมูลไก่มีปริมาณอินทรียวัตถุและฟอสฟอรัสสูง ดังนั้น จึงทำให้ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสค่อยๆ ถูกปลดปล่อยออกมาแก่พืชได้ เช่นเดียวกับการทดลองนี้ที่ลิโอนาร์ไดต์มีปริมาณธาตุ N, P_2O_5 และ K_2O ในระดับสูงและผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) มีธาตุอาหารรอง (ภาสินี และคณะ, 2561) และจุลธาตุบางธาตุในปริมาณสูง (สุชาดาและคณะ, 2556) นอกจากนี้ ลิโอนาร์ไดต์มีสารประกอบฮิวมิก และมีค่า Cation Exchangeable Capacity (C.E.C) สูง ซึ่งค่า C.E.C อนุมานได้ว่าลิโอนาร์ไดต์ช่วยจับยึดธาตุอาหารพืชเอาไว้ไม่ให้ถูกชะละลายไปกับน้ำได้ ดังนั้น เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับลิโอนาร์ไดต์จึงทำให้อนุภาคของลิโอนาร์ไดต์จับยึดธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยเคมีเอาไว้ไม่ให้สูญหายไปกับน้ำได้ ดังนั้น เมื่อข้าวโพดสามารถใช้ธาตุปุ๋ยตลอดช่วงอายุของการเจริญเติบโตจึงส่งผลให้ข้าวโพดมีผลผลิตมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้

ลีโอนาร์ไดต์อัตราสูง (9 ตัน/ไร่) ยิ่งทำให้พืชได้รับธาตุอาหารจากลีโอนาร์ไดต์และมีพื้นที่การดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีมากกว่าการใช้ลีโอนาร์ไดต์อัตราที่ต่ำกว่าด้วย

Table 2 The height of sweet corn (cm) at 30 DAP

Leonardite rate (L)	Chemical fertilizer rate (F)[b]		Mean[a]
	F_0	F_{20}	
L_0	11.5 C	18.6 B	15.0 b
L_3	15.4 BC	31.8 A	23.6 a
L_6	15.4 BC	29.5 A	22.4 a
L_9	15.2 BC	31.7 A	23.4 a
Mean[a]	14.4 b	27.9 a	

[a] mean values followed by the different lowercase within column indicated significant difference ($p < 0.05$) between the leonardite rates' main effect; different lowercase within row indicated significant difference ($p < 0.05$) between the chemical fertilizer rates' main effect.

[b]mean values followed by the different uppercase of treatment combination indicated significant difference ($p < 0.05$) of interaction effect.

when L_0, L_3, L_6 and L_9 were leonardite at the rates of 0, 3, 6 and 9 ton/rai; F_0 and F_{20} were 0-0-0 and 20-20-20 kg N-P_2O_5-K_2O/rai. % CV is 11.4

Table 3 The height of sweet corn (cm) at 45 DAP

Leonardite rate (L)	Chemical fertilizer rate (F)[b]		Mean[a]
	F_0	F_{20}	
L_0	11.6 E	35.9 C	23.8 c
L_3	26.1 CD	64.5 B	45.3 ab
L_6	20.5 DE	59.4 B	39.9 b
L_9	24.5 D	76.9 A	50.7 a
Mean[a]	20.7 b	59.2 a	

[a] see Table 2 for further explanation % CV is 14.4

Table 4 The silking ages (days) of sweet corn after planting

Leonardite rate (L)	Chemical fertilizer rate (F)[b]		Mean[a]
	F_0	F_{20}	
L_0	61.3 A	61.0 A	61.2 a
L_3	61.0 A	57.7 B	59.4 ab
L_6	61.0 A	57.0 B	59.0 ab
L_9	61.0 A	53.3 C	57.2 b
Mean[a]	61.1 a	57.3 b	

[a] see Table 2 for further explanation % CV is 3.11

Table 5 The fresh of unhusk (g/pot) of sweet corn after 20 days of the silking date

Leonardite rate (L)	Chemical fertilizer rate (F)[b]		Mean[a]
	F_0	F_{20}	
L_0	3.00 C	115 B	59.2 b
L_3	24.0 C	249 A	136 a
L_6	23.7 C	267 A	145 a
L_9	20.0 C	304 A	162 a
Mean[a]	17.7 b	234 a	

[a] see Table 2 for further explanation % CV is 26.5

Table 6 The fresh of husk (g/pot) after 20 days of the silking date

Leonardite rate (L)	Chemical fertilizer rate (F)[b]		Mean[a]
	F_0	F_{20}	
L_0	1.00 C	45.0 C	23.0 c
L_3	4.50 C	170 B	87.0 b
L_6	6.30 C	152 B	78.9 b
L_9	3.50 C	243 A	123 a
Mean[a]	3.80 b	152 a	

[a] see Table 2 for further explanation % CV is 37.3

สรุป

1. การใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับลีโอนาร์ไดต์ที่ถูกบ่มด้วยโดโลไมต์ก่อนปลูกข้าวโพดในอัตรา 3, 6 และ 9 ตัน/ไร่ ทำให้ข้าวโพดหวานมีการเจริญเติบโตและผลผลิตดีกว่าการใช้ลีโอนาร์ไดต์แต่เพียงอย่างเดียวทั้ง 3 อัตรา

2. สำหรับดินในการทดลองนี้ซึ่งจัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อัตราการใช้ลีโอนาร์ไดต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่แนะนำสำหรับการปลูกข้าวโพดหวาน ได้แก่ ลีโอนาร์ไดต์อัตรา 9 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2557. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557 เล่ม 131 ตอนพิเศษ 29 ง ราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2557. กรุงเทพฯ.

ณธรรศ สมจันทร์, อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2557. การปรับปรุงคุณภาพลีโอนาร์ไดต์สำหรับเป็นวัสดุปรับปรุงดิน. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 37: 33–43.

ภาสินี สืบสวน, ศรัณย์ สืบกระแสร์, ศตวรรษ บุญมี, สุกัญญา แย้มประชา. 2561. ผลของการใช้ลีโอนาร์ไดต์และปุ๋ยมูลโคต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของดอกดาวเรืองและการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินหลังปลูก. วารสารดินและปุ๋ย. 40: 6–18.

ยุทธศักดิ์ แช่มมุ่ย, จิระพงษ์ เจริญลา, ทศพล ตะเภาทอง. 2561. การหาปริมาณธาตุอาหารหลักในถ่านหินคุณภาพต่ำเพื่อประยุกต์ใช้ทางการเกษตร. ใน: การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17, พิษณุโลก, หน้า 2681–2686.

สุชาดา โภชาดม, แสงดาว เขาแก้ว, พลยุทธ สุขสมิติ, คณพล จุฑามณี, Gautier Landrot. 2556. การศึกษาลักษณะทางเคมีของลีโอนาร์ไดต์จากเหมืองแร่ลิกไนต์เพื่อประโยชน์ทางการเกษตร. ใน: รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51, กรุงเทพฯ, หน้า 243–249.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Chemists. Benjamin Franklin Station. Washington DC, USA.

Attananda, T., Chancharoensuk, C. 1999. Exercises and Laboratory Manual for Soil and Plant Analysis. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok.

Jackson, M.L. 2005. Soil Chemical Analysis - Advanced Course. Parallel Press. Wisconsin, USA.

Pinitpaitoon, S. 2012. Enhancing productivity of Red Clay Soil for maize cropping by organic fertilizer application in combination with mineral fertilizers. Ph.D. thesis, Graduate school, Kasetsart University. Bangkok, Thailand.

ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้าร่วมกับการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำต่อการเคลื่อนย้าย และการสูญเสียธาตุอาหารพืชในมันสำปะหลัง

Effects of jack bean green manure and fertigation on nutrient removal and nutrient loss in cassava

ณัฐพร วรธงไชย[a], สุตเขตต์ นาคะเสถียร[a]*, เอ็จ สโรบล[a], สุดสายสิน แก้วเรือง[b]

Nattaporn Worathongchai[a], Sutkhet Nakasathein[a]*, Ed Sarobol[a], Sudsaisin Kaewrueng[b]

[a]ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrskn@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้าร่วมกับการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำต่อการเคลื่อนย้าย และการสูญเสียธาตุอาหารพืช และผลผลิตของมันสำปะหลัง โดยปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 โดยวางแผนการทดลองแบบ Strip plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ กำหนด ให้ Vertical plot คือ วิธีการให้ปุ๋ย ได้แก่ การให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ (F) และการให้ปุ๋ยทางดิน (SAF) Horizontal plot เป็นการเปรียบเทียบการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด (ชุดควบคุม, GM_0) และการใช้ถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสด (GM_1) เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก (MAP) พบว่า การใช้ GM_1 ให้ผลผลิตมันสำปะหลังเท่ากับ 6.5 ตัน/ไร่ และผลผลิตแป้งเท่ากับ 1.5 ตัน/ไร่ สูงกว่าเมื่อเทียบกับ GM_0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการให้ F และ SAF นั้น ไม่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง และผลผลิตแป้ง ปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนหัวมันสำปะหลัง โดยการใช้ GM_1 มีผลทำให้ปริมาณ N, P และ K เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับ GM_0 ปริมาณธาตุอาหารหลักสะสมที่สูญเสียไปกับผลผลิตหัวสด พบว่า มีการสูญเสียปริมาณ N, P และ K ประมาณ 8, 1 และ 18 กก./ไร่ ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืช, การสูญเสียธาตุอาหารพืช, ปุ๋ยทางท่อน้ำ, ปุ๋ยพืชสด, มันสำปะหลัง

Abstract

The study on the effects of green manure and fertigation on nutrient removal, nutrient loss yield in cassava. Cassava was planted using Huay Bong 80 variety. The Strip plot in RCBD with 4 replications was adopted with 2 vertical plots of fertigation (F) and soil-applied fertilization (SAF). The horizontal plots composed of 1) without green manure (as a control, GM_0) and 2) using Jack bean as green manure (GM_1). Cassava was harvested at 12 MAP. The results revealed that the GM_1 incorporation resulted in highly significant fresh root yield of 6.5 ton/rai and starch yield of 1.5 ton/rai, when compared with the control. The F or SAF had no effect on the root yield and starch yield. The results revealed that the GM_1 incorporation into the soil increased N, P and K when compared with the bare soil. The loss of nutrient content nitrogen, phosphorus and potassium from fresh cassava tuber yield were 8, 1 and 18 kg/rai, respectively.

Keywords: cassava, fertigation, green manure, nutrient loss, nutrient removal

คำนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) เป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เกษตรกรจึงละเลยการจัดการดินที่เหมาะสม โดยมักจะปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่เดิมติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ขาดการจัดการธาตุอาหารพืชที่ดี เกษตรกรขาดความรู้ด้านดินและปุ๋ย โดยมักจะใส่ปุ๋ยในสูตรและอัตราปุ๋ยที่ไม่ตรงตามความต้องการของมันสำปะหลัง การจัดการธาตุอาหารที่ไม่ถูกต้องทำให้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่ให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำถึงต่ำมาก เกษตรกรมีการนำปุ๋ยเคมีมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตพืชกันมากขึ้น เนื่องจากปุ๋ยเคมีที่ทราบปริมาณธาตุอาหารมีค่าแน่นอน และพืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารที่มีในปุ๋ยแล้วเจริญเติบโตและตอบสนองอย่างรวดเร็ว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ผลจากการปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานโดยขาดการจัดการดินที่เหมาะสม อาจจะนำไปสู่การสูญเสียธาตุอาหารออกจากดิน เกิดการกร่อนดินอย่างรุนแรง และปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน (ปิยะ และคณะ, 2542) การใช้พื้นที่เพื่อปลูกมันสำปะหลังจะต้องคำนึงถึงทรัพยากรดินและความยั่งยืนเป็นสำคัญ เช่น การจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมตามความต้องการของพืช การจัดการดินเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุโดยการใส่วัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ร่วมด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่าพีเอช ความหนาแน่นรวมของดิน และมีผลโดยตรงต่อความสมดุลของธาตุอาหารในดิน การใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง จึงต้องมีการให้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย ซึ่งวิธีการให้ปุ๋ยเคมีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ วิธีการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ (มุกดา, 2544) เนื่องจาก เป็นวิธีการให้ธาตุอาหารพืชละลายลงไปในน้ำที่ให้แก่พืช การให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืชยังมีความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อปุ๋ยหรือธาตุอาหารที่ให้แก่พืช พืชทุกต้นจะได้รับปุ๋ยในปริมาณที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับวิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำ และการให้ปุ๋ยเคมีทางดินต่อผลผลิต การเคลื่อนย้ายและสูญเสียธาตุอาหารพืชของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการธาตุอาหารในการปลูกมันสำปะหลัง เพื่อความยั่งยืนของทรัพยากรดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Strip plot in Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ กำหนด Vertical plot คือ วิธีการให้ปุ๋ย ได้แก่ 1) การให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ (F_1) และ 2) การให้ปุ๋ยทางดิน (F_2) Horizontal plots คือ การไม่ใช่ปุ๋ยพืชสด (GM_0) และการใช้ถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสด (GM_1) ดำเนินการทดลองปลูกมันสำปะหลังช่วงปลายของฤดูปลูกต้นฝน ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2560 ณ สถานีวิจัยเขาหินซ้อน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ต.เขาหินซ้อน อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

เตรียมแปลงทดลองโดยจัดแบ่งแปลงย่อยขนาด 12×16 ตร.ม. จำนวน 24 แปลงย่อย พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 30.72 ตร.ม. ไถเตรียมแปลงเพื่อปลูกถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสด ปลูกโดยวิธีการหว่านให้ทั่วแปลงอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อถั่วพร้าอายุได้ 45 วันหลังปลูก ไถกลบเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด ทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน เก็บตัวอย่างดินในแปลงโดยใช้เทคนิคการเก็บแบบตัวอย่างดินรวม (composite sampling) เพื่อวิเคราะห์สมบัติดินบางประการ และปริมาณธาตุอาหารของดินในพื้นที่แปลงทดลอง จากนั้นปลูกมันสำปะหลังในวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ.2559 โดยใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังห้วยบง 80 ขนาดความยาว 20 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 0.8 เมตร และระยะห่างระหว่างแถว 1.2

เมตร ใส่ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำ และทางดินเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือนหลังปลูก โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13–13–21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมกำจัดวัชพืช

ศึกษาสมบัติเคมีดินบางประการของดินก่อนปลูก ข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ได้แก่ น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด เปอร์เซ็นต์แป้ง โดยวัดปริมาณแป้งในหัวสดด้วยเครื่องวัดปริมาณแป้ง (Reimann scale) และผลผลิตแป้ง (ปริมาณแป้ง (%) x ผลผลิตหัวสด (กิโลกรัมต่อไร่) /100) และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักสะสมในหัวมันสำปะหลัง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างหัวมันสำปะหลังสด มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างแห้งและน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 8

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินบางประการ

สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา พบว่า ดินทั้งก่อนปลูกและหลังปลูกถั่วพร้า เป็นดินกรดจัดมาก โดยมีค่า pH เฉลี่ย 4.8 ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) อยู่ในระดับไม่เค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุของดิน อยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินอยู่ในระดับสูง (Table 1) ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ภายหลังการปลูกถั่วพร้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การปรับปรุงดินโดยใช้ถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนปลูกมันสำปะหลัง ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดินได้ และรักษาคุณสมบัติของดินในระยะยาว (ธวัชชัย และประทีป, 2536)

Table 1 Some properties of lateritic soil before and after planted green manure

Soil property	Before planted green manure	After planted green manure
Soil pH (1:1 H_2O)	4.87	4.84
ECe (dS/m)	0.49	0.82
Organic matter (%)	1.10	1.18
Total N (%)	0.056	0.059
Available P (mg/kg)	16.56	19.04
Exchangeable K (mg/kg)	64.98	67.17
Exchangeable Ca (mg/kg)	190.94	200.84
Exchangeable Mg (mg/kg)	39.54	42.84

น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน และผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด

วิธีการใช้ปุ๋ยพืชสด และวิธีการให้ปุ๋ยเคมี มีการสะสมน้ำหนักสดส่วนเหนือดินเฉลี่ยเท่ากับ 2.8 ตันต่อไร่ และผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเฉลี่ยเท่ากับ 6.1 ตันต่อไร่ (Table 2) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด (6.5 ตันต่อไร่) สูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวิธีการให้ปุ๋ยเคมี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับวิธีการให้ปุ๋ยเคมี ไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน และผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยพืชสดช่วยให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโต และผลผลิตเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ (ชื่นจิต และคณะ, 2558) รายงานว่า การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด สามารถปรับปรุงบำรุงดินให้ดีขึ้น ส่งผลให้มันสำปะหลังที่ปลูกตามมีผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งทางเคมีและกายภาพดินให้มีศักยภาพในการผลิตมันสำปะหลังได้ในระยะยาว (Tarawali and Pamo, 1992; ธวัชชัย และประทีป, 2536)

เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง

มันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสดเฉลี่ยเท่ากับ 22.7% และผลผลิตแป้งเฉลี่ยเท่ากับ 1.4 ตัน/ไร่ (Table 2) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดให้ผลผลิตแป้ง (1.5 ตันต่อไร่) สูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวิธีการให้ปุ๋ยเคมี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับวิธีการให้ปุ๋ยเคมี ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสด และผลผลิตแป้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนหัวของมันสำปะหลัง

การให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำ และทางดินแบบฝังกลบ มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนในส่วนหัวมันสำปะหลัง ในวิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางดินแบบฝังกลบจะมีการสะสมไนโตรเจน (ร้อยละ 0.41) สูงกว่าวิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำ (ร้อยละ 0.31) ขณะที่วิธีการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้า ไม่มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลัง เช่นเดียวกับปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างวิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้า พบว่า ไม่มีผลต่อปริมาณการสะสมธาตุไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลัง โดยการสะสมไนโตรเจนในส่วนหัวมันสำปะหลังเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.36 (Table 3)

ปริมาณการสะสมธาตุอาหารฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมันสำปะหลัง ผลของวิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำ และทางดินแบบฝังกลบ ไม่มีผลต่อปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมัน เช่นเดียวกับวิธีการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้า แต่ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างวิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้า มีผลต่อปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำเพียงอย่างเดียวมีการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมันสำปะหลัง สูงสุดร้อยละ 0.07 ในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีการสะสมฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.06 (Table 3)

ปริมาณการสะสมธาตุอาหารโพแทสเซียม ผลของวิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำ และทางดินแบบฝังกลบ ไม่มีผลต่อปริมาณธาตุโพแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง ขณะที่วิธีการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้า มีผลต่อปริมาณธาตุโพแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่าง

วิธีการให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพร้า พบว่า ไม่มีผลปริมาณธาตุโพแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง มีปริมาณการสะสมธาตุอาหารโพแทสเซียมสะสมร้อยละ 0.82 (Table 3)

จากการทดลองการให้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนหัวมันสำปะหลัง พบว่า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังอยู่ระหว่างร้อยละ 0.31–0.46, 0.05–0.07 และ 0.74–0.92 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ นรชัย (2560) ที่พบว่า ผลของมันสำปะหลังที่ปลูกภายใต้การให้น้ำหยดใต้ผิวดินและน้ำหยดบนดินเปรียบเทียบกับน้ำฝนตามธรรมชาติ มันสำปะหลังมีปริมาณการสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนหัวอยู่ระหว่างร้อยละ 0.25–0.35, 0.09–0.11 และ 0.54–0.67 ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตส่วนหัวของมันสำปะหลัง

การใช้ปุ๋ยพืชสดมีผลต่อปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่สูญเสียจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในพื้นที่สูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สูญเสียไปจากการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.91, 1.35 และ 17.99 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 3) แม้ว่าการไถกลบถั่วพร้านั้นมีการสูญเสียธาตุอาหารโดยเฉพาะปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดก็มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญด้วยเช่นกัน

จากการทดลองธาตุอาหารที่สูญเสียจากพื้นที่ปลูกแบบถาวรไปกับผลผลิต จะเห็นได้ว่าปริมาณโพแทสเซียมสะสมอยู่ในหัวมันสำปะหลังมากกว่าธาตุอาหารหลักอื่นๆ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ สอดคล้องกับการศึกษาของ นรชัย (2560) ที่พบว่า มันสำปะหลังมีค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังเท่ากับ 6.08–9.03, 2.21–2.91 และ 12.07–21.16 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ สมยศ (2536) ทดลองเปรียบเทียบการดูดธาตุอาหารจากดินของพืชแต่ละชนิด พบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่ออกไปจากดินพร้อมกับผลผลิตมันสำปะหลังเท่ากับ 7.6, 1.1 และ 9.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียจากพื้นที่ปลูกพร้อมกับผลผลิตขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตหัวสด สอดคล้องกับรายงานของ Putthacharoen et al. (1998) ว่าผลผลิตหัวสดมันสำปะหลัง 2.6 ตันต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ออกไปจากดินพร้อมกับผลผลิตเท่ากับ 4.8, 0.8, 7.2 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และ Howeler (2002) รายงานว่า ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลัง 5.7 ตันต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ออกไปจากดินพร้อมกับผลผลิตเท่ากับ 8.8, 2.1, 17.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์เพื่อการจัดการธาตุอาหารพืชทั้งปริมาณและชนิดให้ความเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยให้เต็มศักยภาพ รวมถึงปรับใช้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน

Table 2 Effect of green manure and fertigation on aboveground biomass, tuber yield, starch yield and starch content of cassava

Treatment	Aboveground biomass	Tuber yield	Starch yield	Starch content (%)
	(----------tons/rai----------)			
Fertilization methods (F)				
Fertigation (F_1)	2.8	6.2	1.4	23.2
Soil-applied fertilization (F_2)	2.8	6.1	1.3	22.1
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns
Green manure (GM)				
Without green manure (GM_0)	2.7[b]	5.8[b]	1.3[b]	22.8
Jack bean (GM_1)	3.0[a]	6.5[a]	1.5[a]	22.6
LSD 0.05	270.2	343.1	61.0	ns
Interaction between F x GM				
F_1 x GM_0	2.5	5.7	1.4	21.8
F_1 x GM_1	3.0	6.6	1.5	23.3
F_2 x GM_0	2.8	5.9	1.3	22.4
F_2 x GM_1	2.9	6.3	1.3	23.2
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.8	11.0	10.3	3.5
Average	2.8	6.1	1.4	22.7

ns = not significant; means with means within the same column followed by same lowercase letter indicate non-significant difference at $p < 0.05$ by least significant difference (LSD).

Table 3 Effect of green manure and fertigation on nutrient accumulation and nutrient removel in root yield of cassava

Treatment	Nutrient accumulation (%)			Nutrient removel (kg/rai)		
	Total N	Total P	Total K	Total N	Total P	Total K
Fertilization methods (F)						
Fertigation (F_1)	0.31[b]	0.06	0.81	7.12	1.43	18.32
Soil-applied fertilization (F_2)	0.41[a]	0.06	0.83	8.71	1.28	17.67

Table 3 (continued).

Treatment	Nutrient accumulation (%)			Nutrient removel (kg/rai)		
	Total N	Total P	Total K	Total N	Total P	Total K
LSD 0.05	0.07*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.41	22.22	19.54	15.69	29.10	21.80
Green manure (GM)						
Without green manure (GM_0)	0.39	0.06	0.79[b]	7.02[b]	1.33	16.68[b]
Jack bean (GM_1)	0.33	0.06	0.86[a]	8.80[a]	1.38	19.30[a]
LSD 0.05	ns	ns	0.05*	1.20*	ns	2.62*
C.V. (%)	6.70	4.03	2.24	6.09	3.08	5.85
Interaction between F x GM						
F_1 x GM_0	0.31	0.05[b]	0.79	7.50	1.36	18.70
F_1 x GM_1	0.31	0.07[a]	0.83	6.74	1.49	17.94
F_2 x GM_0	0.46	0.06[a]	0.92	10.11	1.39	19.91
F_2 x GM_1	0.35	0.06[a]	0.74	7.31	1.16	15.43
LSD 0.05	ns	0.01*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	13.56	5.80	18.98	19.66	13.04	10.44
Average	0.36	0.06	0.82	7.91	1.35	17.99

ns = not significant; means with means within the same column followed by same lowercase letter indicate non-significant difference at $p < 0.05$ by least significant difference (LSD).

สรุป

มันสำปะหลังที่ปลูกภายใต้การปลูกถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดมีการสะสมน้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดเท่ากับ 6.5 ตันต่อไร่ สูงกว่ามันสำปะหลังที่ปลูกโดยไม่มีการปลูกถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เช่นเดียวกับการสะสมน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน และผลผลิตแป้งของมันสำปะหลัง การปลูกถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดนั้น สามารถเพิ่มการสะสมน้ำหนักหัวมันสำปะหลังสด และผลผลิตแป้งเมื่อเปรียบเทียบกับมันสำปะหลังที่ปลูกโดยไม่มีการปลูกถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสด นอกจากนี้ น้ำหนักสดส่วนเหนือดินและหัวมันสำปะหลังสด รวมทั้งเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด ภายใต้การให้ปุ๋ยเคมีทางท่อน้ำมีแนวโน้มการให้ผลผลิตที่สูงกว่ามันสำปะหลังที่ปลูกภายใต้การให้ปุ๋ยเคมีทางดิน

การไถกลบถั่วพร้านั้นมีการสูญเสียธาตุอาหารโดยเฉพาะโพแทสเซียมสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดก็มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปริมาณโพแทสเซียมที่สูญเสียไปกับผลผลิตส่วนหัวของมันสำปะหลังจะมีในปริมาณมาก แต่หากมีการปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับการปลูกพืช ก็จะสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ตามปกติ และเพิ่มผลผลิตตามศักยภาพ

ของพืชได้อีก นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยพืชสดยังส่งผลดีต่อสมบัติทางเคมี กายภาพดิน และช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมทั้งช่วยรักษาระบบนิเวศทางการเกษตรที่ยั่งยืนอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนงานวิจัย ภายใต้โครงการวิจัยการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการจัดการน้ำและปุ๋ย เพื่อผลผลิตของมันสำปะหลัง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชื่นจิต แก้วกัญญา, ชยานันท์ หนองใหญ่ และ อนุรักษ์ เรียมแสน. 2558. การใช้พืชตระกูลถั่วในระบบการปลูกพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินลูกรัง. วารสารแก่นเกษตร 43: 635–642.

ธวัชชัย ณ นคร, ประทีป วีระพัฒนนิรันทร์. 2536. การจัดการและอนุรักษ์ดินและน้ำในระดับไร่นา. ใน: รายงานวิจัยประจำปี. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

นรชัย ช่วยพรัด. 2560. การตอบสนองทางสรีรวิทยา การแบ่งส่วนธาตุอาหาร และผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในฤดูต้นฝน ภายใต้การให้น้ำหยดใต้ผิวดิน และน้ำหยดบนดินเปรียบเทียบกับน้ำฝนตามธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยะ ดวงพัตรา, วิจารณ์ วิชุกิจ, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, ปิยะวุฒิ พูลสงวน, จำลอง เจียมจำนรรจา, เอ็จ สโรบล, วัชรี เลิศมงคล. 2542. ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง. ใน: เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการโครงการเพื่อบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สมยศ พุทธเจริญ. 2536. การเคลื่อนย้ายและการสูญเสียธาตุอาหารพืชโดยพืช และการชะล้างพังทลายในมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับพืชอื่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Howeler, R.H. 2002. Cassava mineral nutrition and fertilization. In: Hillock, R.J., Thresh, J.M., Bellotti A.C. (Eds.). Cassava: Biology, Production and Utilization. International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Colombia, pp. 115–147.

Putthacharoen, S., Howeler, R.H., Jantawat, S., Vichukit, V. 1998. Nutrient uptake and soil erosion losses in cassava and six other crops in a Psamment in eastern Thailand. Field Crop. Res. 57: 113–126.

Tarawali, G., Pamo, E.T. 1992. A case for on-farm trials of fodder banks on the Adamawa Plateau in Cameroom. Exp. Agri. 28: 229–235.

คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากต้นกล้วยหอมทองเสริมซีลีเนียม

Properties of compost produced from selenium fortified Hom Thong Banana stem

พัชรี เดชเลย์[a]*, คมกฤษณ์ แสงเงิน[a], อนันต์ พิริยะภัทรกิจ[b] , ณัฐพงค์ จันจุฬา[b]

Patcharee Dechlay[a]* , Komgrit Saengngoen[a], Anan Piriyaphattarakit[b] , Nuttapong Chanchula[b]

[a]สาขาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

[b]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เทคโนธานี ปทุมธานี 12120

[a]Agricultural Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani 13180, Thailand.

[b]Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Technopolis, Pathum Thani 12120, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: patchareedechlay2801@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณธาตุซีลีเนียมที่สะสมในลำต้นกล้วยหอมทอง เช่น ลำต้นเทียม กาบใบ และใบ ส่วนเหนือดินที่เหลือทิ้งหมด (ลำต้น หมายถึง ลำต้นเทียม) ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร และผลิตเป็นปุ๋ยหมักสำหรับปลูกผักเสริมธาตุซีลีเนียม วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ ประกอบด้วยต้นกล้วยที่เสริมธาตุซีลีเนียมในระยะใบธง โดยใส่ทางดินที่ความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 0, 450 และ 675 mg/kg 10 ซ้ำ พบว่าเมื่อเสริมธาตุซีลีเนียมเพิ่มขึ้นจะทำให้มีปริมาณซีลีเนียมที่สะสมเพิ่มขึ้น โดยการเสริมที่ระดับความเข้มข้น 675 mg/kg ให้ค่าการสะสมเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 2,188.8 µg/kg ในทางตรงกันข้ามต้นควบคุมไม่เสริมซีลีเนียม ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 435.8 µg/kg มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) หลังจากนั้นนำต้นกล้วยหอมทองมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักเพื่อศึกษาปริมาณซีลีเนียมและคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก ประกอบด้วย 3 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ใช้ต้นกล้วยหอมทองที่เสริมธาตุซีลีเนียม 0, 450 และ 675 mg/kg สับละเอียด (ตากแห้ง) 5 kg ผสมกับมูลโค 5 kg ใช้ระยะเวลาในการหมัก 20, 40 และ 60 วัน พบว่า ปริมาณซีลีเนียมลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ระยะเวลา 20 วัน ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1,705 µg/kg และปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ไม่เสริมซีลีเนียม ที่ระยะเวลา 60 วัน ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 315.7 µg/kg ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนสมบัติอื่น ๆ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ปุ๋ยหมักจากต้นกล้วยหอมทองเสริมซีลีเนียม ในปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ให้ค่า โพแทสเซียม ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด - ด่าง สูงที่สุดเท่ากับ 8.58 เปอร์เซ็นต์ 3.71 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร 7.65 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) และปุ๋ยหมักสูตรที่ 1, 2 และ 3 ให้ค่า C:N Ratio อินทรียวัตถุ ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส เท่ากับ 12.76, 14.74 และ 13.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ 58.52, 8.45 และ 56.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ 2.30, 2.67 และ 2.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ 1.19, 1.19 และ 1.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: ซีลีเนียม, ต้นกล้วยหอมทอง, ปุ๋ยหมัก

Abstract

This study aimed to analyze the selenium (Se)-fortified Hom Thong banana tree for example, artificial stems, leaf sheaths and leaves, and above all northern soils (stems refer to artificial stems) as an agricultural waste for Se-enriched compost production. Three treatments of Se addition to soils at the respective rates of 0, 450, and 675 mg/kg with ten replications were arranged in the randomized completely block design. The results showed that the higher levels of soil Se fertilization significantly gave the elevated Se accumulation in banana trees with the Se rate of 675 mg Se /kg soil provided the highest Se concentration in the banana tree of 2,188.8 µg Se /kg dry matter ($p < 0.05$). The control treatment without soil Se addition had the lowest banana tree Se concentration of 435.8 µg Se /kg dry matter. The fermentation of the three different banana trees (5 kg dry weight) containing varying Se concentrations with cow manure (5 kg dry weight) revealed that Se concentrations in the composts increased with soil Se addition rates and decreased with the fermented period. The compost made from the banana tree supplemented with 675 mg Se/ kg soil with 20 days fermented period provided the highest Se content of 1,705 µg/kg. Conversely, the compost made from the banana tree without Se addition with 60 days fermented period gave the lowest Se content at 315.7 µg/kg ($p < 0.05$). Other properties according to organic fertilizer standards showed that compost from banana trees supplemented selenium. In compost 1, potassium, conductivity and acidity are provided. Alkali as high as 8.58% 3.71 ds/m 7.65 ($p < 0.05$) and compost 1, 2, and 3 provide C:N Ratio, organic matter, nitrogen and phosphorus equal to 12.76, 14.74 and 13.14 %, respectively, 58.52, 8.45 and 56.21 %, respectively, 2.30, 2.67 and 2.49 %, respectively, 1.19, and 1.09 %, respectively.

Keywords: compost, Hom Thong banana tree, selenium

คำนำ

กล้วยหอมทอง (Hom Thong Banana, *Musa acuminata* cv. Gros Michel) นอกจากจะนำผลสดมารับประทานแล้ว ยังสามารถนำมาประกอบอาหารหรือทำเป็นขนมได้หลายรูปแบบ เช่น กล้วยหอมทองเชื่อม กล้วยบวชชี โรตี และกล้วยอบน้ำผึ้ง โดยกล้วยหอมทองสามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศไทย และถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญอย่างหนึ่งที่สามารถนำรายได้เข้าประเทศ จัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการส่งออกโดยเฉพาะตลาดญี่ปุ่นที่มีความต้องการสูง ด้วยคุณลักษณะของกล้วยหอมทองที่แต่ละผลเรียงกันอยู่ในหวีอย่างสวยงาม และสีผิวเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง รสชาติดี มีกลิ่นหอม น่ารับประทาน ทำให้กล้วยหอมทองของไทยได้รับความนิยม เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในตลาดญี่ปุ่นซึ่งนับวันแนวโน้มความต้องการของตลาดเพิ่มมากยิ่งขึ้น ศศิวิมล (2552) ซีลีเนียมจัดเป็นธาตุที่มีปริมาณน้อย และมีความสำคัญในร่างกายของสิ่งมีชีวิต การได้รับซีลีเนียมเพิ่มขึ้นจากระดับปกติในปริมาณ 200 ไมโครกรัมต่อวัน จะช่วยลดการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ และมะเร็งต่อมลูกหมาก ถึงร้อยละ 50 และปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของเพศชาย ซึ่งเป็นปัจจัยร่วมของเอนไซม์ Glutathione peroxidase ที่ป้องกันไม่ให้เซลล์ถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ และ peroxide ต่าง ๆ Ellis and Salt (2003) สำหรับการดูดซึมธาตุซีลีเนียมของพืชนั้น พบว่าพืชสามารถดูดซึมซีลีเนียมในรูปของสารอนินทรีย์ คือ โซเดียมซีลีไนท์ และโซเดียมซีลีเนต ที่สามารถเปลี่ยนโครงสร้างจากสารอนินทรีย์ไปเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และซีลีเนียมที่อยู่ในรูปสารเสริมอาหารการใช้ปุ๋ยซีลีเนียมในระหว่างกระบวนการผลิตพืชเป็นวิธีการผลิตพืชอุดมซีลีเนียมที่มีประสิทธิภาพ การเสริมซีลีเนียมในกล้วยหอมทองผ่านทางการให้ปุ๋ยจึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เกษตรและมีคุณค่าเชิงสุขภาพที่มีวิธีการไม่ยุ่งยาก งานวิจัยนี้สืบเนื่องมาจากโครงการศึกษาปริมาณซีลีเนียมในผลกล้วยหอมทองโดยเสริมทางดินเพื่อดูปริมาณการดูดซึมและการสะสมของซีลีเนียมในผลกล้วยหอมทองตามขนาดของซีลีเนียมที่สามารถรับประทานได้จากแปลงทดลองของศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ (วว.) ซึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำต้นกล้วยหอมทองจะต้องถูกตัดทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณซีลีเนียมที่สะสมในลำต้นกล้วยหอมทอง และคุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่ผลิตขึ้นจากลำต้นกล้วยหอมทองดังกล่าว เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับปลูกผักเสริมซีลีเนียม ซึ่งข้อมูลที่ได้น่าจะสามารถนำไปเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตรจากการปลูกกล้วยหอมทองต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปริมาณธาตุซีลีเนียมจากต้นกล้วยหอมทอง

การเสริมธาตุซีลีเนียมต้นกล้วยหอมทองโดยใส่ทางดินในระยะแทงปลี (ใบธง) ผสมปุ๋ยอินทรีย์หมักกับธาตุซีลีเนียมให้มีความเข้มข้นที่ระดับแตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 3 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 10 ซ้ำ ดังนี้

ปุ๋ยอินทรีย์หมัก (Control)

ปุ๋ยอินทรีย์หมักเสริมธาตุซีลีเนียม 450 mg/kg

ปุ๋ยอินทรีย์หมักเสริมธาตุซีลีเนียม 675 mg/kg

แล้วพรวนดินรอบโคนต้นรัศมี 50 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยอินทรีย์หมักที่ผสมกับธาตุซีลีเนียมปริมาณ 1 กิโลกรัมต่อต้น กลบดินและรดน้ำตามทันที หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตตัดต้นกล้วยหอมทองจากโคลนต้นและตัดใบออกให้หมดจากนั้นนำต้นกล้วยหอมทองเข้าเครื่องบดละเอียด และสุ่มตัวอย่าง 500 กรัม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60–80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 วัน นำต้นกล้วยที่แห้งแล้วปั่นให้เป็นผง จากนั้นย่อยตัวอย่างโดยชั่งน้ำหนักต้นกล้วยที่เป็นผง 0.203 กรัม ใส่ลงในหลอด 75 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกความเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 8 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 1 คืน และเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงไปปิดหลอดด้วย DPCTM pressure cap ให้แน่น นำไปเข้าเครื่อง Microwave Sample Preparation System เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นพักไว้ 1 ชั่วโมง รอให้หลอด Vessels หายร้อนเปิดฝาปล่อยควันสีเหลืองออกจนหมด แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างฝาที่ปิดข้างใน และเทกรองตัวอย่างลงใน Volumetric Flasks ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ฉีดล้างตัวอย่างในหลอดออกให้หมด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และนำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุซีลีเนียมที่สะสมด้วยเครื่อง Inductive Coupled Plasma Spectrometer Mass Spectrometer (ICP-MS) บันทึกค่าซีลีเนียม

การผลิตปุ๋ยหมักเสริมซีลีเนียมจากต้นกล้วยหอมทอง

นำต้นกล้วยหอมทองที่เก็บเกี่ยวผลผลิต และตรวจสอบหาปริมาณธาตุซีลีเนียมที่สะสมจากการทดลองที่ 1 นำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักเสริมซีลีเนียม โดยใช้ต้นกล้วยหอมทองสับละเอียด (แห้ง) 5 กิโลกรัม ร่วมกับมูลโค 5 กิโลกรัม ตามอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 3 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ต้นกล้วยหอมทอง (Control)

ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ต้นกล้วยหอมทองเสริมซีลีเนียม 450 mg/kg

ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ต้นกล้วยหอมทองเสริมซีลีเนียม 675 mg/kg

ผสมคลุกเคล้าหมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 60 วัน ในวงบ่อซีเมนต์กว้าง 80 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร กลับกองปุ๋ยหมักทุก ๆ 7 วัน รดน้ำเพื่อให้มีความชื้นในกองปุ๋ยหมักอยู่เสมอ วิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักตัวอย่างละ 3 ซ้ำ สุ่มตัวอย่างจากกองปุ๋ยหมัก 500 กรัม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60–80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3วัน โดยสุ่มวิเคราะห์ทุก 20, 40 และ 60 วัน มีดังนี้

1. ซีลีเนียม (Se) ด้วยวิธี (IPC Mas Spectrometer) Inhouse Method based on AOAC (2016)

2. ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ด้วยวิธี Electrical conductivity Inhouse Method based on Methods of Soil Analysis (2008)

3. ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ด้วย pH meter กรมวิชาการเกษตร (2551)

4. ไนโตรเจน (N) ด้วยวิธี Kjeldahl method กรมวิชาการเกษตร (2551)

5. อินทรียวัตถุ (OM) ด้วยวิธี Walkley and Blackกรมวิชาการเกษตร (2551)

6. ฟอสฟอรัส (P_2O_5) ด้วยวิธี Spectrophotometric molybdovanado-molybdate method กรมวิชาการเกษตร (2551)

7. โพแทสเซียม (K_2O) ด้วยวิธี Flamephotometric method กรมวิชาการเกษตร (2551)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณธาตุซีลีเนียมที่สะสมในต้นกล้วยหอมทอง จากการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณธาตุซีลีเนียมที่สะสมในต้นกล้วยหอมทอง พบว่าจากการดูดซึมธาตุอาหารพืชจะลำเลียงจากรากผ่านทางลำต้นไปสู่ ใบ ดอก และผล จึงทำให้ยังมีการสะสมซีลีเนียมอยู่ภายในต้นมาก และเมื่อเสริมซีลีเนียมมากขึ้น ปริมาณซีลีเนียมเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริม ปริมาณซีลีเนียมที่เสริมระดับ 675 mg/kg มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 2,188.8 µg/kg รองลงมาคือ 450 mg/kg ให้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1,281.1 µg/kg และต้นควบคุมไม่เสริมซีลีเนียม ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 435.8 µg/kg ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 1)

Table 1 Selenium content in Hom Thong Banana Tree

Treatment	Selenium content (µg/kg)
Control	435.8 [c]
Hom Thong Banana Tree + Se 450 mg/kg	1281.1 [b]
Hom Thong Banana Tree+ Se 675 mg/kg	2188.8 [a]
F-test	*
CV%	28.77

*mean values superscripted with different with lower-case superscript letter within each column indicate significant differences ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในต้นกล้วยหอมทอง พบว่า เมื่อเสริมธาตุซีลีเนียมเพิ่มขึ้นจะทำให้มีปริมาณซีลีเนียมที่สะสมเพิ่มขึ้น โดยการเสริมที่ระดับความเข้มข้น 675 mg/kg ให้ค่าการสะสมเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2,188.8 µg/kg ในทางตรงกันข้ามต้นควบคุมไม่เสริมซีลีเนียมให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 435.8 µg/kg มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ ภัทร์ลดา และคณะ (2553) พบว่าที่ความเข้มข้น 90 µg/ml ถั่วเขียวมีปริมาณซีลีเนียมสะสมสูงสุด 1,031.01 µg/kg ความเข้มข้นมากยิ่งสะสมมาก สำหรับงานวิจัยการผลิตพืชซีลีเนียมสูงในผักกาดฮ่องเต้งอกซีลีเนียมที่ความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ผักกาดฮ่องเต้งอกมีความเข้มข้นของซีลีเนียมเท่ากับ 311.7 µg/kg Thosaikham et al (2014) ส่วนการผลิตต้นคะน้างอกซีลีเนียมสูง โดยใช้ซีลีไนท์เป็นแหล่งซีลีเนียมในระบบไร้ดินที่ระดับ 30 mg/l พบว่า ต้นคะน้างอกมีความเข้มข้นของซีลีเนียมเท่ากับ 386.18 µg/kg มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 2)

Table 2 Selenium content in compost at time 20, 40 and 60 days

Treatment	Selenium content (µg/kg)		
	20	40	60
Control	433.6[c]	376.0[c]	315.7[c]
Hom Thong Banana Tree + Se 450 ppm	1055.8[b]	958.5[b]	847.2[b]
Hom Thong Banana Tree+ Se 675 ppm	1705.0[a]	1580.0[a]	1415.0[a]
F-test	*	*	*
%CV	5.95	2.18	6.49

*mean values superscripted with different with lower-case superscript letter within each column indicate significant differences ($p < 0.05$)

จากการศึกษาอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) และอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร ที่ระยะเวลา 20 , 40 และ 60 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร ที่ระยะเวลา 60 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร ที่ระยะเวลา 20 และ 40 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งในปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ที่ระยะเวลา 40 วัน ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 65 % และปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ที่ระยะเวลา 20 วัน ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 57.24% ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุเริ่มต้นของกองปุ๋ยหมักอยู่ที่ร้อยละ 63.32% แต่เมื่อสิ้นสุดขบวนการหมักปริมาณอินทรียวัตถุในแต่ละสูตรลดลง โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 58.52% ใกล้เคียงกับรายงานของ เมธี (2541) พบว่า กองปุ๋ยหมักที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเริ่มต้นสูงกว่า หรือใกล้เคียง 60% อินทรียวัตถุนั้นจะมีการย่อยสลายไปเรื่อยๆ จนทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่า 20 % จึงจะจัดว่าเกิดการหมักที่สมบูรณ์และปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพดีพอสมควร (Table 3)

Table 3 contents of carbon (C) and nitrogen (N) and organic matter (OM) in compost at time 20, 40 and 60 days

Treatment	(C/N ratio %)			(OM%)		
	20	40	60	20	40	60
Control	23.60	20.17	14.74	59.59^{ab}	58.75^{b}	58.52
Hom Thong Banana Tree + Se 450 ppm	24.96	20.22	12.76	60.88^{a}	65.90^{a}	58.45
Hom Thong Banana Tree+ Se 675 ppm	23.01	19.24	13.14	57.24^{b}	63.39^{a}	56.21
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns
%CV	15.65	4.65	10.37	2.36	2.98	6.26

*mean values superscripted with different with lower-case superscript letter within each column indicate significant differences ($p < 0.05$)

จากการศึกษาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยหมักที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร ที่ระยะเวลา 20, 40 และ 60 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร ที่ระยะเวลา 20 และ 60 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ที่ระยะเวลา 40 วัน ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.17 % และปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ที่ระยะเวลา 40 วัน ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 1.05 % ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ และปริมาณโพแทสเซียม ในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะเวลา 60 วัน ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 8.58 % รองลงมา คือ ที่ระยะเวลา 20 วัน ให้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.53 % และ ที่ระยะเวลา 20 วัน ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 5.19 % ตามลำดับ การวิเคราะห์ของปุ๋ยหมักกล้วยหอมทอง พบว่า มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ (2550) พบว่า การใช้รำข้าวเป็นแหล่งไนโตรเจน ทั้งที่ใช้ 100 % และเสริมร่วมกับปุ๋ยยูเรียอย่างละ 50 % ทำให้ C/N Ratio ลดลงเร็วกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจน 100 % โดยการ

ลดลงของ C/N Ratio เป็นไปอยางรวดเร็วในเดือนแรกของการหมักแล้วลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่างานวิจัยของ เปรมสุดา (2550) ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของไนโตรเจนกับเวลาการย่อยสลายสมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก พบว่า ระยะเวลาในการหมักที่มีการย่อยสลายของปุ๋ยหมักทำให้ได้ปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ส่วนวัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักจะทำให้ได้ปริมาณธาตุอาหารหลักแต่ละชนิดที่ไม่เท่ากัน รวมถึงขนาดของวัสดุที่นำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก นอกจากนี้ยังพบว่างานวิจัยของ สุธีรา (2553) การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร พบว่าการตัดย่อยวัสดุก่อนทำการหมักมีผลตอการย่อยสลายของจุลินทรีย์ทำให้จะได้ปริมาณธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นและวัสดุที่นำมาหมักจะให้ปริมาณธาตุอาหาร หลักที่แตกต่างกันขึ้นอยูกับชนิดของวัสดุ จากผลที่สรุปมีปริมาณธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นเพราะระยะเวลาวัสดุรวมถึงอัตราส่วนของการหมักปุ๋ย สอดคล้องกับงานวิจัยของ นริสรา และคณะ (2555) ศึกษาเปรียบเทียบธาตุอาหารหลักของพืชในปุ๋ยหมักธรรมชาติ การเก็บรักษาของปุ๋ยหมักไม่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลัก และจุลินทรีย์ (Table 4)

Table 4 content of N, P_2O_5 and K_2O in compost at time 20, 40 and 60 days

Treatment	(N%)			(P_2O_5%)			(K_2O%)		
	20	40	60	20	40	60	20	40	60
Control	1.49	1.70	2.30	1.22	1.17^{a}	1.19	8.53^{a}	8.29^{a}	8.58^{a}
Hom Thong Banana Tree + Se 450 ppm	1.55	1.85	2.67	1.08	1.12^{ab}	1.19	5.19^{b}	5.54^{b}	5.20^{b}
Hom Thong Banana Tree+ Se 675 ppm	1.44	1.72	2.49	1.04	1.05^{b}	1.09	6.25^{b}	6.93^{ab}	6.65^{b}
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*	*
%CV	10.18	3.93	8.10	10.30	3.30	4.47	12.83	12.24	9.75

*mean values superscripted with different with lower-case superscript letter within each column indicate significant differences ($p < 0.05$)

จากการศึกษาปริมาณค่าการนำไฟฟ้าในปุ๋ยหมักที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ปริมาณค่าการนำไฟฟ้าในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร ที่ระยะเวลา 40 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ที่ระยะเวลา 20 วัน ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 3.96 ds/m รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ที่ระยะเวลา 60 วัน ให้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.71 ds/m และปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ที่ระยะเวลา 20 วัน ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.45 ds/m ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ และปริมาณ pH ในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร ที่ระยะเวลา 20, 40 และ 60 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ที่ระยะเวลา 40 วัน ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 7.76 รองลงมา คือ ที่ระยะเวลา 20 วัน ให้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.75 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ที่ระยะเวลา 40 วัน ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 7.12 ตามลำดับ และพบว่า พีเอชของกองปุ๋ยหมักเริ่มต้นอยู่ที่ 8.14 แต่เมื่อสิ้นสุดขบวนการหมักของปุ๋ยจะ พบว่า พีเอชมีค่าลดลง โดยปุ๋ยหมักต้นกล้วยหอมทองมีค่าพีเอช 7.65 สอดคล้องกับการศึกษาของ บรรจงศักดิ์ (2541) รายงานว่าเศษวัสดุที่ผ่านการหมักโดยมักมีค่าความเป็นด่างมากกว่าเป็นกลาง โดยจะเป็นด่างเล็กน้อยประมาณ 7.5–8.5 เนื่องจากโปรตีนถูกย่อยสลายและมีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา และพีเอชในกองปุ๋ยหมักโดยทั่ว ๆ ไป คือในระยะเวลาประมาณ 3 วันแรกของการทำปุ๋ยหมักค่าพีเอชจะลดลง เนื่องจากช่วงแรกจะเกิดการย่อยสลายอย่างรวดเร็วแต่หลังจากนั้นค่าพีเอช จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนอยู่

ในระดับเกือบจะเป็นกลาง ส่วนสาเหตุที่ค่าพีเอชหลังสิ้นสุดขบวนการหมักมีค่าสูง เนื่องจากก่อนการทดลองค่าพีเอช ของกองปุ๋ยหมักเริ่มต้นมีสภาพเป็นด่างอ่อนๆ อยู่ก่อนหน้าแล้ว (Table 5)

Table 5 content EC and pH in compost at time 20, 40 and 60 days

Treatment	(EC ds/m)			(pH)		
	20	40	60	20	40	60
Control	3.96[a]	2.95	3.71[a]	7.75[a]	7.76[a]	7.65[a]
Hom Thong Banana Tree + Se 450 ppm	2.45[c]	2.59	2.48[c]	7.67[a]	7.12[b]	7.62[a]
Hom Thong Banana Tree+ Se 675 ppm	2.98[b]	3.12	2.88[b]	7.14[b]	7.64[a]	7.45[b]
F-test	*	ns	*	*	*	*
%CV	0.11	12.76	0.17	1.19	1.73	0.86

*mean values superscripted with different with lower-case superscript letter within each column indicate significant differences ($p < 0.05$)

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักในปุ๋ยหมักทั้ง 3 สูตร พบว่า ปริมาณความชื้นให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.45, 23.98 และ 24.26 เปอร์เซ็นต์ ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.74, 12.76 และ 13.14 เปอร์เซ็นต์ ไม่เกิน 20:1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.52, 58.45 และ 56.21 เปอร์เซ็นต์ ไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่างให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.65 7.62 และ 7.45 อยู่ระหว่าง 5.5-8.5 ค่าการนำไฟฟ้าให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.71, 2.48 และ 2.88 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ปริมาณไนโตรเจนให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30, 2.67 และ 2.49 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.19, 1.19 และ 1.09 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.58, 5.20 และ 6.65 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร และปุ๋ยหมักจากต้นกล้วยหอมทองเสริมซีลีเนียมสามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับปลูกผักได้ (Table 6)

Table 6 Compare the properties of The Hom Thong Banana compost produced with the Organic fertilizer standards approved by the Department of Agriculture

Fertilizer features	Organic fertilizer standard	Compost		
		T1	T2	T3
Moisture (%)	No more than 30	23.45	23.98	24.26
C/N	No more than 20:1	14.74	12.76	13.14
Organic Matter (%)	Not lower than 20	58.52	58.45	56.21
pH	5.5–8.5	7.65	7.62	7.45
EC (ds/m)	No more than 10	3.71	2.48	2.88
Total Nitrogen (%)	Not less than 1.0	2.30	2.67	2.49
Total Phosphate (%)	Not less than 0.5	1.19	1.19	1.09
Total Potash (%)	Not less than 0.5	8.58	5.20	6.65

* T1 Refers to Compost 1, T2 Refers to Compost 2, T3 Refers to Compost 3

Organic fertilizer standard Department of Agriculture กรมวิชาการเกษตร (2551)

สรุป

การเสริมซีลีเนียมให้กับต้นกล้วยหอมทองโดยใส่ทางดินส่งผลให้ต้นกล้วยมีการสะสมซีลีเนียมภายในลำต้นสูงขึ้นตามระดับการเสริมซีลีเนียมที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำลำต้นกล้วยหอมทองที่เสริมซีลีเนียมมาผลิตปุ๋ยหมักส่งผลให้ปริมาณซีลีเนียมลดลงตามระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้น แต่คุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้มีค่าสูงกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุน (บางส่วน) ภายใต้การสร้างภาคีในการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโท–เอก ระหว่างคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์. กลุ่มงานเคหกิจเกษตร. กองพัฒนาการบริหารงานเกษตร, กรุงเทพฯ.

นริสรา พานพ่วง. 2555. การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยไส้เดือนดิน Eudrilus eugeniae และปุ๋ยหมักพด.1 ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

บรรจงศักดิ์ ภักดี. 2541. ศักยภาพของการใช้ไส้เดือนดินเพื่อย่อยสลายอินทรียวัตถุในฟาร์มขนาดเล็ก. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่1, เชียงใหม่.

เปรมสุดา จิ๋วนอก. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแหล่งไนโตรเจนกับเวลาการย่อยสลายสมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เมธี มณีวรรณ. 2541. มารตฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก). วารสารพัฒนาที่ดิน 36: 12–22.

ศศิวิมล แสวงผล, จามร สมณะ, สมรรถชัย ฉัตราคม. 2552. 108 พันธุ์กล้วยไทย = 108 Thai Banana Cultivars. บริษัท โรงพิมพ์กรุงเทพ (1984) จำกัด, กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ ใจบุญทา. 2550. ผลของรำข้าวต่อการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร. 2554. กิจกรรมแปลงกล้วยพันธุ์พระราชทานและกล้วยพันธุ์ดี. กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกร. สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3, ระยอง.

สุธีรา สุนทรารักษ์. 2553. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. หน้า 173–180.

อาณัติ จันทร์ถิระติกุล, สุมาลี ชูกำแพง, ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล, วิชญ์พล โถสายคำ. 2561. การผลิตผักกาดเขียวงอกและต้นแมงลักงอกซีลีเนียมสูงในระบบไร้ดิน. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร. คณะเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. แก่นเกษตร. 46: 1218–1223.

AOAC, 2012, Official methods of analysis of AOAC international, 19th ed. Latimer., G.W. (Eds.). AOAC International Suite. Maryland USA.

Chantiratikul, A., Borisuth, L., Chinrasri, O., Saenthaweesuk, N., Chookhampaeng, S., Thosaikham, W., Sriart, N., Chantiratikul, P. 2016. Evaluation of the toxicity of selenium from hydroponically produced selenium-enriched kale sprout in laying hens. J. Trace Ele. Med. Biol. 35: 116–121.

Maneetong, S., Chookhampaeng, S., Chantiratikul, A., Chinrasri, O., Thosaikham, W., Sittipout, R., Chantiratikul, P. 2013. Hydroponic cultivation of selenium-enriched Kale (*Brassica oleraceavar*. alboglabra L.) seedling and speciation of selenium with HPLCICP-MS. Microchem. J. 108: 87–91.

Terry, C., Ruttens, A., Temmerman, L.D., Schneider, Y., Pussemier, L. 2000. Current knowledge in species-related bioavailability of selenium in food. Food Chem. 130: 767–784

Thosaikham, W., Jitmanee, K., Sittipout, R., Maneetong, S., Chantiratikul, A., Chantiratikul, P. 2014. Evaluation of selenium species in selenium-enriched pakchoi (Brassica chinensis Jusl var parachinensis (Bailey) Tsen & Lee) using mixed ion-pair reversed phase HPLC-ICP-MS. Food Chem. 145: 736–742.

การปลูกพืชร่วมในระบบแถวแคบร่วมกับการปลูกพืชบำรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวานฝักสดในดินชุดปากช่อง

The intercropping in narrow row system with green manure for increasing yield of fresh sweet corn in Pak Chong soil series

ยุวดี อินจันทร์, สรรเสริญ จำปาทอง, โรจนพงศ์ ไชยสิทธิ์, ปวีณา ทองเหลือง

Yuwadee Injan, Sansern Jampatong, Rodchanapong Chaiyasit, Paweena Thongluang

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครราชสีมา 30320

National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Nakhonratchasima 30320, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ijsydo@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การปลูกพืชร่วมในระบบแถวแคบร่วมกับการปลูกพืชบำรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวานฝักสดในดินชุดปากช่อง วางแผนการทดลองแบบ 2×3×3 Factorial in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือระยะระหว่างต้น: 25 เซนติเมตร(8,533 ต้น/ไร่) (S25) และ 30 เซนติเมตร (7,111 ต้น/ไร่)(S30),พันธุ์ข้าวโพดหวาน: พันธุ์อินทรี 2 (V1), พันธุ์ไฮบริกซ์ 3 (V2) และพันธุ์SM1351 (V3),ระบบการปลูก 3 แบบ: ปลูกระบบเชิงเดี่ยว (C0), ปลูกระบบแถวแคบร่วมกับปอเทือง (C1) และปลูกระบบแถวแคบร่วมกับถั่วพร้า (C2)โดยปลูกในฤดูแล้งปี 2561 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ผลการทดลองพบว่า ระยะระหว่างต้น, พันธุ์ข้าวโพดหวาน และระบบการปลูกไม่มีอิทธิพลร่วมกันทางสถิติ การปลูกข้าวโพดที่ระยะปลูกระหว่างต้นทั้ง 2 ระยะ ให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใช้ข้าวโพดพันธุ์SM1351 ให้ผลผลิตสูงสุด (2697.2 กิโลกรัม/ไร่) ส่วนการปลูกระบบเชิงเดี่ยวให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกระบบแถวแคบร่วมกับพืชบำรุงดินอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ข้าวโพดหวาน, ดินชุดปากช่อง, ถั่วพร้า, ปอเทือง, พืชบำรุงดิน, ระบบแถวแคบ

Abstract

This study aimed to determine the intercropping in narrow row system with green manure for increasing yield of fresh sweet corn in Pak Chong soil series. The experiment was conducted at National Corn and Sorghum Research Center in dry season 2018. The experiment design was 2×3×3 factorial with a randomized complete block design (RCBD) with three replications. There were three factors for this experiment 1) spacing in row spacing 75 cm, 25 cm (8,533 plants/rai) and 30 cm (7,111 plants/rai) 2) sweet corn varieties, Insee 2, hibrix 3 and SM1351 and 3) cropping systems (monoculture, narrow row system with pummelo, narrow row system with jack bean) were used for this research. The results of this research showed no significant interaction between plant spacing, variety and cropping systems. Two plant spacing had no significant effect on yield and agriculture characteristic. SM1351 variety had the highest yield (2697.2 kg/rai). Monoculture planting pattern showed a significantly higher yield than narrow row system with green manure.

Keywords: green manure, jack bean, narrow row system, pummelo, Pak Chong soil series, sweet corn

คำนำ

ปัจจุบันข้าวโพดหวาน จัดได้ว่าเป็นพืชอายุสั้นที่ให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรผู้ปลูกค่อนข้างสูง ในปี 2562 มีพื้นที่ปลูก 221,465 ไร่ ผลผลิตทั้งประเทศ 434,453 ตัน ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 1,999 กิโลกรัมต่อไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2562) โดยสามารถจำหน่ายได้ในตลาดบริโภคสด และส่งโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน อิหร่าน ส่วนใหญ่ส่งออกในรูปผลิตภัณฑ์แช่แข็ง และผลิตภัณฑ์แปรรูป ข้าวโพดหวานจึงเป็นพืชเศรษฐกิจพืชหนึ่ง ที่มีอนาคตในการผลิตและส่งออกมาก แต่มีปัญหาวัตถุดิบไม่เพียงพอป้อนโรงงานทั้งที่ตลาดมีความต้องการสูง

ถึงแม้เกษตรกรเพาะปลูกข้าวโพดหวานเป็นจำนวนมาก แต่ค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตก็สูงขึ้น เพราะว่าปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย ยาปราบวัชพืชและศัตรูพืชมีราคาแพง โดยต้นทุนการผลิตข้าวโพดหวาน/ฝักอ่อน ประมาณ 6,080 บาทต่อไร่(กิตติภพ, 2557) การใช้พืชบำรุงดินเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตลง รวมทั้งเป็นการช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน แต่ในการที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชบำรุงดินร่วมกับการปลูกข้าวโพด จะต้องสามารถบำรุงดินพร้อมๆ กับการใช้พื้นที่ปลูกพืชหลัก เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ยอมปลูกพืชบำรุงดินสลับกับการปลูกพืชหลัก ทำให้ในหลายพื้นที่เกิดปัญหาดินเสื่อม ทำให้ผลผลิตต่ำแต่ต้นทุนกลับเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการจัดการระบบปลูกจึงมีความสำคัญมาก เช่น การปลูกพืชในระบบแถวแคบ จะสามารถนำพืชบำรุงดินเข้าไปปลูกร่วมกับพืชหลักได้โดยความหนาแน่นของประชากรพืชหลักเท่าเดิม การศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมของข้าวโพดหวานฝักสดแต่ละพันธุ์ในระบบแถวแคบ จึงมีความจำเป็นเพื่อให้พันธุ์แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตและคุณภาพสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยว จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อินทรี 2, พันธุ์ไฮบริกซ์ 3 และพันธุ์SM1351
2. ปุ๋ยเคมี
3. อุปกรณ์สำหรับการปลูก ดูแลรักษา และเก็บข้อมูล

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD มี 3 ซ้ำ ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร สุ่มตำรับการทดลองโดยโปรแกรม Excel ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 ระยะระหว่างต้น 2 ระยะ: 25 เซนติเมตร(8,533 ต้น/ไร่) (S25)และ30 เซนติเมตร(7,111 ต้น/ไร่)(S30)

ปัจจัยที่ 2 ข้าวโพดหวาน 3 พันธุ์: พันธุ์อินทรี 2 (V1), พันธุ์ไฮบริกซ์ 3 (V2)และพันธุ์SM1351 (V3)

ปัจจัยที่ 3 ระบบการปลูก 3 แบบ: ปลูกระบบเชิงเดี่ยว (C0), ปลูกระบบแถวแคบร่วมกับปอเทือง (C1) และปลูกระบบแถวแคบร่วมกับถั่วพร้า (C2)

การเตรียมดินและการปฏิบัติดูแลรักษา

1.1 การเตรียมแปลงการทดลอง

ไถด้วยผาลสามและไถแปรด้วยผาลเจ็ดเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 15 เซนติเมตร นำไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเป็นกรดและด่าง ไนโตรเจน(N), ฟอสฟอรัส(P), และโพแทสเซี่ยม(K) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ใช้ระยะปลูกตามตำรับทดลอง เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 14 วัน นับจากวันให้น้ำครั้งแรก ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น เมื่อข้าวโพดอายุ 30 และ 45 วัน ใส่ปุ๋ยแต่งหน้า ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้น้ำระบบ sprinkler ตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งข้าวโพดอายุ 30 วัน จึงเปลี่ยนเป็นระบบ Furrow ปฏิบัติดูแลรักษาเก็บข้อมูลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต

2.2 การบันทึกข้อมูลและการวัดผล

1. ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก และผลผลิตฝักสดปอกเปลือก ชั่งน้ำหนักฝักสดทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อยเป็นกิโลกรัม แล้วเทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อไร่

2. ผลผลิตฝักดี ชั่งน้ำหนักฝักสดปอกเปลือก ที่ตรงตามมาตรฐานของการจำแนกฝักดี ในแต่ละแปลงย่อยเป็นกิโลกรัม แล้วเทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อไร่ โดยถือว่าฝักดีคือฝักที่มีความยาวไม่ต่ำกว่า 13 เซนติเมตร เมล็ดอยู่ในระยะน้ำนม ไม่มีโรคและแมลงทำลาย การจำแนกฝักดี มาตรฐานของฝักของข้าวโพดหวานในการจำแนกฝักดี ตามความต้องการของโรงงานแปรรูป ซึ่งประกอบด้วยฝักขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ดังนี้

ขนาดฝัก

เกรด 1 ฝักขนาดใหญ่ ฝักจะต้องมีความยาวไม่ต่ำกว่า 17 เซนติเมตร

ฝักขนาดกลาง ฝักจะต้องมีความยาว 15-16.9 เซนติเมตร

เกรด 2 ฝักขนาดเล็ก ฝักจะต้องมีความยาว 13-14.9 เซนติเมตร

ส่วนฝักที่มีความยาวต่ำกว่า 13 เซนติเมตร นับเป็นฝักเสีย (ปราโมทย์, 2530)

3. ดัชนีความหวาน โดยใช้ hand refractometerวัดสารละลายในรูป total soluble solid ซึ่งวัดจากสารละลายที่ไม่มีสิ่งใดเจือปน (impurity) โดยพิจารณาค่าดัชนีความหวานจากการหักเหของแสง (Browne and Zerban, 1941)

4. ผลผลิตส่วนต้นที่เหลือ โดยตัดเหนือพื้นดิน 5 เซนติเมตร แล้วชั่งน้ำหนักสดในแต่ละแปลงย่อยเป็นกิโลกรัม แล้วเทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อไร่

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโปรแกรม Statistix 8.0 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการปลูกข้าวโพดหวานฝักสดในฤดูแล้ง ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ซึ่งเป็นดินเหนียว สีแดง พบว่าระยะระหว่างต้น, พันธุ์ข้าวโพดหวาน และระบบการปลูก ไม่มีอิทธิพลร่วมกันทางสถิติในทุกปัจจัย (Table 1)

ด้านระยะปลูกระหว่างต้น 2 ระยะ คือ 25 เซนติเมตร(8,533 ต้น/ไร่) และ 30 เซนติเมตร(7,111 ต้น/ไร่) พบว่าให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักใหญ่ ฝักกลาง และฝักเล็ก รวมทั้งความหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยระยะปลูกระหว่างต้น 25 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 2,468.8 กก./ไร่ และ 2,379.9 กก./ไร่ตามลำดับ ซึ่งการปลูกระหว่างต้นที่ระยะ 25 เซนติเมตรมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกระหว่างต้นที่ระยะ 30 เซนติเมตร แต่การ

ปลูกระหว่างต้นที่ระยะ 30 เซนติเมตรมีแนวโน้มให้จำนวนฝักใหญ่ และฝักกลางสูงกว่าการปลูกระหว่างต้นที่ระยะ 25 เซนติเมตร

ด้านพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้ง 3 พันธุ์ คือพันธุ์อินทรี 2, พันธุ์ไฮบริกซ์ 3 และพันธุ์SM1351พบว่าให้จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักฝักใหญ่ น้ำหนักฝักกลางความสูงฝัก ความสูงต้น และความหวานแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพันธุ์ SM1351 ให้จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก ผลผลิตฝักดี ผลผลิตฝักใหญ่ ผลผลิตฝักกลางสูงสุด (6,764 ฝัก/ไร่, 3,022 ฝัก/ไร่, 2,697.2 กก./ไร่, 1,834.7 กก./ไร่, 1,660.2 กก./ไร่, 844.7 กก./ไร่ และ 499.8 กก./ไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 ส่วนพันธุ์อินทรี 2 ให้ความหวานสูงสุด (17.1°บริกซ์)

ด้านระบบการปลูกทั้ง 3 ระบบ คือการปลูกระบบเชิงเดี่ยว, การปลูกระบบแถวแคบร่วมกับปอเทืองและการปลูกระบบแถวแคบร่วมกับถั่วพร้า พบว่าให้จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก และความหวานแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการปลูกระบบเชิงเดี่ยวให้จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ และผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกสูงที่สุด (6,908 ฝัก/ไร่, 2,751 ฝัก/ไร่ และ 2,625.6 กก./ไร่ ตามลำดับ) และให้น้ำหนักต้นสดสูงสุด 3,224.9 กก./ไร่ ขณะที่การปลูกระบบแถวแคบร่วมกับปอเทือง ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกลดลง 13% ของการปลูกระบบเชิงเดี่ยว และการปลูกระบบแถวแคบร่วมกับถั่วพร้าให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกลดลง 10% ของการปลูกระบบเชิงเดี่ยว แตกต่างจาก Brian (2010) ซึ่งพบว่าการปลูกพืชแบบแถวคู่ ทำให้ได้ผลผลิตมากกว่าแถวเดี่ยว 12.5 เปอร์เซ็นต์ แต่การปลูกระบบแถวแคบร่วมกับพืชบำรุงดินสามารถช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน โดยจากการทดลองของประชา และคณะ (2545) ถั่วพร้าจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 2.0-3.0 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.3–0.4 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 2–4 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.19 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 1.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปอเทืองจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 1.5–2.0 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 0.3–0.5 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 2–3 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.53 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 2.04 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการปรับปรุงบำรุงดินในระยะยาว ช่วยลดต้นทุนด้านการใส่ปุ๋ย

Table 1 Effects of plant spacing, varieties and cropping system to yield and quality of sweet corn production on dry season at National Corn and Sorghum Research Center in 2018

Spacing	Variety	Cropping system	Fresh ear number					Fresh ear weight (kg/rai)							Ear height	Plant height	Plant fresh weight	Sweetness
(S)	(V)	(C)	Standard	Large	Medium	Small	Rotten	Green	Yellow	Standard	Large	Medium	Small	Rotten	(cm)	(cm)	(kg/rai)	(°Brix)
S25			6321a	2003a	1964a	2353a	2105a	2468.8a	1602.4a	1354.6a	526.7a	421.6a	406.5a	247.7a	98.2a	178.6a	3141.5a	15.8a
S30			6253a	2404a	2001a	1848a	1456b	2379.9a	1561.7a	1396a	653.4a	420.0a	322.7a	165.8b	96.32a	175.2b	2851b	15.8a
	V1		5469b	1084b	1689a	2696a	2481a	2058.8b	1247.8c	976.1b	241.1b	299.2b	435.9a	271.8a	96.4b	157.8b	2810.8b	17.1a
	V2		6629a	2506a	2125a	1998b	1482b	2517.2a	1663.6b	1489.6a	684.4a	463.3a	341.9ab	173.9b	114.1a	185.6a	2951.9ab	15.1b
	V3		6764a	3022a	2133a	1608b	1380b	2697.2a	1834.7a	1660.2a	844.7a	499.8a	315.9b	174.4b	81.3c	187.3a	3226.1a	15.1b
		C0	6908a	2751a	2078a	2078a	1380b	2625.6a	1707.2a	1541.5a	725.8a	452.1a	364.1a	165.5b	103.7a	179.9a	3224.9a	16.0a
		C1	5799b	1608b	1888a	2303a	2218a	2283.6b	1489.9b	1233.6b	431.6b	394.0a	407.7a	256.4a	91.2b	174.8b	2870.4b	15.4b
		C2	6155b	2252ab	1981a	1922a	1744ab	2363.9b	1549.1ab	1350.7ab	612.8ab	416.2a	322.1a	198.2ab	96.8ab	176.0ab	2893.4b	16.0a
F-test	S		ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	*	ns
	V		**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	*	**
	C		**	**	ns	ns	*	**	*	*	*	ns	ns	*	ns	*	*	*
	S*V		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	S*C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	V*C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	S*V*C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)			14.44	47.25	36.68	43.81	44.43	11.84	15.64	21.7	51.17	42.16	44.44	44.3	18.63	3.41	13.66	4.27

ns = non-significant * = significant at 95% probability level ** = significant at 95% probability level

1/Standard =ฝักดี 2/Green=ฝักทั้งเปลือก 3/Yellow=ฝักปลอกเปลือก 4/Large=ฝักขนาดใหญ่ 5/medium=ฝักขนาดกลาง 6/Small=ฝักขนาดเล็ก 7/Rotten=ฝักเสีย

สรุป

การปลูกข้าวโพดที่ระยะปลูกระหว่างต้น 25 เซนติเมตร(8,533 ต้น/ไร่) และระยะ 30 เซนติเมตร(7,111 ต้น/ไร่) ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การปลูกระหว่างต้นที่ระยะ 30 เซนติเมตรมีแนวโน้มให้จำนวนฝักใหญ่ และฝักกลางสูงกว่าการปลูกระหว่างต้นที่ระยะ 25 เซนติเมตร ดังนั้น ควรปลูกที่ระยะ 30 เซนติเมตร เมื่อคำนวณจากฝักใหญ่และฝักกลางมีมูลค่าต่อกิโลกรัมมากกว่า

การใช้ข้าวโพดพันธุ์ SM1351 ให้จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก ผลผลิตฝักดี ผลผลิตฝักใหญ่ ผลผลิตฝักกลางสูงสุด อย่างไรก็ตาม พันธุ์อินทรี 2 ให้ความหวานสูงที่สุด (17.1°บริกซ์)

ระบบการปลูก การปลูกระบบเชิงเดี่ยวให้จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ และผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกสูงที่สุด แต่การการปลูกระบบแถวแคบร่วมกับพืชบำรุงดินเป็นแนวทางการใช้พื้นที่ปลูกให้มีประสิทธิภาพรวมทั้งสามารถปรับปรุงบำรุงดินไปพร้อมกันได้ จึงควรศึกษาแนวทางนี้เพื่อฟื้นฟูสภาพดินต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กิตติภพ วายุภาพ. 2557. ข้าวโพดฝักสด อนาคตไกล ปลอดภัยสู่สากล. ใน: เอกสารประกอบการบรรยายการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสด ครั้งที่ 7. อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ, เชียงใหม่.

ประชา นาคะประเวศ, ธัชม นภัสราเยี่ยงยงค์, กมลาภา วัฒนประพัฒน์. 2545. ปุ๋ยพืชสด. ใน: คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุกองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ, หน้า 113–128.

ปราโมทย์ สฤษดิ์นิรันดร์. 2530. การคัดเลือกข้าวโพดหวานพิเศษพันธุ์ไทยซุปเปอร์สวีทคอมพอสิต 1 ดี เอ็ม อาร์ โดยวิธีการคัดเลือกหมุนเวียนแบบผสมตัวเองชั่วที่ 1 รอบที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ข้าวโพดหวาน เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2562. http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/sweet%20corn62.pdf, 14 ธันวาคม 2563.

Brian Jones. 2010. Effects of twin-row spacing on corn silage growth evelopment and yield in the Shenandoah Valley. Crop & Soil Environmental Science Extension Agent, Augusta County. Virginia Polytechnic Institute and State University. https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/55734/3003-1440.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 14 ธันวาคม 2563.

Browne, C.A., Zerban, F.W. 1941. Sugar Analysis, 3nd ed. F.H. Gilson Press. Boston, USA.

ผลของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชในการควบคุมโรคเมล็ดด่างในข้าวโดยวิธีแช่เมล็ด

Effects of fungicides for controlling dirty panicle in rice using seed soaking technique

ธัชพรรณ วรรณวาส, ธิดา เดชฮวบ*

Thatchapan Wannavas, Tida Dethoup*

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrtdd@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช 13 ชนิดในการควบคุมโรคเมล็ดด่างในข้าวโดยวิธีแช่เมล็ด สารเคมีที่ใช้ทดสอบได้แก่ propiconazole, carbendazim, fluopyram + tebuconazole, trifloxystrobin, propineb, tebuconazole + trifloxystrobin, triforine, azoxystrobin, difenoconazole + propiconazole, flutriafol, mancozeb, thiophanate-methyl และ prochloraz ทดสอบกับตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก พันธุ์ กข43 และกข57 โดยวิธีแช่เมล็ดข้าวด้วยสารเคมี เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนปลูกในกระถางภายใต้สภาพโรงเรือนทดลอง เมื่อข้าวอายุ 120 วัน เก็บเมล็ดข้าวจากแต่ละกรรมวิธีมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างด้วยกล้องสเตอริโอ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเมล็ดด่างโดยการแช่เมล็ดในสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช โดยพบว่าการแช่เมล็ดข้าวพันธุ์ กข43 ใน azoxystrobin มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 20.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวพันธุ์ กข57 การแช่เมล็ดใน mancozeb มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำที่สุดที่ 28.25 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่าง 83.13 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวพันธุ์ กข43 และ กข57 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าว, โรคของข้าว, โรคเมล็ดด่าง, สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช

Abstract

The objective of this study was to evaluate the efficacy of thirteen fungicides to controlling rice dirty panicle disease by seed treatment. The fungicides were used in this study include propiconazole, carbendazim, fluopyram + tebuconazole, trifloxystrobin, propineb, tebuconazole + trifloxystrobin, triforine, azoxystrobin, difenoconazole + propiconazole, flutriafol, mancozeb, thiophanate-methyl and prochloraz, tested with rice var. RD43 and RD57. The rice seeds were treated by soaking with each fungicide for 24 h before planting under greenhouse conditions. When the rice aged 120 days, the rice seeds were collected, observed under stereo microscope and calculated to percentage of dirty panicle disease incidence. The results showed that rice seeds treated with azoxystrobin resulted in lowest disease incidence; caused 20.75% disease incidence on rice var. RD43 whereas, rice var. RD57 seeds treated with mancozeb showed the low percentage of disease incidence was 28.25%. Meanwhile, the percentages of disease incidences of the control treatments in rice var. RD43 and RD57 were 85.13% and 55%, respectively.

Keywords: dirty panicle, fungicides, rice, rice disease

คำนำ

การแช่เมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช เป็นวิธีที่ถูกใช้โดยทั่วไปในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในพืชเศรษฐกิจ โดยการแช่เมล็ดก่อนทำการปลูกจะส่งเสริมให้พืชมีสุขภาพที่ดี และเพิ่มผลผลิตมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถควบคุมเชื้อราที่ติดไปกับเมล็ด (Vasanthakumari et al., 2019) โดยเมล็ดพันธุ์จะถูกแช่ หรือเคลือบด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราประเภทดูดซึม เพื่อที่จะกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่เข้าทำลายเมล็ดแล้ว เช่น การแช่เมล็ดของธัญพืชกับสารคาร์บอกซิน (carboxin) เพื่อกำจัดโรคราเขม่าดำ นอกจากนี้ยังมีการแช่เมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชบางชนิด ยังสามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน และเชื้อสาเหตุโรคพืชทางใบที่จะเข้าทำลายต้นอ่อน เช่น การแช่เมล็ดด้วยสารเมทาแลกซิล (metalaxyl) เพื่อป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่า และโรคราน้ำค้างของข้าวโอ๊คและข้าวฟ่าง สารในกลุ่มดูดซึมที่นิยมใช้แช่เมล็ด คือ คาร์บอกซิน (carboxin) ไทอะเบนดาโซล (thiabendazole) เบโนมิล (benomyl) ไตรอะดิมีนอล (triadimenol) และเมทาแลกซิล (metalaxyl) ยังพบว่ามีการใช้สารเคมีชนิดไม่ดูดซึม ในการแช่เมล็ดด้วย เช่น แคปแทน (captain) แมนโคแซบ (mancozeb) มาเนบ (maneb) ควินโตซีน (quintozene) ไทแรม (thiram) และคลอโรเนบ (chloroneb) (ธิดา, 2559) โดยสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชจะออกฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการสร้างพลังงาน รบกวนกระบวนการส่งสัญญาณ ขัดขวางชีวสังเคราะห์และการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อรา (Garcia et al., 2003; Yang et al., 2011) ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชหลายชนิดในการควบคุมโรคพืชด้วยวิธีการแช่เมล็ด เช่น carbendazim จัดอยู่ในกลุ่ม benzimidazole ซึ่งเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชชนิดดูดซึมที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราได้หลายชนิด โดยมีการใช้ carbendazim ที่มีความเข้มข้น 0.2% (2g/ kg) ในการควบคุม โรคไหม้ โรคราแป้ง โรครากเน่า และโรคราเขม่าดำ (Zhang et al., 2016) นอกจากนั้น Singh and Jangre (2019) รายงานว่า penflufen 154 + trifloxystrobin 154 FS ที่ความเข้มข้น 28 g/kg มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการควบคุมโรคไหม้ และ โรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว เมื่อเทียบกับ penflufen 240 FS, trifloxystrobin 500 SC และ thiram 75% WS เมื่อใช้โดยวิธีการแช่เมล็ดข้าวก่อนปลูก โรคเมล็ดด่างเกิดจากเชื้อราสาเหตุโรคหลายชนิด เช่น *Alternaria padwikii*, *Curvularia lunata*, *Bipolaris oryzae* และ *Fusarium moniliforme* โดยเชื้อเหล่านี้จะติดไปกับเมล็ด ส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิต อีกทั้งยังมีผลต่อการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Charoenrak and Chamswarng, 2015; Dethoup et al., 2018) ซึ่งตัวอย่างของสารเคมีควบคุมโรคเมล็ดด่างโดยการแช่เมล็ด เช่น carbendazim, propiconazole, tricyclazole, mancozeb, tebuconazole, tebuconazole + trifloxystrobin และ azoxystrobin เป็นต้น (Silodia et al., 2019) ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชทั้งหมด 13 ชนิด ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างโดยวิธีแช่เมล็ดในสภาพโรงเรือน

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชในการควบคุมโรคเมล็ดด่าง ในสภาพโรงเรือนโดยวิธีแช่เมล็ด

ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช 13 ชนิด กับข้าว 2 สายพันธุ์ คือ กข43 และ กข57 โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าว 5 กรัม แช่ในสารเคมีทดสอบประสิทธิภาพตามอัตราแนะนำการใช้บนฉลากข้างขวด ต่อน้ำ

20 มิลลิลิตร แสดงดัง Table 1 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเพาะกล้าบนกระดาษกรองเป็นเวลา 7 วัน แล้วทำการย้ายกล้า 3 ต้น มาปลูกต่อ 1 กระถาง กรรมวิธีละ 4 กระถาง ต่อข้าว 1 สายพันธุ์ หลังจากนั้นทำการเก็บเมล็ดข้าวของแต่ละกรรมวิธี เมื่อต้นข้าวมีอายุครบ 120 วัน โดยทำการปลูกใน ช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563

การประเมินโรคเมล็ดด่างในสภาพโรงเรือน

ทำการสุ่มเมล็ดข้าวในแต่ละกรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ จำนวนซ้ำละ 200 เมล็ดต่อข้าว 1 กรรมวิธี รวมกรรมวิธีละ 800 เมล็ด เพื่อนำมาตรวจสอบเพื่อประเมินการเกิดโรคภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ซึ่งเป็นวิธีการตรวจเชื้อราบนเมล็ดข้าว บันทึกข้อมูลการเกิดโรคของแต่ละกรรมวิธีและหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (% disease incidence)ในแต่ละกรรมวิธี แสดงดัง Fig. 1 โดยใช้สูตร

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (% disease incidence) = (จำนวนเมล็ดข้าวที่เป็นโรค/จำนวนเมล็ดข้าวทั้งหมด) × 100

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบ one way analysis of variance (ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละสารเคมีด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS version23



Fig. 1 milk stage of rice (A), collected rice seeds (B) and dirty panicle on rice seed (C)

Table 1 Fungicides were used in this study

Treatment	Rate/20mL
propiconazole 25%EC	20 µL
carbendazim 50%SC	30 µL
fluopyram 20% + tebuconazole 20%SC	24 µL
trifloxystrobin 50%WG	0.006 g
propineb 70%WP	0.05 g
tebuconazole 25% + trifloxystrobin 50%WG	0.012 g
triforine 19%EC	30 µL
azoxystrobin 25%SC	10 µL
difenoconazole 15% + propiconazole 15%EC	20 µL
flutriafol 12.5%SC	125 µL
mancozeb 80%WP	0.06 g
thiophanate-methyl 70%WP	0.03 g
prochloraz 45%EC	30 µL
water (control)	

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชทั้ง 13 ชนิด ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างกับข้าว 2 สายพันธุ์ คือ กข43 และกข57 ด้วยวิธีการแช่เมล็ด พบว่า การแช่เมล็ดข้าวพันธุ์ กข43 ใน สาร azoxystrobin 25%SC, flutriafol 12.5%SC, thiophanate – methyl, difenoconazole 15% + propiconazole 15%EC, triforine 19%EC, prochloraz 45%EC, tebuconazole 25% + trifloxystrobin 50%WG และ mancozeb 80%WP มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเมล็ดด่างสูง โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างต่ำเท่ากับ 20.75, 23, 23.63, 24, 24.13, 24.13, 24.5 และ 28.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือ เมล็ดข้าวที่แช่ในสาร propiconazole 25%EC มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่าง เท่ากับ 43.13 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมล็ดข้าว ที่แช่ในสาร carbendazim 50%SC, trifloxystrobin 50%WG, fluopyram 20% + tebuconazole 20%SC และ propineb 70%WP มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างเท่ากับ 65.5, 70.23, 71.75 และ 81.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่าง 85.13 เปอร์เซ็นต์ แสดงดัง Table 2

ส่วนเมล็ดข้าวพันธุ์ กข57 ที่แช่ในสาร mancozeb 80%WP มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเมล็ดด่างสูงที่สุด โดยส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 28.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดข้าวที่แช่ในสาร azoxystrobin 25%SC มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างเท่ากับ 34.25 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การแช่เมล็ดข้าวในสาร difenoconazole 15% + propiconazole 15%EC, tebuconazole 25% + trifloxystrobin 50%WG, trifloxystrobin 50%WG, triforine 19%EC, flutriafol 12.5%SC, thiophanate-methyl 70%WP, fluopyram 20% + tebuconazole

20%SC และ prochloraz 45%EC ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างเท่ากับ 40.44, 40.5, 41, 41, 41.13, 43.88, 45.63 และ 47.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดข้าวที่แช่ในสาร propiconazole 25%EC, propineb 70%WP และ carbendazim 50%SC มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่าง เท่ากับ 49, 52.63 และ 52.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่าง เท่ากับ 55 เปอร์เซ็นต์ แสดงดัง Table 2

จากรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ Charoenrak and Chamswarng (2016) รายงานประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma asperellum* 2 isolates คือ 01-52 และ CB-Pin-01 โดยมี 2 รูปแบบ คือ แบบเชื้อสด (100 g/ 20 L of water) และแบบเม็ด (20 g/ 20L of water) ในการลดปริมาณของโรคเมล็ดด่าง ซึ่งใช้ 2 วิธีคือ แช่เมล็ด (Sk) และ ฉีดพ่น (Sp) โดยทดสอบทั้งหมด 5 กรรมวิธี ได้แก่ *T. Asperellum* CB-Pin-01 ชนิดเชื้อสด (Sk + Sp), *T. Asperellum* 01-52 ชนิดเม็ด (Sk + Sp), *T. Asperellum* 01-52 ชนิดเม็ด (Sk), mancozeb (Sk)/ propiconazole + difenoconazole (Sp) และ กรรมวิธีควบคุม โดยใช้น้ำเปล่า ผลที่ได้พบว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างต่ำที่สุดคือ กรรมวิธีที่ใช้ mancozeb (Sk)/ propiconazole + difenoconazole (Sp) เท่ากับ 2.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *T. Asperellum* 01-52 ชนิดเม็ด (Sk + Sp), *T. Asperellum* 01-52 ชนิดเม็ด (Sk) และ *T. Asperellum* CB-Pin-01 ชนิดเชื้อสด (Sk + Sp) เท่ากับ 2.96, 3.07 และ 3.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 6.21% แสดงให้เห็นว่าสารเคมีสามารถลดปริมาณการเกิดโรคเมล็ดด่างได้ดีกว่าชีวภัณฑ์ นอกจากการแช่เมล็ดแล้วยังมีการฉีดพ่น ที่ใช้ในการยับยั้งโรคเมล็ดด่าง โดย Kongcharoen *et al.* (2020) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชในการยับยั้งโรคเมล็ดด่าง ในสภาพแปลงปลูก โดยทำการฉีดพ่น 2 รอบ สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ azoxystrobin 25%SC (1 ml/ L), carbendazim 50%SC (0.6 ml/ L), difenoconazole 15% + propiconazole 15%EC (0.75 ml/ L), fluopyram 20% + tebuconazole 20%SC (1.2 ml/ L), flutriafol 12.5%SC (2 ml/L), mancozeb 80%WP (2 g/ L) และ thiophanate – methyl 70%WP (1 g/ L) โดยทำการฉีดพ่น 2 รอบ โดยรอบแรก คือ ช่วงระยะแตกกอ และ รอบที่ 2 คือ หลังจากทำการฉีดพ่นรอบแรก เป็นเวลา 4 วัน ผลจากการทดสอบพบว่า azoxystrobin 25%SC มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 29.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ fluopyram 20% + tebuconazole 20%SC, difenoconazole 15% + propiconazole 15%EC, flutriafol 12.5%SC, thiophanate – methyl 70%WP, mancozeb 80%WP และ carbendazim 50%SC เท่ากับ 32.5, 37.16, 42.16, 43, 46.75 และ 55.5 เปอร์เซ็นต์

จากการรายงานของ Goswami and Thind (2018) ที่ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชในการยับยั้งโรคเมล็ดด่าง โดยทดสอบกับข้าวพันธุ์ PR 116 ทดสอบด้วยการฉีดพ่น 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกอยู่ในระยะตั้งท้อง ส่วนครั้งที่สอง คือ หลังจากฉีดพ่นระยะแรก 10 วัน สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ ประกอบด้วย trifloxystrobin + tebuconazole 75%WG (25 + 50g a.i./ ha, 37.5 + 75g a.i./ ha และ 50 + 100g a.i./ ha), trifloxystrobin 50%WG (50g a.i./ ha), tebuconazole 250%EW (156.25g a.i./ ha), tricyclazole 75%WP (225g a.i./ ha) และ tilt 25%EC (125ml a.i./ ha) ผลจากการทดสอบ พบว่า trifloxystrobin + tebuconazole 75%WG (50 + 100g a.i./ ha) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งโรคเมล็ดด่างสูงที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่าง เท่ากับ 13.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ tilt 25%EC (125ml a.i./ ha), tebuconazole 250%EW (156.25 g a.i./ ha), trifloxystrobin + tebuconazole 75%WG (25 + 50g a.i./ ha), trifloxystrobin 50%WG (50g a.i./ ha), trifloxystrobin + tebuconazole 75%WG (37.5 + 75g a.i./ ha) และ tricyclazole 75%WP (225g a.i./ ha) โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 14.0 14.2 18.2 19.1

19.4 และ 21.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 29.4 เปอร์เซ็นต์

Table 2 Effects of fungicides against dirty panicle disease under greenhouse

Treatment	% disease incidence	
	RD43	RD57
propiconazole 25%EC	43.13±1.03^{b}	49.00±2.58^{cd}
carbendazim 50%SC	65.50±0.82^{c}	52.88±1.31^{cd}
fluopyram 20% + tebuconazole 20%SC	71.75±1.04^{cd}	45.63±4.21^{bcd}
trifloxystrobin 50%WG	70.23±5.36^{cd}	41.00±5.67^{abc}
propineb 70%WP	81.63±5.45^{de}	52.63±1.55^{cd}
tebuconazole 25% + trifloxystrobin 50%WG	24.5±2.45^{a}	40.50±3.24^{abc}
triforine 19%EC	24.13±6.56^{a}	41.00±6.65^{abc}
azoxystrobin 25%SC	20.75±5.36^{a}	34.38±4.21^{ab}
difenoconazole 15% + propiconazole 15%EC	24±4.26^{a}	40.44±6.18^{abc}
flutriafol 12.5%SC	23±3.67^{a}	41.13±6.17^{abc}
mancozeb 80%WP	28.13±5.39^{a}	28.25±2.02^{a}
thiophanate-methyl 70%WP	23.63±2.50^{a}	43.88±6.21^{bcd}
prochloraz 45%EC	24.13±3.07^{a}	47.50±3.11^{bcd}
water (control)	85.13±0.48^{e}	55±3.54^{d}

Means followed by the same letter in each fungicide do not significantly different at $p < 0.05$ when analyzed using Duncan's multiple range test of One-Way ANOVA

สรุป

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชทั้ง 13 ชนิด ในการควบคุมโรคเมล็ดด่าง โดยทำการทดสอบกับข้าว 2 สายพันธุ์ คือ กข43 และกข57 ด้วยวิธีการแช่เมล็ด พบว่าการแช่เมล็ดข้าวพันธุ์ กข43 ในสาร azoxystrobin 25%SC มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 20.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ flutriafol เท่ากับ 23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีค่า 85.13 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การแช่เมล็ดข้าวพันธุ์ กข57 สาร mancozeb มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 28.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ azoxystrobin เท่ากับ 34.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเมล็ดด่าง เท่ากับ 55 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

ธิดา เดชฮวบ. 2559. สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืช, พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท เอเชีย ดิจิตอล การพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

Charoenrak, P., Chamswarng, C. 2015. Application of *Trichoderma asperellum* fresh culture bioproduct as potential biological control agent of fungal disease to increase yield of rice (Oryza sativa L.). Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences 21: 67–85.

Charoenrak, P., Chamswarng, C. 2016. Efficacies of wettable pellet and fresh culture of *Trichoderma asperellum* biocontrol products in growth promoting and reducing dirty panicles of rice. Agri. Nat. Resour. 50: 243–249.

Dethoup, T., Kaewsalonga, N., Songkumorna, P., Jantasornb, A. 2018. Potential application of a marine-derived fungus, *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 against rice disease. Biol. Control 119: 1–6.

Garcia, P.C., Rivero, R.M., Ruiz, J.M., Romero, L. 2003. The role of fungicides in the physiology of higher plants: Implications for defense responses. The Botanical Review 69: 162.

Goswami, S. K., Thind, T.S. 2018. Efficacy of fungicides against grain discoloration of rice under natural conditions. Indian Phytopathology 71: 453–455.

Kongcharoen, N., Kaewsalong, N., Dethoup, T. 2020. Efficacy of fungicides in controlling rice blast and dirty panicle disease in Thailand. Sci. Rep-UK. 10: 16233.

Silodia, K., Bhale, M.S., Koutu.G.K. 2019. Efficacy of chemicals for the management of discolored seed from dirty panicle disease of rice. International Journal of Chemical Studies 7: 1119–1123.

Singh, S., Jangre, A. 2019. Efficacy of Evergol Xtend (Penflufen 154 + Trifloxystrobin 154 FS) as seed treatment against leaf blast and brown leaf spot disease in rice. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 8: 1413–1421.

Vasanthakumari, M. M., Shridhar, J., Madhura, R.J., et al. 2019. Role of endophytes in early seedling growth of plants: A test using systemic fungicide seed treatment. Plant Physiology Reports 24: 86–95.

Yang, C., Hamel, C., Vujanovic, V., Gan, Y. 2011. Fungicide: Mode of action and possible impact on nontarget microorganisms. ISRN Ecology 2011: 130289.

Zhang, Y., Dai, D.J., Wang, H.D., Zhange, C.Q. 2016. Management of benzimidazole fungicide resistance in eggplant brown rot (*Phomopsis vexans*) with pyraclostrobin. Phytoparasitica 44: 313–324.

Effects of papaya seed essential oil on the inhibition of *Aspergillus niger* and quality of rice seeds

Htet Thandar Oo[a], Wissanee Pola[a], Taweerat Vichitsoonthonkul[a], Lakha Salaipeth[a], Songsin Photchanachai[a,b,*]

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

[b]Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand.

*Corresponding author. E-mail address: songsin.pho@kmutt.ac.th, songsinp@yahoo.com

Abstract

The incidence of fungal contamination in rice seeds markedly affects the production of rice worldwide. In this study, the effects of papaya seed essential oil (PSEO) obtained by hydro-distillation on the growth of *Aspergillus niger* on rice seeds were investigated. Potato dextrose agar (PDA) was homogenously added with 0.025% and 0.05% PSEO, 0.015% carbendazim (positive control) and 0.166% dimethyl sulfoxide (DMSO). While the negative control used was PDA without treatments. In the subsequent experiment, the rice seeds were applied with the same treatments and inoculated with *A. niger* spore suspension. *In vitro* results showed that 0.05% PSEO was able to control mycelial growth completely similar to 0.015% carbendazim treatment. The germination percentage and germination index of the seeds treated with 0.05% PSEO have no significant difference to both negative and positive controls. Moreover, slightly increased the seed moisture content compared to the inoculated sample was recorded. These suggest that the PSEO could be an alternative from fungicide to apply on rice seeds before planting. However, should further study the quality of the seeds treated with PSEO during storage.

Keywords: Antifungal activity, *Aspergillus niger*, Papaya seed essential oil, Rice seeds

Introduction

Rice is the third-largest cereal crop globally, surpassed by corn and wheat (Javed and Ghafoor, 2013). It is one of the most important staple foods for more than half of the world's population (Muthayya et al., 2014) and impacts livelihood and the economy. Therefore, rice seeds play a vital role in rice production, but stored fungi contribute to quality losses such as seed rot, seed necrosis, reduction of germination capacity, and seedling damage (Amza, 2018). Fungal species that cause pre- and post-infections are *Aspergillus, Alternaria, Ceratobasidium, Fusarium, Penicillium,* and *Rhizopus*. A 56% seed infection with *A. niger*.

Predominantly, *Aspergillus* and *Penicillium* species are seed-stored fungi (Monajjem et al., 2014). Particularly, *Aspergillus niger* (black mold), a filamentous ascomycete with a fast-growing ability, has a pH tolerance (Perfect et al., 2009). These features enable to decay of various organic substances, including fruits, vegetables, nuts, grains, herbs, woods, and herbal drugs (Baker, 2006). *A. niger* rapidly decays seeds at an optimum temperature of 30–35°C. Hamim et al. (2014) Gopinath and Shetty (1988) found that *A. niger* affected the seed viability and germination in maize, tomato, eggplant, and other crops. To maintain good seed quality, various postharvest treatments are applied e.g., protectants, coating, modified atmosphere packaging, etc. (Probert et al., 2007). For controlling stored fungi, synthetic fungicides are often applied on the seeds before storage, but it has adverse effects on the environment because of its residues. Plant extracts and essential oils can be an alternative from chemical fungicide to control fungi (Ramaiah and Garampalli, 2015).

Previously, papaya seed extract has been applied in crops to prevent *Rhizopus stolonifer*, *Fusarium spp.*, and *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro (Rahmani and Aldebasi, 2016). Utrakon (2009) reported that PSEO extraction by hydrodistillation technique is more effective than the two solvents extraction (99% petroleum ether and 95% ethanol). Xiaowen et al. (2017) found that papaya seed essential oil (PSEO) showed a potential natural source of antifungal agents, and its constituent was benzyl isothiocyanate (BITC) (99.36%), benzaldehyde (0.33%), and benzyl nitrile (0.31%). The BITC is the primary volatile compound and has antifungal activity against plant parasitic fungi (Dufour et al., 2013). The agar plate dilution method maintained high fungal inhibitory activity over the incubation time than broth dilution method (Delespaul et al., 2011).

Thus, this research aimed to study the effects of PSEO on mycelium growth using dilution technique and determine the contamination of *A. niger* in rice seeds.

Materials and Methods

Rice seed

Rice seed cv. RD 41 was purchased from Banglen, Nakhon Pathom, Thailand. Contaminant and defected or unfilled seeds were manually separated and used for the experiment.

Fungal identification and isolation

Identification of fungal species was done by placing the seeds on the blotter paper and incubated for 5 days at ambient condition (28±2°C, 78±2% RH). The fungi were optically

observed under the microscope according to Ainsworth and Bisbys (1973). The mature spores of *A. niger* (major fungi found in rice seeds) were collected and grown on potato dextrose agar (PDA) (Himedia, Himedia Laboratories Pvt. Ltd., India) at 28°C for 72 hr. The fungi were maintained on PDA slants at 4°C and it was sub-cultured on PDA medium before use.

Determination of total fungal contamination

The seeds (100 seeds/ replication and 4 replications) were put on the blotter paper for external fungal contamination (ISTA, 2007). The infected seed was daily counted and recorded. The total fungal contamination (%) was calculated as (number of contaminated seeds / total number of seeds) × 100.

Preparation of PSEO

Papaya seeds were ground using a blender, and then 500 g was extracted using the hydro-distillation technique for 24 hr in modified clevenger equipment (model-UCC3360). The PSEO was kept in a test tube at -20°C in a dark condition. A stock solution and sterilization of the PSEO (1.5 ml) was dissolved with 50% (v/v) dimethyl sulfoxide (DMSO) for cultured medium preparation and rice seeds.

Experiment I Effect of PSEO on mycelial growth of A. niger in vitro

The tested medium was prepared by mixing PSEO with PDA (v/v) to obtain the final concentrations at 0.025 and 0.05%. The positive control treatments were the PDA mixed with 0.166% DMSO (v/v) and 0.015% carbendazim (v/v). While PDA without treatment was used as a negative control. After solidifying agar in the dish, the mycelial disk (5 mm diameter) of *A. niger* was placed on the dish' center. The samples were incubated in an incubator (model-IN55, Memmert, Bavaria, Germany) at 28°C and the colony diameter of the mycelium was measured daily for 7 days. The inhibition percentage was calculated as follows Equation 1:

$$\% \text{ Inhibition of mycelium growth} = [(A - B)/ A] \times 100 \quad (1)$$

A = colony diameter on PDA (control)
B = colony diameter of the tested medium

Experiment II Effects of PSEO on inhibition of A. niger contamination in rice seeds

Spore suspension of *A. niger* obtained from one-week-old fungi was diluted to the concentration of 10^6 spores ml^{-1} for using as an inoculum. The rice seeds were applied the same treatments as explained in Experiment I (except for 0.025% PSEO due to its low effect); subsequently, the 50 g treated rice seed sample was put in a polyethylene (PE) bag before mixing well with 1.5 ml the inoculum for 15 minutes. The seeds without inoculation were used as a negative control. There were 4 replicates per treatment. Inoculated samples were kept at room temperature (28±2°C) for 1 hr.

Moisture content determination

The samples (approximately 5 g) were weighed in aluminum cans, dried in a hot air oven (UM-500; Memmert, Bavaria, Germany) at 103°C for 17 hr and allowed to cool down in

a desiccator and re-weighed. The dry weight of samples was used for moisture content calculation, following which was expressed on a wet weight basis (ISTA, 2007).

Seed surface color

The surface color of rice seed was measured using a colorimeter (Chromameter CR-400, Konica Minolta, Inc., Japan) and expressed using CIELAB Color Reference System. The color measurement was done by putting the seeds in a petri dish, measuring it three times with rotation after each measurement (McDaniel et al., 2012). The values were expressed as L^* (brightness), a^* [green (-); red (+)] and b^* [blue (-); yellow (+)].

Percentage of seed germination (%G)

Germination test was conducted using the between paper method and the samples were placed in a room (28±2°C, 78 ± 2% RH). Classification of normal seedlings and un-germinated seeds were based on ISTA (2007) with few adjustments.

Germination index (GI)

The set up for GI was the same as the germination test. Normal seedlings were recorded every day until the final count as per ISTA (2007).

Statistical analysis

The samples were arranged in a completely randomized design with 4 replications per treatment. The data were subjected to the analysis of variance (ANOVA), and the significant differences between means were determined by Tukey's HSD at $P \leq 0.05$ using GLM procedures of SPSS Statistics (SPSS Inc. Released 2008. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago).

Results and Discussion

Experiment I Effect of PSEO on mycelial growth of A. niger in vitro

The antifungal effect of PSEO (0.025 and 0.05%) on the mycelial growth of *A. niger* in vitro is shown in Table 1. The complete inhibitory effect on mycelial growth was found in 0.05% PSEO and 0.015% carbendazim, which were significantly higher than the other treatments. At the low concentration of 0.025% PSEO the percentage of mycelial growth inhibition was 30.49% on the 7th day of incubation. The DMSO as a dissolving solution for PSEO showed a slight-inhibition percentage during the experiment. Utrakoon (2009) found that papaya seed extract using petroleum ether as a solvent exhibited lesser efficacy than PSEO. The PSEO at 0.05–0.1% had the highest antifungal activity against mycelium growth of *A. flavus* on PDA for 7 days compared to the PDA control treatment.

Xiaowen et al. (2017) also reported that 0.064% PSEO had an inhibitory effect against all the tested *Candida* strains, including *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. parapsilosis*, and *C. tropical.* It is also against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Gibberella moiliformis* (Azaiez et al., 2013). The inhibitory effect on mycelium growth of PSEO is caused by the presence of BITC. Xiaowen et al. (2017) found that *Hornungia petraea* essential oil containing the BITC had the efficacy to inhibit *A. fumigatus* and *C. albic*. It would mean that BITC is a key

compound showing inhibitory effect against fungal mycelium. Regarding the BITC chemical structure, it has a cyanate group which can react with biomolecules in a fungal cell, particularly the cell membrane and the organelles related to the respiratory pathway. This would cause disruption of the fungal growth or even cell death (Tian et al., 2011). In the essential oil its efficacy generally is affected based on the functional groups (alcohols, terpenes, ethers, and ketones) of the compounds (Sartorelli et al., 2006), and depend on the assay techniques (diffusion, dilution, fumigation and spraying) (Avila-Sosa et al.,2012).

Table 1 Inhibition effect of PSEO, carbendazim, and DMSO against the mycelial growth of *A. niger in vitro*[1]

Treatment	Mycelial growth inhibition (%)						
	Days						
	1	2	3	4	5	6	7
PDA	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{d}
0.015% carbendazim	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}
0.166% DMSO[2]	15.51^{c}	13.41^{c}	7.52^{c}	18.67^{c}	15.82^{c}	19.84^{c}	24.14^{c}
0.025% PSEO	41.36^{b}	25.03^{b}	35.43^{b}	36.15^{b}	30.79^{b}	28.38^{b}	30.49^{b}
0.05% PSEO	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}

[1]Means followed by the different letters within the column (a–d) per parameter are significantly different according to Tukey's significant difference test $p \leq 0.05$.

Experiment II Effects of PSEO on inhibition of A. niger contamination in rice seeds

Moisture content

Moisture content (MC) is the primary contributing factor in determining the kind of fungi that invade the seed and the degree to which they invade it. The inoculated with or without combination with treatments had higher MC than the control (Fig. 1A). The water caused the increase in MC in the spore suspension and the treatments. The MC in treated samples was about 17 - 19%, which was exceeded the safe level. Therefore, treated seeds have to be dried before storage or immediate use. It is well reported that MC exceeding a safe range may promote the fungal growth in the seeds (Peter, 2018). Thus, a specific method of application in every seed type should be done to maintain the recommendable MC during storage.

Inhibition of A. niger contamination in rice seeds

The inhibitory effect of PSEO on *A. niger* in the inoculated rice seeds was observed (Fig. 1B). The inoculated seeds without treatments showed the highest contamination percentage, followed by the inoculated + 0.16% DMSO treatment compared to the other treatments. In contrast, the inoculated + 0.05% PSEO sample had the lowest contamination percentage effectively the same as 0.015% carbendazim treatments. It indicates that 0.05% PSEO treatment can be an alternative treatment for rice seeds. Similarly, the 0.05% PSEO reduced the growth of *A. flavus* in corn seed during storage (Utrakoon, 2009). Additionally, 0.1% papaya seed extract by using *n*-pentane solvent reduced the postharvest disease of stored onion (Eampracha, 2015). The concentration of 30% and 50% of the fresh leaves, roots, and

seeds of *C. papaya* extracts also reduced the fungal inoculum load on the cowpea seeds to 19.20% and 5.20% at both strengths, respectively (Awurum and Enyiukwu, 2013). The inhibitory effect would correspond with the high BITC content in papaya plant organs.

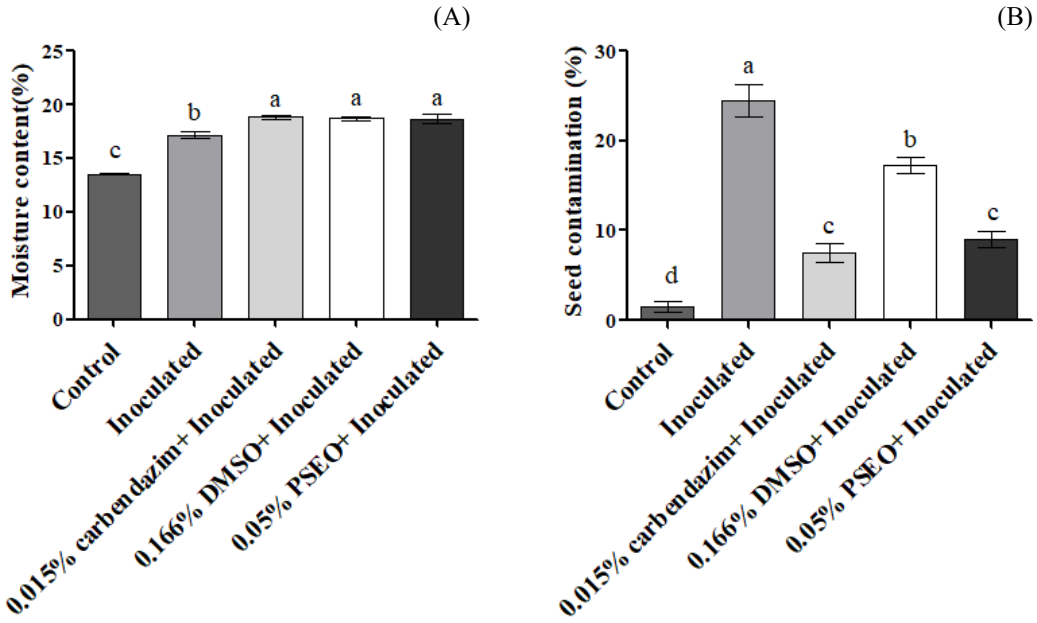


Fig. 1 Moisture content (%) (A) and infection (%) (B) of rice seeds without (control) and inoculated with *A. niger* and subsequently treated with papaya seed essential oil (PSEO), carbendazim, and DMSO

Surface color

The *L**, *a**, and *b** values indicated the lightness, redness, and yellowness of the rice seed surface color, respectively. The (*L**, *a**, and *b**) values of seed treated with inoculated fungus + 0.05% PSEO had no significant difference with the control and other treatments. This indicates that the application of PSEO does not influence the surface color of the rice husk (data is not shown).

Germination percentage and germination index

0.05% PSEO applied on rice seeds had no adverse effect on the germination percentage (%G), and it maintained a high %G same as control and carbendazim treatments (Fig. 3A). 0.166% DMSO and inoculated depicted an adverse effect, which significantly declined the %G to 84.75% and 72.75%, respectively. This means that PSEO effectively protects the seed from the contamination of *A. niger*, and it does not pose an adverse effect on the %G of rice seeds as in a similar carbendazim.

The treatments had significant differences in germination index (GI) (Fig. 3B). The inoculated + 0.05% PSEO (18.09 GI) provided a comparable GI with the control (18.86 GI) and inoculated + 0.01% carbendazim (17.22 GI), but significantly higher than the other treatments as inoculated (13.83 GI), and inoculated + 0.166% DMSO (16.24 GI). It showed that PSEO does not affect the GI of rice seeds and the GI was the same as control. The

inoculated sample had the lowest GI, and it confirming that non-treatments significantly reduced the GI might depend on infection of *A. niger*. Among the treatments, PSEO was the most effective, and it could be comparable GI with carbendazim. It is also found in corn seed that PSEO showed no adverse effect on seed vigour during storage Utrakoon et. al, 2009). This indicates that PSEO containing BITC does not affect to the rice seed quality and it could prevent infection of *A. niger* similar to carbendazim.

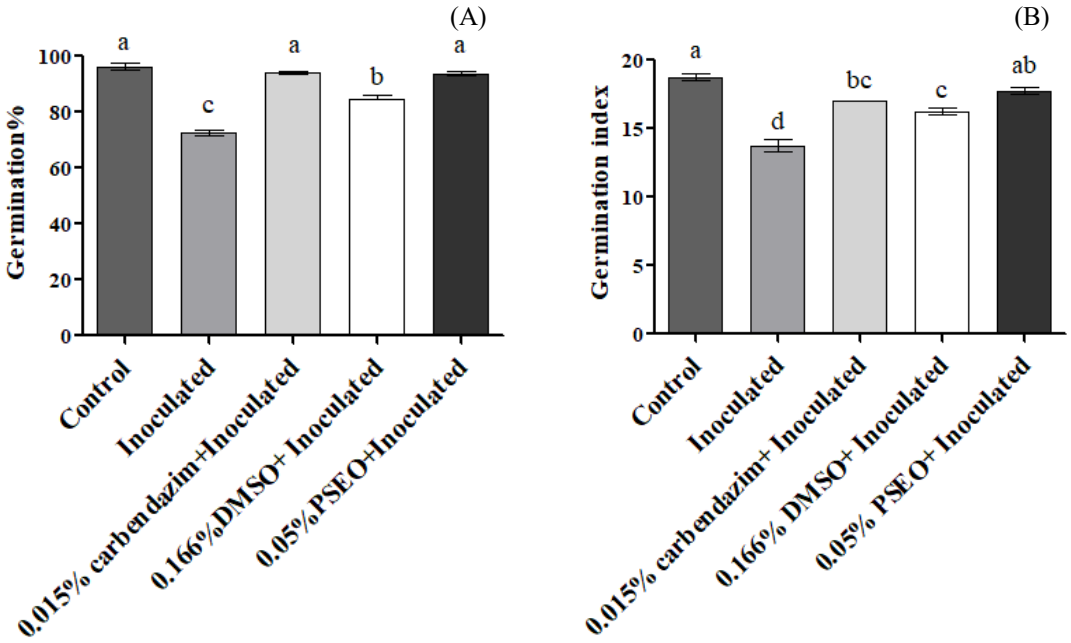


Fig. 2 Germination (%) (A), and Germination index (B) of rice seeds without treatment (control) and inoculated with *A. niger* and subsequently treated with papaya seed essential oil (PSEO), carbendazim, and DMSO.

Our findings suggest that PSEO is highly effective against *A. niger* on rice seeds as a prevention agent and a possible alternative to carbendazim. Moreover, it has no adverse effects to the seed surface colour, germination percentage, and vigour of rice. The use of agar plate method can exhibit the bioactivity itself. The PSEO could be a potential treatment for other crop seeds before sowing. For further investigation, the application of PSEO as a seed treatment before storage and its main constituent against *A. niger* will be studied.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgments

This work was financially supported by the Inter-multi intellectual Scholarship Program, King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT), Thailand.

References

Amza, J. 2018. Seed borne fungi; food spoilage, the negative impact and their management: A review. Food Science and Quality Management 81: 70–79.

Avila-Sosa, R., Palou, E., Munguía, M.T.J., Nevárez-Moorillón, G.V., Cruz, A.R.N., López-Malo, A., 2012. Antifungal activity by vapor contact of essential oilsadded to amaranth, chitosan, or starch edible films. Int. J. Food Microbiol. 153: 66–72.

Baker, S. 2006. *Aspergillus niger* genomics: Past, present and into the future. Med. Mycol. 44: 17–21. doi: 10.1080/13693780600921037.

Delespaul, Q., de Billerbeck, V.G., Roques, C.G., Michel, G., Marquier-Viñuales, C., Bessière, J.M. 2011. The Antifungal Activity of Essential Oils as Determined by Different Screening Methods. J. Essent. Oil Res. 12: 256–266.

Dufour, V., Stahl, M., Rosenfeld, E., Stintzi, A., Baysse, C., 2013. Insights into the mode of action of benzyl isothiocyanate on Campylobacter jejuni. Appl. Environ. Microbiol. 79: 6958–6968. doi: 10.1128/AEM.01967-13.

Hamim, I., Mohanto, D.C., Sarker, M.A., Ali, M.A. 2014. Effect of seed borne pathogens on germination of some vegetable seeds. J. Phytopathology and Pest Management. 1: 34–51.

The International Seed Testing Association (ISTA). 2007. International Rules for Seed Testing Edition. The International Seed Testing Association (ISTA). Switzerland.

Javed, I., Ghafoor, A. 2013. Determinants of rice export from Pakistan. In: Xu, J., Yasinzai, M., Lev, B. (Eds.). Proceedings of the Sixth International Conference on Management Science and Engineering Management. Lecture Notes in Electrical Engineering, Vol 185. Springer. London, UK. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4600-168.

Kazemi, M., Rostami, H. 2015. Chemical composition and biological activities of Iranian *Achillea wilhelmsii* L. essential oil: A high effectiveness against *Candida* spp. and *Escherichia* strains. Nat. Prod. Res. 29: 286–288. doi: 10.1080/14786419.2014.953949.

McDaniel, K.A., White, B.L., Dean. L.L., Sanders, T.H., Davis, J.P. 2012. Compositional and mechanical properties of peanuts roasted to equivalent colors using different time/temperature combinations. J. Food Sci. 77: 1293–1299. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.02979.

Monajjem, S., Ebrahim, Z., Farshid, G.F., Elias, S., Maryam, H.C., Maryam, K. 2014. Evaluation seed-born fungi of rice and that effect on seed quality. J. Plant Pathol. Microb. 5: 1000239. doi: 10.4172/2157-7471.1000239.

Muthayya, S., Sugimoto, J.D., Montgomery, S., Maberly, G.F. 2014. An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1324: 7–14. doi: 10.1111/nyas.12540.

Perfect, J.R., Cox, G.M., Lee J.Y., Chapman, S.W., Kauffman, C.A. 2009. The impact of the culture isolation of *Aspergillus s*pecies. A hospital-based survey of Aspergillosis. Clin. Infect. Dis. 33: 1824–1833. doi: 10.1086/323900.

Probert, R., Adams, J., Coneybeer, J., Crawford, A., Hay, F. 2007. Seed quality for conservation is critically affected by pre-storage factors. Australian J. Bot. 55: 326–335. doi: 10.1071/BT06046

Rahmani, A.H., Aldebasi, Y.H. 2016. Potential role of *Carica papaya* and their active constituents in the prevention and treatment of diseases. Int. J. Pharm. Pharm. Sci. 8: 11–15.

Ramaiah, A.K., Garampalli, R.K.H. 2015. *In vitro* antifungal activity of some plant extracts against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. Asian J. Plant Sci. 5: 22–27.

Tian, J., Ban, X., Zeng, H., He, J., Huang, B., Wang., Y. 2011. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cicuta virosa* L. var. latisecta Celak. Int. J. Food Microbiol. 45: 464–470.

Utrakoon, S., 2009. Control of *Aspergillus flavus* growth using for plant extracts and their influence on quality of sweet corn seeds during storage. M.Sc. thesis, School of Bioresources and Technology King Mongkut's University of Technology Thonburi. Bangkok, Thailand.

Xiaowen, H., Yinzheng, M., Guohui, Y., Jinyan, W., Limin, Z., Hong, G. 2017. Chemical composition and antifungal activity of *Carica Papaya* Linn. seeds essential oil against *Candida* spp. Lett. Appl. Microbiol. 64: 350–354. doi: 10.1111/lam.12711.

ปัจจัยการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก

Operating factors of rice combine harvester affecting the loss in paddy harvesting process

เสาวคนธ์ ดำเนิน, เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์*, สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต, ยุพดี ฟูประเสริฐ, รักศักดิ์ เสริมศักดิ์, ฉวัลย์ศักดิ์ เผ่าสังข์

Saowakon Dumnoen, Kriengkri Kaewtrakulpong*, Somphong Jedsadathumsathit, Yuphadee Fuprasert, Raksak Sermsak, Thawansak Phaosang

ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrkkk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัจจัยการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก จึงได้ทำการทดสอบภาคสนามเพื่อหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นบริเวณชุดหัวเกี่ยว และปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นบริเวณห้องลูกนวด โดยใช้การทดลองแบบ 2×3 แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ช่วงเวลาขณะปฏิบัติการเก็บเกี่ยว จำนวน 2 ระดับ คือ การปฏิบัติการในช่วงเช้าและในช่วงบ่าย กับระดับความเร็วของรถเกี่ยวนวดข้าว จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็วระดับช้า (3.4 กม./ชม.) ความเร็วระดับปานกลาง (5.6 กม./ชม.) และความเร็วระดับสูง (6.9 กม./ชม.) ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดของข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานในช่วงเช้าและในช่วงบ่ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.26 และร้อยละ 6.35 (เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกต่อไร่) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยด้านความเร็วขณะปฏิบัติงานมีผลทำให้ปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นบริเวณห้องลูกนวดมีความแตกต่างอย่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การสูญเสียที่ห้องลูกนวด, การสูญเสียที่หัวเกี่ยว, รถเกี่ยวนวดข้าว

Abstract

The operating factors of rice combine harvester affecting the loss in paddy rice harvesting process was studied. The field test of the rice combine harvester was done to check the quantity loss of paddy rice occurred during its working. The period for harvesting: morning, and afternoon; and working speed of combine harvester: slow (3.4 km/h), medium (5.6 km/h), fast (6.9 km/h) were used as two main factors which affected the amount of cutting loss and threshing loss. Then, the 2 x 3 factorial experiment in completely randomized design with four replications was conducted to check such losses. The result found that the total harvesting loss occurred during the combine operating in the morning and in the afternoon was 6.26% and 6.35%, respectively. In addition, the threshing loss was considerably affected by the working speed of the combine harvester at the $p < 0.05$ level.

Keywords: cutting loss, rice combine harvester, threshing loss

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและสร้างรายได้หลักเข้าสู่ประเทศไทย หากเกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตข้าวซึ่งมีอยู่หลายขั้นตอนก็จะส่งผลต่อความเสียหายทางเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก กระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและมีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยพบว่าในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวยังคงมีการสูญเสียข้าวเปลือกในปริมาณที่สูงอยู่ ประสูติและคณะ (2528) พบว่าเกิดการสูญเสียปริมาณข้าวเปลือกร้อยละ 3.8 ในขณะทำการเก็บเกี่ยวและเกิดการสูญเสียร้อยละ 4 ในกระบวนการนวดข้าว ต่อมาวินิต (2547) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสูญเสียของข้าวเปลือกขณะทำการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งพบว่าการสูญเสียจะขึ้นอยู่กับการปฏิบัติของผู้เก็บเกี่ยวข้าวเปลือกที่มักจะปรับเร่งความเร็วขณะทำเก็บเกี่ยวข้าวรวมทั้งการสูญเสียขณะทำการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวยังขึ้นอยู่กับขนาดของรูตะแกรงโยกในห้องลูกนวด ความเร็วรอบลูกนวด และอัตราการป้อนต้นข้าวเข้าสู่ห้องลูกนวด (สมชาย และวินิต, 2554) นอกจากนี้การปรับแต่งรอบการทำงานของเครื่องยนต์ที่ไม่เหมาะสมต่อสภาพของต้นข้าวที่มีความชื้นแตกต่างกันก็มีผลต่อปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการนวดและการคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกออกจากรวงข้าวภายในห้องลูกนวด (สมชาย และวารี, 2555) เนื่องด้วยค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเมล็ดข้าวเปลือกกับรวงข้าวจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของต้นข้าวในขณะทำการเก็บเกี่ยว (อดิศร และวินิต, 2559) อีกทั้งปริมาณความชื้นของต้นข้าวก็มีผลต่อความสูญเสียที่บริเวณชุดหัวเกี่ยวของรถเกี่ยวนวดข้าวด้วยเช่นกัน (ชัยยันต์ และวินิต, 2551)

เนื่องด้วยปัจจุบันการใช้รถเกี่ยวนวดข้าวได้รับความนิยมจากเกษตรกรและมีการใช้งานอย่างแพร่หลายไปทุกภูมิภาคของประเทศ ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการลดการสูญเสียข้าวเปลือกในขณะปฏิบัติการเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาโดยการทดสอบภาคสนามเพื่อทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าว รวมถึงศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกเชิงปริมาณ จึงได้กำหนดปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านช่วงเวลาขณะทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเช้าและช่วงบ่ายที่สภาวะอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน และปัจจัยทางด้านความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ระดับความเร็วในการขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าวที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลองที่ใช้ในการศึกษา

เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นที่ต้องการจะศึกษาให้ทราบถึงเฉพาะปัจจัยการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียข้าวเปลือกเชิงปริมาณ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบการเก็บเกี่ยวกับข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เพียงหนึ่งพันธุ์ ณ แปลงนาข้าว อ. บางกุ้ง จ. สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นข้าวเจ้าที่ไม่ไวต่อช่วงแสง

อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120–130 วัน ผลผลิตต่อพื้นที่ประมาณ 806 กก./ไร่ (บุญหงส์, 2553) และมีคุณภาพการสีที่ดี (กรมการข้าว, 2553)

สำหรับรถเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นรถเกี่ยวนวดข้าวแบบไทยประดิษฐ์ที่มีอายุการใช้งาน 10–15 ปี ใช้เครื่องยนต์ดีเซล จำนวนกระบอกสูบ 6 สูบ เป็นต้นกำลัง และมีขนาดกำลัง 235 แรงม้า (Fig. 1) โดยใช้การทดลองแบบ 2×3 แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (2×3 factorial experiment in CRD) โดยปัจจัยที่ 1 คือ ช่วงเวลาขณะทำการเก็บเกี่ยว จำนวน 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงเช้าและช่วงบ่าย และปัจจัยที่ 2 ได้แก่ ระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าว จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็วช้า (3.42 กม./ชม.) ความเร็วปานกลาง (5.6 กม./ชม.) ซึ่งเป็นระดับความเร็วแบบปกติที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ทำงานอยู่เป็นประจำและความเร็วสูง (6.9 กม./ชม.) โดยได้ดำเนินการทดสอบชุดปัจจัยละ 4 ซ้ำ

การทดสอบหาปริมาณการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก

ขณะดำเนินการทดลอง คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบภาคสนามเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และค่าระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดตามหลักการทดสอบเครื่องจักรกลการเกษตร (UN, 1995) เพื่อให้ทราบระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานแบบปกติที่เกษตรกรใช้งานอยู่จริง และกำหนดระดับความเร็วขณะปฏิบัติงานดังกล่าว เป็นความเร็วระดับปานกลางในการทดลอง จากนั้นได้ทดสอบและกำหนดความเร็วระดับสูงและระดับช้าของรถเกี่ยวนวดข้าวที่เป็นไปตามสถานการณ์การเก็บเกี่ยวแบบเร็วและแบบช้าตามที่เกษตรกรใช้ปฏิบัติงานจริงดังที่ได้ระบุเป็นค่าความเร็วไว้ในแผนการทดลองที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จากนั้นได้ดำเนินการทดสอบหาปริมาณข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก ดังนี้

การทดสอบหาปริมาณการสูญเสียก่อนเก็บเกี่ยว (Preharvest loss) ในแต่ละชุดปัจจัย คณะผู้วิจัยได้ใช้กรอบเก็บตัวอย่างขนาด 1×1 ตร.ม. ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อหาปริมาณข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นในแปลงก่อนทำการเก็บเกี่ยว โดยทำการสุ่มจำนวนชุดปัจจัยละ 4 ซ้ำ ทำการเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นในกรอบเก็บตัวอย่างในแต่ละซ้ำใส่ในถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง ทำการชั่งน้ำหนัก และวัดปริมาณความชื้นของตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกเพื่อคำนวณหาปริมาณข้าวเปลือกที่สูญเสียก่อนการเก็บเกี่ยว

การทดสอบหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากห้องลูกนวด (Threshing loss) ในการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดจากห้องลูกนวด คณะผู้วิจัยทดสอบขณะรถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงาน โดยใช้แผ่นพลาสติกขนาด 3×5 ตร.ม. รองรับชีวมวลทั้งหมดที่ถูกเป่าออกมาทางด้านหลังของห้องลูกนวดในขณะที่รถเกี่ยวนวดปฏิบัติงาน โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างชีวมวลดังกล่าว จำนวนชุดปัจจัยละ 4 ซ้ำ จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาทำการแยกและชั่งน้ำหนักหาปริมาณเมล็ดข้าวเปลือก ปริมาณฟางข้าว และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ที่ออกมาทางด้านหลังของรถเกี่ยวนวดข้าวเพื่อคำนวณปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากห้องลูกนวด

การทดสอบหาปริมาณการสูญเสียบริเวณชุดหัวเกี่ยว (Cutting loss) ภายหลังจากนำแผ่นพลาสติกออก คณะผู้วิจัยได้ใช้กรอบเก็บตัวอย่างมาทำการเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกที่ร่วงหล่นในแปลงขนาด 1×1 ตร.ม.

จำนวนชุดปัจจัยละ 4 ซ้ำ จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ชั่งน้ำหนัก และนำไปคำนวณหาปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นที่บริเวณชุดหัวเกี่ยวต่อไป

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลปริมาณการสูญเสียก่อนการเก็บเกี่ยว ข้อมูลปริมาณการสูญเสียที่ชุดหัวเกี่ยว และข้อมูลปริมาณการสูญเสียที่ห้องลูกนวดที่ได้จากการทดสอบภาคสนามด้วยแผนการทดลองแบบ 2×3 แฟกทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (2×3 Factorial Experiment in CRD) มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรมอาร์ (R Program) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณทางสถิติ



Fig. 1 The rice combine harvester used in the field test

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบหาปริมาณการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกด้วยรถเกี่ยวนวดข้าว

ขณะทำการทดสอบการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเช้าและในช่วงเวลาบ่ายดังแผนการทดลองที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่าเท่ากับ 79 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รวมทั้งพบว่าปริมาณการสูญเสียของข้าวเปลือกก่อนทำการเก็บเกี่ยวมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.5 เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกต่อไร่ โดยผลการทดสอบภาคสนามเพื่อหาปริมาณการสูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกด้วยรถเกี่ยวนวดข้าวได้แสดงไว้ใน Table 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

Table 1 Amount of paddy loss obtained from the field test of the rice combine harvester

	morning			afternoon		
	slow	medium	fast	slow	medium	fast
preharvest loss (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
cutting loss (%)	4.49	2.92	2.94	3.16	2.86	3.83
threshing loss (%)	1.75	2.05	3.13	2.05	2.42	3.23
Total (%)	6.74	5.48	6.57	5.71	5.79	7.56

ปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกจากชุดหัวเกี่ยว (Cutting Loss)

จากการทดสอบพบว่า ปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นบริเวณชุดหัวเกี่ยวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 3.45 (เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกต่อไร่) สำหรับการเก็บเกี่ยวในช่วงเช้า และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 3.28 สำหรับการเก็บเกี่ยวในช่วงบ่าย

ผลการทดสอบพบว่าความเร็วแบบปกติที่เกษตรกรนิยมใช้ในการปฏิบัติงานกันอยู่ทั่ว ๆ ไปซึ่งเป็นความเร็วระดับปานกลางตามที่ได้กำหนดไว้ในการศึกษาครั้งนี้จะทำให้เกิดปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกบริเวณชุดหัวเกี่ยวน้อยที่สุดทั้งในการเก็บเกี่ยวในช่วงเช้าและช่วงบ่าย คือ ร้อยละ 2.92 และร้อยละ 2.86 ตามลำดับ

หากทำการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงเช้าโดยใช้ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดในระดับที่ต่ำจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียบริเวณชุดหัวเกี่ยวที่มากที่สุด คือ ร้อยละ 4.49 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของวารี (2554) ที่ได้รายงานไว้ คือ พบการสูญเสียเมล็ดข้าวเปลือกมากที่สุดบริเวณชุดหัวเกี่ยว จากการใช้ความเร็วของรถเกี่ยวนวดข้าวในระดับช้า เนื่องด้วยเมื่อปฏิบัติงานในช่วงเช้าด้วยความเร็วระดับดังกล่าว จะทำให้ชุ่นวดบริเวณชุดหัวเกี่ยวเกิดแรงกระทบกันกับรวงข้าวที่ถูกหมุนเกี่ยวเข้ามาโดยล้อโน้ม ในขณะที่ใบมีดตัดยังไม่ได้ทำการตัดต้นข้าว จึงทำให้เมล็ดข้าวเปลือกถูกฟาดตีและร่วงหล่นเกิดเป็นความสูญเสียบริเวณชุดหัวเกี่ยว

สำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงบ่าย หากใช้ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดในระดับสูง จะส่งผลให้เกิดการสูญเสียบริเวณชุดหัวเกี่ยวที่มากที่สุด คือ ร้อยละ 3.83

ปริมาณการสูญเสียบริเวณห้องลูกนวด (Threshing Loss)

จากการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นบริเวณห้องลูกนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.31 (เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกต่อไร่) และร้อยละ 2.57 สำหรับการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเช้าและการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาบ่าย ตามลำดับ ซึ่งการเก็บเกี่ยวโดยใช้ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดในระดับต่ำ จะเกิดการสูญเสียบริเวณห้องลูกนวดที่น้อยที่สุดทั้งในการปฏิบัติงานในช่วงเช้าและช่วงบ่าย

ปริมาณการสูญเสียบริเวณห้องลูกนวดจะมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าวในระดับสูง โดยพบปริมาณการสูญเสียถึงร้อยละ 3.13 และร้อยละ 3.23 สำหรับการเก็บเกี่ยวในช่วงเช้าและช่วงบ่ายตามลำดับ เนื่องจากการใช้ความเร็วขณะปฏิบัติงานการเก็บเกี่ยวในระดับที่สูง จะทำให้รอบการทำงานและกำลังของเครื่องนวดข้าวสูงขึ้นตามไปด้วย โดยลักษณะการสูญเสียข้าวเปลือกขณะทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเช้าด้วยความเร็วขณะปฏิบัติงานที่สูงที่พบในขณะที่ทำการทดสอบนั้น จะพบปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้ถูกนวด (Unthreshed Paddy) และยังคงติดอยู่กับต้นข้าวถูกเป่าพ่นออกมาทางด้านหลังของห้องลูกนวดในสัดส่วนที่มากกว่าปริมาณเมล็ดข้าวที่ถูกนวด (Threshed Paddy) และหลุดออกจากขั้วเมล็ดแล้ว ในทางกลับกัน ขณะทำการเก็บเกี่ยวในช่วงบ่ายจะพบปริมาณเมล็ดข้าวที่ถูกนวดหลุดออกจากขั้วเมล็ดแล้วถูกเป่าพ่นออกมาด้านหลังของห้องลูกนวดในสัดส่วนที่มากกว่าปริมาณเมล็ดข้าวเปลือกที่ยังคงติดอยู่กับต้นข้าว ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของอดิศร และวินิต (2559) ที่รายงานไว้ว่า หากทำการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในช่วงบ่ายซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สภาวะอากาศมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่าในช่วงเช้า จะส่งผลให้ต้นข้าวขณะทำการเก็บเกี่ยวในช่วงบ่ายมีปริมาณความชื้นที่น้อยกว่า

ในช่วงเช้า ค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเมล็ดข้าวเปลือกกับขั้วเมล็ดของต้นข้าวในช่วงบ่ายจึงมีค่าน้อยกว่าในช่วงเช้า ส่งผลให้เมล็ดข้าวเปลือกหลุดจากขั้วเมล็ดได้ง่ายกว่าการเก็บเกี่ยวในช่วงเช้า

ปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก (Total Loss)

จากผลการทดสอบดังกล่าวข้างต้นทำให้สามารถคำนวณหาค่าปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมด (Total loss) ของข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวได้ โดยพบว่าปริมาณการสูญเสียรวมทั้งหมดของข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยวที่รถเกี่ยวนวดข้าวปฏิบัติงานในช่วงเช้าและในช่วงบ่ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.26 และร้อยละ 6.35 ตามลำดับ (เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกต่อไร่) ซึ่งได้แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าน้อยที่สุด และค่ามากที่สุดของปริมาณการสูญเสียรวม

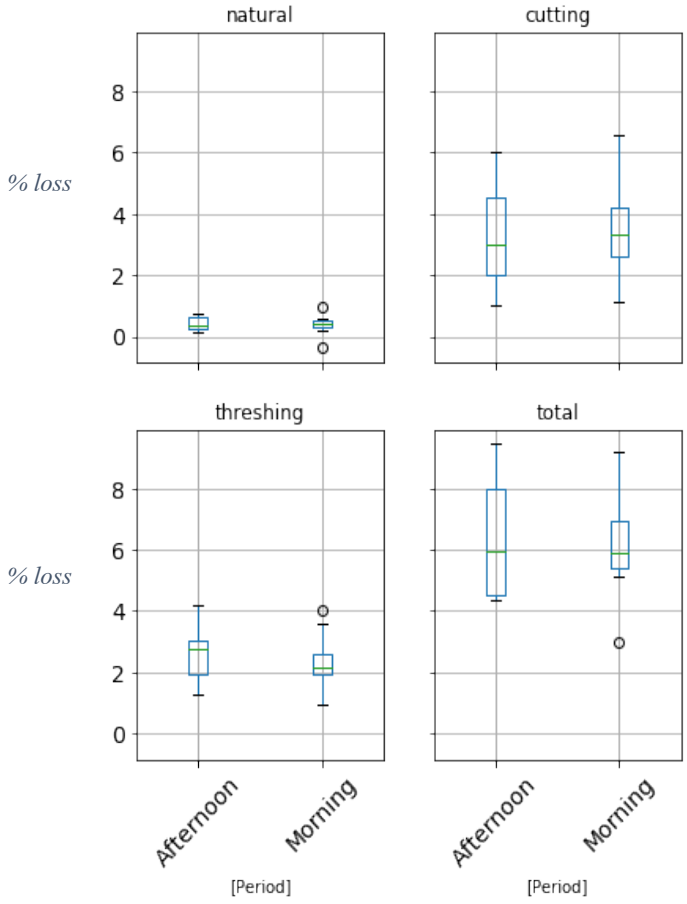


Fig. 2 Graph shows distribution of quantity loss with respect to period of harvesting

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกในกระบวนการเก็บเกี่ยว

จากการนำข้อมูลปริมาณการสูญเสียของข้าวเปลือกที่สูญเสียในกระบวนการเก็บเกี่ยว ที่ได้จากการทดสอบภาคสนามมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรมอาร์ (R Program) สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านความเร็ว

ขณะปฏิบัติงานมีผลทำให้ปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นบริเวณห้องลูกนวดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 2) ส่วนปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นจากชุดหัวเกี่ยวไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านช่วงเวลาขณะปฏิบัติการเก็บเกี่ยว และปัจจัยด้านความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าว

Table 2 ANOVA of threshing loss

Source of variation	df	Sum Square	F	*p*-value
Period	1	0.3955	0.8936	0.3570
Speed	2	7.0516	7.9769*	0.0033
Period x Speed	2	0.0781	0.0882	0.9159
Error	18	7.9660		

สรุปและวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาถึงปัจจัยการทำงานของรถเกี่ยวนวดข้าวที่มีผลต่อการสูญเสียเชิงปริมาณในกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก พบว่าปัจจัยด้านความเร็วขณะปฏิบัติงานตามที่ได้กำหนดความเร็วที่แตกต่างกันไว้ 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็วระดับช้า (3.42 กม./ชม.) ความเร็วระดับปกติ (5.6 กม./ชม.) และความเร็วระดับสูง (6.9 กม./ชม.) มีผลทำให้ปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นบริเวณห้องลูกนวดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดขึ้นจากชุดหัวเกี่ยวไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านช่วงเวลาขณะปฏิบัติการเก็บเกี่ยว และปัจจัยด้านความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถเกี่ยวนวดข้าว อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการทดสอบภาคสนามในช่วงระยะเวลาหนึ่งเดือนในเดือนกรกฎาคม จึงควรมีการศึกษาต่อไปเพื่อตรวจสอบเพิ่มเติมถึงปริมาณการสูญเสียข้าวเปลือกที่เกิดจากปัจจัยทางด้านช่วงเวลาขณะปฏิบัติการเก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาลผลิต เนื่องด้วยสภาพอากาศในแต่ละเดือนตลอดฤดูการผลิตมีความแตกต่างกัน

นอกจากนี้ยังพบว่าระดับความเร็วแบบปกติที่เกษตรกรใช้งานอยู่ทั่วไป คือ ประมาณ 5.6 กม./ชม. ถือว่าเป็นระดับความเร็วที่มีความเหมาะสมดีอยู่แล้วสำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในช่วงเช้า เนื่องด้วยระดับความเร็วดังกล่าวจะส่งผลให้เกิดปริมาณการสูญเสียรวมของข้าวเปลือกที่น้อยที่สุดคือร้อยละ 5.48 เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกต่อไร่ หากทำการเก็บเกี่ยวในช่วงบ่าย ควรควบคุมให้รถเกี่ยวนวดข้าวใช้ความเร็วขณะปฏิบัติงานในระดับต่ำประมาณ 3.42 กม./ชม. เพราะจะส่งผลให้เกิดปริมาณการสูญเสียรวมของข้าวเปลือกที่น้อยที่สุดคือประมาณร้อยละ 5.71 เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกต่อไร่

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดสุพรรณบุรี และเกษตรกรเจ้าของแปลงนาที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงทดสอบในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2553. การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชัยยันต์ จันทร์ศิริ, วินิต ชินสุวรรณ. 2551. พารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวสำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิจัย มข. 13: 613–620.

บุญหงส์ จงคิด. 2553. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประสูติ สิทธิสรวง, ไพฑูรย์ อุไรรงค์, กิติยา กิจควรดี. 2528. ความสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาในสภาพโรงเก็บของสถานีทดลองข้าว. ใน: รายงานผลการวิจัย ปี 2528. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 238.

วารี ศรีสอน, สมชาย ชวนอุดม, วินิต ชินสุวรรณ. 2554. ผลของความเร็วขับเคลื่อนและความชื้นของเมล็ดที่มีต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว. วิทยาศาสตร์เกษตร 42: 553–556.

วินิต ชินสุวรรณ. 2549. ปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสียจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทย. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการของสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สมชาย ชวนอุดม, วินิต ชินสุวรรณ. 2554. อิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ. วารสารวิจัย มข. 16: 252 – 260.

สมชาย ชวนอุดม, วารี ศรีสอน. 2555. ผลของรูปแบบการปรับมุมครีบวงเดือนของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากชุดนวดและกำลังงานในการนวดเมื่อนวดข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13. เชียงใหม่.

อดิศร โพธิกมล, วินิต ชินสุวรรณ. 2559. ผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อความสูญเสียเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เมื่อเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดข้าว. วารสารวิจัย มข. (บศ.). 16: 57 – 63.

United Nation. 1995. RNAM Test codes and procedures for farm machinery. Regional Network for Agricultural Machinery. United Nation. USA.

การแช่เมล็ดข้าวเปลือกด้วยราปฏิปักษ์ *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าว

Rice seed treatments with antagonistic fungus, *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 for controlling rice dirty panicle

ฐากูร แป้นแก้ว*, ธิดา เดชฮวบ

Thakoon Pankaew*, Tida dethoup

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: thakoon.pa@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรา *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าว ที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด ทำให้คุณภาพและปริมาณของผลผลิตลดลงในข้าวพันธุ์อ่อนแอ โดยวิธีการแช่เมล็ดข้าวก่อนปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน โดยนำเมล็ดข้าวพันธุ์กข43 และกข57 มาแช่ในสารละลายผงรา *T. tratensis* 0.1% 0.5% สารสกัดหยาบ 100 ppm และ 500 ppm แช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปลูกลงในกระถาง เมื่อข้าวอายุ 120 วัน เก็บเมล็ดข้าวมาประเมินการเกิดโรคเมล็ดด่าง พบว่าเมล็ดข้าวที่แช่ด้วยผงรา 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำที่ 39.98 ในข้าวพันธุ์กข43 ขณะที่พันธุ์กข57 เมล็ดที่แช่ด้วยผงรา 0.1% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด 27.38 ขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่แช่เมล็ดด้วยน้ำเปล่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 56.38 และ 58.00 ในข้าวพันธุ์กข43 และกข57 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 ในรูปแบบผงสามารถลดการเกิดโรคเมล็ดด่างของข้าวได้เมื่อใช้แบบแช่เมล็ดก่อนปลูก

คำสำคัญ: ชีวภัณฑ์, ราปฏิปักษ์, โรคข้าว, โรคเมล็ดด่าง

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of antagonistic fungus, *Taralomyces tratensis* KUFA 0091 in controlling rice dirty panicle caused by several plant pathogenic fungi resulted in decreasing the quantity and quality of rice product in susceptible rice varieties. The rice seeds var. RD43 and RD57 were soaked with dry powder at 0.1%, 0.5%, crude extract at concentrations of 100 ppm and 500 ppm of *T. tratensis* for 24 hr before planting under greenhouse conditions. When the rice aged 120 days, the rice seeds in each treatment were collected and examined the dirty panicle disease incidences. The results showed that rice seeds var. RD43 treated with 0.5% of dry powder of *T. tratensis* exhibited low disease incidence was 39.98%. Meanwhile, rice seeds var. RD57 treated with 0.1% of dry powder showed the lowest disease incidences was 27.38% whereas the control treatment displayed the disease incidences were 56.38% and 58.00% in rice var. RD43 and RD57, respectively. The results revealed that rice seeds treated with dry powder of *T. tratensis* KUFA 0091 effectively reduced rice dirty panicle incidence when used by seed treatments.

Keywords: antagonistic fungi, biocontrol agents, dirty panicle disease, rice disease

คำนำ

โรคเมล็ดด่างของข้าว (Dirty panicle) เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อราหลายชนิดได้แก่ *Alternaria padwickii*, *Curvularia lunata*, *Fusarium incarnatum* และ *Bipolaris oryzae* โดยจะเข้าทำลายในระยะออกรวง จนถึงระยะเก็บเกี่ยว อาการเมล็ดด่างจะปรากฏในระยะใกล้เก็บเกี่ยว ส่งผลให้ข้าวเมล็ดลีบและผลผลิตลดลง (Chamswarng and Kumchang, 2012) ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคหลายกลุ่ม เช่น triazole, strobilurin และ demethylation inhibitor fungicides (Mani et al., 2016) อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมี อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ สิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ และส่งเสริมให้เชื้อสาเหตุโรคมีความต้านทานมากขึ้น (Thind et al., 2012) ปัจจุบันมีการส่งเสริมการผลิตพืชอินทรีย์ จึงมีการค้นหาจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ สารควบคุมโรคพืชทางชีวภาพหรือสารสกัดจากพืช ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีต้นทุนในการผลิตต่ำ เพื่อเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการใช้แทนสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช มีรายงานว่าจุลินทรีย์ทางทะเลสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีฤทธิ์ต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคพืช และมีคุณสมบัติเป็นเชื้อปฏิปักษ์ที่สามารถควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าวได้ (Nicolopoulou-Stamati et al., 2016; Dethoup et al., 2018) จากการก่อนหน้าศึกษานี้ Dethoup et al. (2018) รายงานว่าราทะเล *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 มีคุณสมบัติเป็นราปฏิปักษ์สามารถควบคุมโรคเมล็ดด่างได้ เมื่อฉีดพ่น 2 ครั้งในช่วงออกรวง งานวิจัยในครั้งนี้จึงทำการทดสอบคุณสมบัติราปฏิปักษ์ของรา *T. tratensis* KUFA 0091 ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าวโดยวิธีแช่เมล็ด

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์ *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 ในรูปแบบผงและสารสกัดหยาบ ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าวในสภาพโรงเรือน โดยวิธีการแช่เมล็ดก่อนปลูก เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้ให้เหมาะสมในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าวและสามารถนำมาทดแทนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสปอร์แขวนลอยของราปฏิปักษ์ Talaromyces tratensis KUFA 0091

นำราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 มาเลี้ยงบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มไว้ 7 วันจากนั้นจึงนำมาเพิ่มปริมาณในอาหารเหลว potato dextrose broth (PDB) ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเทลงในข้าวสุกที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 300 กรัม ที่บรรจุอยู่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน จากนั้นล้างสปอร์ด้วยน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เตรียมเป็นสปอร์แขวนลอยโดยคำนวณความเข้มข้นของสปอร์ด้วย hematocytometer ปรับความเข้มข้นของสปอร์ราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 ให้ได้ความเข้มข้นที่ 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร

การสกัดสารสกัดหยาบของราปฏิปักษ์ Talaromyces tratensis KUFA 0091

นำราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 มาสกัดสารทุติยภูมิด้วย ethyl acetate ตามวิธีของ Dethoup et al. (2007) โดยนำข้าวที่มีราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 เจริญอยู่บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน ใส่ในขวด

โหลสี่เหลี่ยมขนาด 5 ลิตร สกัดสารจากราด้วยการเติม ethyl acetate แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน นำมากรองแยกเมล็ดข้าวสุกออก แล้วนำสารสกัด ethyl acetate ไประเหยด้วยเครื่อง rotary vacuum evaporator จนได้สารสกัดหยาบและนำสารสกัดหยาบ ethyl acetate ของราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคข้าว

การเตรียมราปฏิปักษ์ของ Talaromyces tratensis KUFA 0091 ในรูปแบบผง

นำข้าวที่มีราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 เจริญอยู่บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน มาอบด้วยเครื่อง hot air oven ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะแห้ง แล้วนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่น (High power blender) ให้ละเอียดจนได้เป็นผงของราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคข้าว

การทดสอบประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์ Talaromyces tratensis KUFA 0091 ในรูปแบบผงและสารสกัดหยาบ ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างในสภาพโรงเรือน

นำราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเมล็ดด่างในสภาพโรงเรือน ในรูปแบบสารสกัดหยาบและผง ทำการทดสอบกับข้าวพันธุ์กข43 และกข57 โดยการแช่เมล็ดข้าว 5 กรัม ด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ดังนี้ *T. tratensis* KUFA 0091 ในรูปแบบผงที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5%, สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm, fluopyram+tebuclonazole (positive control) ที่ความเข้มข้น 0.03 มิลลิลิตร และน้ำเปล่า (negative control) ปริมาณ 20 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นย้ายเมล็ดข้าวมาวางบนถ้วยเพาะพลาสติกขนาด 9 เซนติเมตร เป็นเวลา 14 วัน ก่อนย้ายมาปลูกลงกระถางขนาด 25 เซนติเมตร กรรมวิธีละ 4 กระถางๆ ละ 3 ต้น หลังจากข้าวออกดอกแล้ว 28–30 วัน เก็บเมล็ดในแต่ละกรรมวิธี สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวในจำนวนซ้ำของแต่ละกรรมวิธี รวมกรรมวิธีละ 200 เมล็ด นำเมล็ดข้าวมาตรวจสอบเพื่อประเมินการเกิดโรคในแต่ละเมล็ดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo บันทึกข้อมูลจำนวนเมล็ดที่เป็นโรคและนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (% disease incidence) ในแต่ละกรรมวิธี โดยคำนวณจาก Equation 1

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่เป็นโรค}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \times 100 \quad (1)$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบ one way analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics 23

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์ *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 ในรูปแบบผงและสารสกัดหยาบต่อการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าวโดยการแช่เมล็ด พบว่าในข้าวพันธุ์กข43 ที่แช่เมล็ดด้วยผงรา *T.*

tratensis KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 56.50 และ 39.88 ตามลำดับ ขณะที่เมล็ดข้าวที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบ *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 46.88 และ 49.50 ตามลำดับ ส่วนข้าวพันธุ์กข57 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ที่ 27.38 และ 29.00 เมื่อแช่เมล็ดด้วยผงรา *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5% ตามลำดับ ขณะที่แช่เมล็ดด้วยสารสกัดหยาบ *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 38.63 และ 42.00 ตามลำดับ ในการปลูกรอบแรกช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 - มกราคม พ.ศ. 2563

ขณะที่การปลูกรอบสองช่วงเดือนมกราคม - เมษายน พ.ศ. 2563 จากผลการทดลองพบว่า ในข้าวพันธุ์กข43 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ที่ 66.00 และ 41.63 เมื่อแช่เมล็ดด้วยผงรา *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5% ตามลำดับ ขณะที่แช่เมล็ดด้วยสารสกัดหยาบ *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 47.50 และ 51.88 ตามลำดับ ส่วนข้าวพันธุ์ กข57 ที่แช่เมล็ดด้วยผงรา *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 38.50 และ 41.31 ตามลำดับ ขณะที่เมล็ดข้าวที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบ *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 45.50 และ 45.88 ตามลำดับ (Table 1)

จากการทดลองทั้งสองรอบการปลูก พบว่า *T. tratensis* KUFA 0091 ในรูปแบบผงที่ความเข้มข้น 0.5% มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดการเกิดโรคเมล็ดด่าง รองลงมา คือ สารสกัดหยาบของ *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมในข้าวพันธุ์กข43 ในขณะที่ข้าวพันธุ์กข57 ที่แช่ด้วยผงรา *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5% มีประสิทธิภาพในการควบคุมเมล็ดด่างของข้าวได้ดีที่สุด รองลงมา คือ สารสกัดหยาบของ *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่า 50% (Fig. 1–2)

Table 1 Effects of seed treatments with *T. tratensis* KUFA0091 and fungicides against rice dirty panicle disease under greenhouse conditions.

Treatment	Disease Incidence (%)			
	RD43		RD57	
	Crop 1	Crop 2	Crop 1	Crop 2
Dried powder of *T. tratensis* KUFA 0091 at 0.1%	56.50±2.47^{d}	66.00±2.21^{d}	27.38±2.01^{a}	38.50±2.21^{a}
Dried powder of *T. tratensis* KUFA 0091 at 0.5%	39.88±1.34^{b}	41.63±2.25^{a}	29.00±0.61^{a}	41.38±1.02^{b}
Crude extracts of *T. tratensis* KUFA 0091 at 100 ppm	46.88±0.82^{c}	47.50±1.84^{b}	38.63±1.60^{b}	45.50±0.74^{c}
Crude extracts of *T. tratensis* KUFA 0091 at 500 ppm	49.50±1.41^{c}	51.88±2.38^{c}	42.00±0.71^{c}	45.88±1.54^{c}
Fluopyram + Tebuclonazole at 0.03 ml.	23.00±1.10^{a}	71.75±3.10^{e}	29.25±2.50^{a}	43.00±2.80^{bc}
Control	56.38±2.94^{d}	83.75±2.80^{f}	58.00±2.47^{d}	60.38±0.22^{d}

Means ± standard derivations followed by the same letter in each row do not significantly differ at $p < 0.05$, when analyzed using Duncan test of One-Way ANOVA

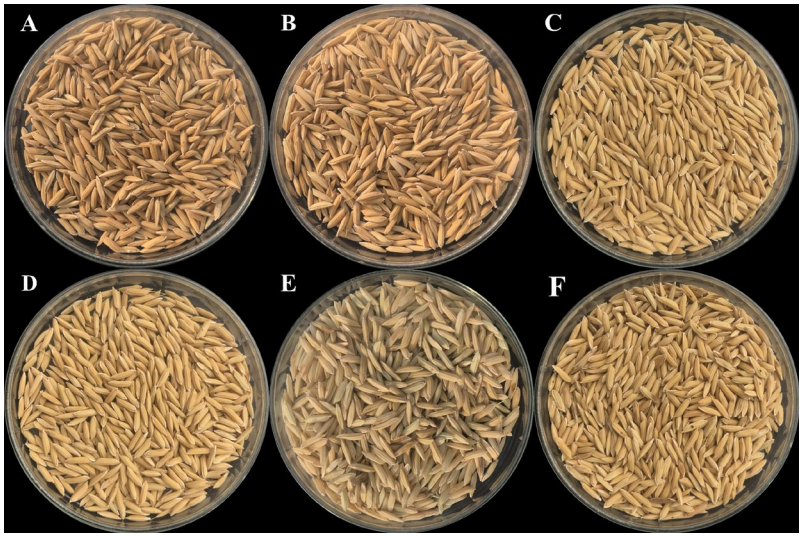


Fig. 1 Effects of seed treatments with *T. tratensis* KUFA0091 and fungicides in controlling dirty panicle disease in rice var. RD43. (A) Dried powder of *T. tratensis* KUFA 0091 at 0.1%; (B) Dried powder of T. tratensis KUFA 0091 at 0.5%; (C) Crude extracts of T. tratensis KUFA 0091 at 100 ppm; (D) Crude extracts of *T. tratensis* KUFA 0091 at 500 ppm; (E) Fluopyram + Tebuclonazole at 0.03 mL; (F) Control



Fig. 2 Effects of seed treatments with *T. tratensis* KUFA0091 and fungicides in controlling dirty panicle disease in rice var. RD57. (A) Dried powder of *T. tratensis* KUFA 0091 at 0.1%; (B) Dried powder of T. tratensis KUFA 0091 at 0.5%; (C) Crude extracts of T. tratensis KUFA 0091 at 100 ppm; (D) Crude extracts of *T. tratensis* KUFA 0091 at 500 ppm; (E) Fluopyram + Tebuclonazole at 0.03 mL; (F) Control

มีการรายงานก่อนหน้านี้ว่า *Talaromyces* spp. มีศักยภาพในการเป็นราปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิด โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ต่างๆ ได้แก่การผลิตสารปฏิชีวะนะ การชักนำให้พืชเกิดความต้านทาน

การเป็นปรสิต และการเจริญแข่งขันในด้านพื้นที่และสารอาหาร Yamigiwa et al. (2011) รายงานว่า *Talaromyces wortmanii* FS2 มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชตระกูลคะน้า และต้านทานต่อเชื้อ *Colletotrichum higginsianum* ได้ นอกจากนี้ Naraghi et al. (2012) ได้รายงานว่า *Talaromyces flavus* มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของฝ้ายและมันฝรั่ง และ Dethoup et al. (2015) ได้รายงานว่า สารสกัดหยาบของ *Talaromyces trachyspermus* (KUFA 0021) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria brassicicola, Colletotrichum capsici, Helminthosporium maydis, Pythium aphanidermatum, Rhizoctonia solani* และ *Sclerotium rolfsii* ด้วยค่า IC50 100–186 ppm และ IC50 807 ppm

จากการทดสอบประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์ *T. tratensis* KUFA 0091 ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคข้าว พบว่า *T. tratensis* มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนภรณ์ และธิดา (2560) ได้นำสารสกัดรา *T. tratensis* มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคด้วยวิธี Dilution plate พบว่าที่ความเข้มข้น 10,000 ppm สารสกัดหยาบของรา *T. tratensis* สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Phytophthora palmivora, Sclerotium rolfsii, Sclerotinia sclerotiorum, Pyricularia oryzae, Fusarium oxysporum* และ *Bipolaris oryzae* ได้ 52–100% ขณะที่ Chalearmsrimuang et al. (2019) รายงานผลจากการศึกษาประสิทธิภาพราที่ได้มาจากทะเลในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช ด้วยวิธี dilution plate พบว่าสารสกัดหยาบที่ได้จากราทะเลสกุล *Emericella*, *Myrothecium*, *Neocosmospora*, *Penicillium* และ *Talaromyces* มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ความเข้มข้นที่ 1,000 ppm

วีณัสยา (2560) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของราที่เจริญร่วมกับฟองน้ำทะเลในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *B. oryzae* พบว่าการฉีดพ่น spore suspension ของรา *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว รองลงมาคือสารสกัดหยาบของรา *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 5,000 และ 1,000 ppm Dethoup et al. (2018) ได้ทำการศึกษาศักยภาพของราทะเล *T. tratensis* KUFA ในการควบคุมโรคข้าว ด้วยวิธี dual culture พบว่า สารสกัดหยาบของ *T. tratensis* KUFA 0091 สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคข้าว ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm และยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *B. oryzae* ได้ 53% ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm ขณะที่ผลการทดลองในสภาพโรงเรือน พบว่า สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 5,000 ppm และ spore suspension ที่ความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิตร ของ *T. tratensis* KUFA 0091 สามารถลดการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลและโรคเมล็ดด่างของข้าวได้ 56.74 และ 60% ตามลำดับ นอกจากนี้ Eakjumnong *et al*. (2021) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของผงรา *T. tratensis* KUFA 0091 ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าวในสภาพแปลงปลูก พบว่า ผงรา *T. tratensis* KUFA0091 ที่ความเข้มข้น 10% สามารถลดการเกิดโรคได้ 50% ซึ่งมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการใช้สารเคมี difenoconazole + propiconazole

สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์ *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าว พบว่าเมล็ดข้าวทั้งสองสายพันธุ์ ที่แช่ด้วยผงรา *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 0.5% มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดการเกิดโรคเมล็ดด่าง พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 29.00–41.63 รองลงมา คือ สารสกัดหยาบของ *T. tratensis* KUFA 0091 ที่ความเข้มข้น 100 ppm พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 38.63–47.50

ซึ่งมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับการใช้สารเคมี จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารา *T. tratensis* KUFA 0091 มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าวได้ ซึ่งอาจจะมีการศึกษาพัฒนาต่อเพื่อพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์ควบคุมโรคพืชต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

ธนภรณ์ เฉลิมศรีเมือง, ธิดา เดชฮวบ. 2560. ศักยภาพของราที่เจริญร่วมกับฟองน้ำทะเลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช. ใน: รายงานการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13. ตรัง.

วีณัสยา เอกจำนงค์. 2560. ประสิทธิภาพของราที่เจริญร่วมกับฟองน้ำทะเลในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *Bipolaris oryzae*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Chalearmsrimuang, T., Ismail, S.I., Mazlan, N., Suasaard, S., Dethoup, T. 2019. Marine-derived fungi: A promising source of halo tolerant biological control agents against plant pathogenic fungi. J. Pure Appl. Microbio. 13: 209–223.

Chamswarng, C., Kumchang, T. 2012. Efficacy of wettable pellet bioproduct of *Trichoderma harzianum* strain 01-52 for reducing dirty panicle disease on rice under field conditions. Thai Phytopathology. 26: 69–80.

Dethoup, T., Kaewsalong, N., Songkumorn, P., Jantasorn, A. 2018. Potential application of a marine-derived fungus, *Talaromyces tratensis* KUFA 0091 against rice diseases. Biol. Control. 119: 1–6.

Dethoup, T., Kumla, D., Kijjoa, A. 2015. Mycocidal activity of crude extracts of marine-derived beneficial fungi against plant pathogenic fungi. Journal of Biopesticides 8: 107–115.

Dethoup, T., Manoch, L., Kijjoa, A., Pinto, M., Gales, L., Damas, A.M., Silva, A.M., Eaton, G., Herz, W. 2007. Merodrimanes and other constituents from *Talaromyces thailandiasis*. J. Nat. Prod. 70: 1200–1202.

Eakjamnong, W., Kaewsalong, N., Dethoup, T. 2020. Novel ready-to-use dry powder formulation of *Talaromyces tratensis* KUFA0091 to control dirty panicle disease in rice. Biol. Control. 152: 104454.

Mani, K.K., Hollier, C.A., Groth, D.E. 2016. Effect of planting date, fungicide timing and cultivar susceptibility on severity of narrow brown leaf spot and yield of rice. Crop Prot. 90: 186–190.

Naraghi, L., Heydari, A., Rezaee, S., Razavi, M., 2012. Biocontrol agent Talaromyces flavus stimulates the growth of cotton and potato. Journal of Plant Growth Regul. 31: 471–477.

Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., Hens, L. 2016. Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. Frontiers in Public Health. 4: 148.

Thind, H.S., Yadvinder, S., Bijay, S., Varinderpal, S., Sharma, S., Vashistha, M., Singh, G. 2012. Land application of rice husk ash, bagasse ash and coal fly ash: Effects on crop productivity and nutrient uptake in rice–wheat system on an alkaline loamy sand. Field Crops Res. 135: 137–144.

Yamigiwa, Y., Inagaki, Y., Ichinose, Y., Toyoda, K., Hyakumachi, M., Shiraishi, T., 2011. *Talaromyces wortmannii* FS2 emits *β*-caryphyllene, which promotes plant growth and induces resistance. Journal General of Plant Pathology. 77: 336–341.

การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราในการควบคุมเชื้อ *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคใบจุดของปทุมมา

Efficacy of fungicides for control *Colletotrichum* sp. causal agent of leaf spot disease in *Curcuma alismatifolia*

พัชรินทร์ เนียรวิชัย, อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช*

Patcharin Nianwichai, Udomsak Lertsuchatavanich*

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

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

บทคัดย่อ

ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) เป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งในการปลูกมักประสบปัญหาโรคใบจุดเข้าทำลายเสียหาย อาการโรคเกิดแผลจุดตรงกลางแผลมีสีเทาและมีจุดสีดำของ acervuli กระจายอยู่บนแผล ขอบแผลมีสีน้ำตาลเข้มและล้อมรอบด้วยขอบสีเหลือง ตัวอย่างโรคใบจุดนำมาศึกษาเชื้อสาเหตุและพิสูจน์โรคตามหลัก Koch's postulates ผลการจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่าเป็นเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดเชื้อราจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ mancozeb 80%WP อัตรา 40g/น้ำ 20L, carbendazim 50%SC อัตรา 30ml/น้ำ 20L, prochloraz 45%EC อัตรา 10ml/น้ำ 20L, tebuconazole 43%SC อัตรา 20ml/น้ำ 20L, pyraclostrobin 25%EC อัตรา 15ml/น้ำ 20L และ azoxystrobin 25%SC อัตรา10ml/น้ำ 20L ด้วยวิธี poisoned food technique บนอาหาร PDA เป็นเวลา 9 วัน ผลการทดลองพบว่า mancozeb, carbendazim, prochloraz, tebuconazole และ pyraclostrobin สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* sp.ได้ 100% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมยกเว้นสาร azoxystrobin ที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ 65.96 %

คำสำคัญ: ปทุมมา, โรคใบจุด, สารป้องกันกำจัดเชื้อรา

Abstract

Siam Tulip (*Curcuma alismatifolia*) is one of the important flowering plant of Thailand. Leaf spot disease is the serious problem during plantation. Symptoms of leaf spot are greyish white center having numerous black dots of acervuli are arranged on lesion. Beyond the greyish white portion, there is brown margin all around the spot, such spots further surrounded by yellow halo. The pathogen was isolated and morphological identified as *Colletotrichum* sp. using morphological assays. Pathogenicity test was proved by following Koch's postulates. Fungicides including mancozeb 80%WP 40g/20L, carbendazim 50%SC 30ml/20L, prochloraz 45%EC 10ml/20L, tebuconazole 43%SC 20ml/20L, pyraclostrobin 25%EC 15ml/20L and azoxystrobin 25%SC 10ml/20L were used in efficacy testing for control *Colletotrichum* sp. by poisoned food technique. The result revealed that mancozeb, carbendazim, prochloraz, tebuconazole and pyraclostrobin showed inhibited mycelia growth at 100% compared with control. While azoxystrobin had 65.96% of mycelia growth inhibition.

Keywords: fungicides, leaf spot disease, siam tulip

คำนำ

ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) เป็นไม้ดอกจัดอยู่ในพืชวงศ์ขิง Zingiberaceae (สุรวิช, 2537) นอกจากเป็นไม้ดอกปทุมมมายังสามารถใช้เป็นไม้กระถางหรือไม้ประดับได้ด้วย ปทุมมาเป็นไม้ดอกที่ได้รับความนิยมในหลายประเทศและมีการผลิตหัวพันธุ์เพื่อส่งออก โดยแหล่งผลิตหัวพันธุ์เพื่อการส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย (เกียมศักดิ์, 2549) ปัญหาโรคที่พบในการผลิตปทุมมา ได้แก่ โรคเหี่ยวหรือหัวเน่าจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* โรคใบจุดจากเชื้อรา *Acremonium* sp. *Phoma* sp. และ *Cercospora* sp. และโรครากปมจากไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* spp. เป็นต้น (นิยมรัฐ, 2544) ในการผลิตปทุมมาทั้งการขายเป็นหัวพันธุ์และเป็นไม้ตัดดอกนั้นจะเจอปัญหาโรคที่ระบาดที่สำคัญในช่วงฤดูฝน ได้แก่ โรคใบจุดที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ซึ่งเป็นเชื้อราใน Division Ascomycota มีลักษณะโดยทั่วไปคือ มีการสร้างเส้นใย (mycelium) ที่แตกกิ่งก้านและผนังกั้น มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยสร้างสปอร์หรือโคนิเดียภายใน fruiting body แบบ acervulus สามารถจำแนกได้ตามความจำเพาะเจาะจงต่อพืชร่วมกับลักษณะทางสัณฐาณวิทยา (Sutton, 1992)

การใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราเป็นแนวทางการควบคุมโรคที่สะดวกและเป็นวิธีการหนึ่งที่เกษตรกรนิยมใช้แต่สารป้องกันกำจัดเชื้อราแต่ละชนิดอาจมีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราที่แตกต่างกันตามกลไลการควบคุมและคุณสมบัติของสาร โดยสารที่นิยมใช้ในการควบคุมเชื้อ *Colletotrichum* sp. ได้แก่ mancozeb, carbendazim, prochloraz, tebuconazole pyraclostrobin และ azoxystrobin เป็นต้น (สมาคมอารักขาพืชไทย, 2543) การศึกษาครั้งนี้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราในการควบคุมเชื้อ *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคใบจุดของปทุมมาระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในตัดสินใจเลือกใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราในการควบคุมโรคระดับแปลงปลูกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การแยกเชื้อสาเหตุโรค

แยกเชื้อราสาเหตุโรคใบจุดจากใบปทุมมาที่เก็บมาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ ด้วยวิธี tissue transplanting technique โดยนำตัวอย่างใบปทุมมาที่เป็นแผลจุดมาตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 0.5×0.5 มิลลิเมตร ให้มีส่วนของใบที่เป็นโรคและไม่เป็นโรค แช่ในสารละลาย chlorox® 10% เป็นเวลา 5 นาที ล้างชิ้นส่วนพืชในน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว นำมาวางบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 5–7 วัน แล้วแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์ด้วยการแยกสปอร์เดี่ยว และเก็บเชื้อราไว้ในอาหารเอียง (slant agar) เพื่อใช้ศึกษาขั้นต่อไป

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา Colletotrichum sp. *สาเหตุโรคใบจุด*

ศึกษาสัณฐานวิทยาของเชื้อ *Colletotrichum* sp. ด้วยวิธี free-hand section อาการใบปทุมมาที่เป็นโรคทำสไลด์กึ่งถาวรและศึกษาสัณฐานวิทยาจากเชื้อบริสุทธิ์ที่เจริญบนอาหาร PDA โดยดูลักษณะสปอร์ โครงสร้างเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา Colletotrichum sp. *สาเหตุโรคใบจุด*

ทำการทดสอบด้วยวิธี detached leaf technique โดยเก็บใบปทุมมาที่ไม่เป็นโรค มาทำความสะอาดโดยผ่านน้ำไหลซับให้แห้ง เช็ดทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ 70% พันก้านด้วยสำลีชุบน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ วางใบลงในกล่องเก็บความชื้น ทำแผลด้วยเข็มฉีดยาที่บริเวณกลางเส้นใบ ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร เจาะเชื้อ *Colletotrichum* sp. บริสุทธิ์ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 5 วัน นำไปวางบนใบปทุมมาบริเวณที่ทำแผล บันทึกอาการโรคที่ปรากฏ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา Colletotrichum sp. ในห้องปฏิบัติการ

ทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราด้วยวิธี poisoned food technique โดยเตรียมอาหาร PDA ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราต่างๆ จำนวน 7 กรรมวิธี โดยแต่ละกรรมวิธีใช้สารตามอัตราแนะนำของสารป้องกันกำจัดเชื้อราแต่ละชนิด กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 mancozeb (Frac M03) 80%WP	อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 2 carbendazim (Frac 1) 50%SC	อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 3 prochloraz (Frac 3) 45%EC	อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 4 tebuconazole (Frac 3) 43%SC	อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 5 pyraclostrobin (Frac 11) 25%EC	อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 6 azoxystrobin (Frac 11) 25%SC	อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 7 น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control)	

ดูดสารป้องกันกำจัดเชื้อราแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมลงในอาหาร PDA ให้เข้ากัน แล้วเทใส่จานเลี้ยงเชื้อ หลังจากเทอาหารแล้ววางทิ้งไว้ 1 วันเพื่อให้ผิวหน้าอาหารแห้ง แล้วจึงใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร เจาะเชื้อ *Colletotrichum* sp.บริสุทธิ์ วางลงบนจุดศูนย์กลางของจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมอาหารไว้ บ่มที่อุณหภูมิห้อง

บันทึกการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่ระยะเวลา 3, 5, 7 และ 9 วัน โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (percent inhibition of radial growth; PIRG) จาก Equation 1

$$\frac{[\text{เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อของชุดควบคุม} - \text{เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อของแต่ละกรรมวิธี}] \times 100}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อของชุดควบคุม}} \quad (1)$$

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาลักษะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา Colletotrichum sp. *สาเหตุโรคใบจุด*

ผลจากการศึกษาจำแนกชนิดเชื้อสาเหตุจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาอ้างอิงตาม Sutton (1992) จำแนกได้เชื้อรา *Colletotrichum* sp. สอดคล้องกับรายงานของธารทิพย์ และคณะ (2548) ลักษณะสปอร์ (conidia) มีรูปร่างโค้ง คล้ายเคียว ปลายด้านหนึ่งแหลม ส่วนอีกด้านหนึ่งค่อนข้างมน มี 1 เซลล์ ไม่มีสี ผนังเรียบ สร้าง conidia ใน acervulus มี setae ลักษณะเป็นเส้นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ปลายเรียวแหลมเกิดปะปน และลักษณะโคโลนีที่เจริญบนอาหาร PDA เมื่อเชื้อยังอ่อนเส้นใยอ่อนมีสีขาวเทา ต่อมาค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีเทาและเทาแกมดำ เมื่อเชื้อเจริญเต็มที่ประมาณ 9 วัน เส้นใยเจริญหนาแน่น มีลักษณะเป็นวงซ้อนกันเป็นชั้น (concentric ring) ความชื้นสูงจึงเห็น conidia รวมกลุ่มเป็นหยดน้ำสีชมพูอมส้ม (Fig. 1)

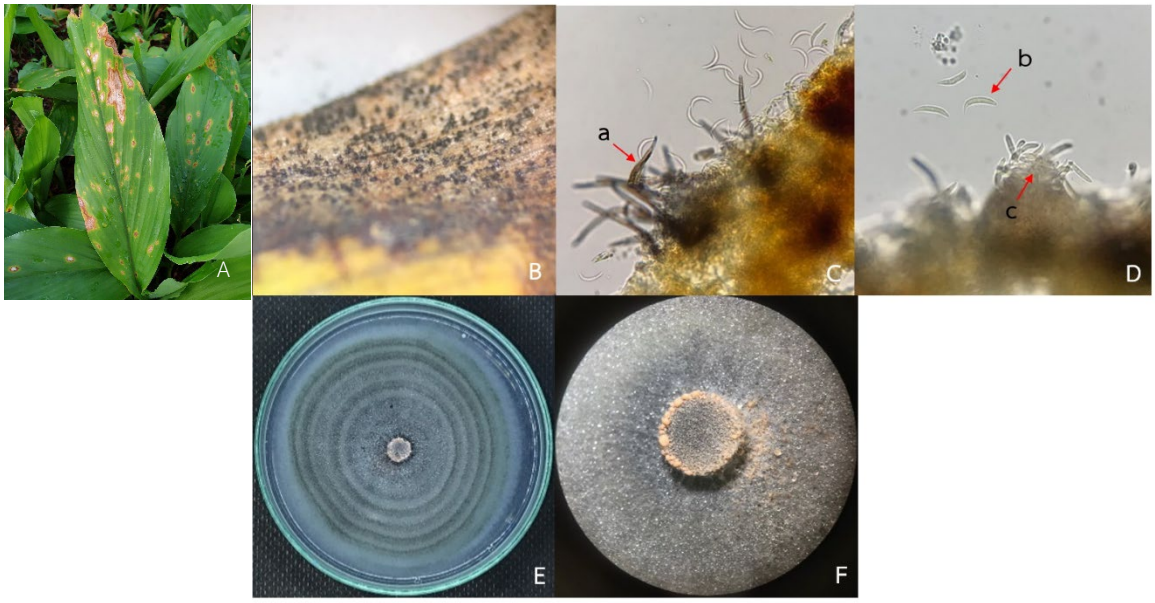


Fig. 1 Natural infection of leaf spot disease on *Curcuma alismatifolia* leaf (A), fruiting body: acervulus and setae (B), cross section (C and D) and *Colletotrichum* sp. colony on PDA at 9 days (E and F) a; setae, b; conidia and c; acervulus

การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อ Colletotrichum sp. *โรคใบจุด*

จากการทดสอบความสามารถในการก่อโรค โดยวิธี detached leaf พบว่า ที่ระยะเวลา 7 วันหลังปลูกเชื้อ *Colletotrichum* sp. บริเวณที่วาง mycelium plug เชื้อลงไป พบอาการแผลที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อ โดยแผลมีสีน้ำตาลเข้ม โดยเริ่มแสดงอาการที่ด้านใต้ใบก่อนต่อมาแผลจะขยายใหญ่ขึ้น (Fig. 2)



Fig. 2 Pathogenicity test on *Curcuma alismatifolia* leaf at 7 days after inoculation with *Colletotrichum* sp.

การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา Colletotrichum sp. ในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราในการยับยั้งการเจริญเชื้อรา *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคใบจุดของปทุมมาในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี poisoned food technique โดยสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่นำมาทดสอบ ได้แก่ mancozeb 80%WP (Frac M03) อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร, carbendazim 50%SC (Frac 1) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, prochloraz 45%EC (Frac 3) อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, tebuconazole 43%SC (Frac 3) อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, pyraclostrobin 25%EC (Frac 11) อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ azoxystrobin 25%SC (Frac 11) อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นเวลา 9 วัน พบว่าสารป้องกันกำจัดเชื้อรา mancozeb, carbendazim, prochloraz, tebuconazole และ pyraclostrobin ตามอัตราที่แนะนำมีประสิทธิภาพสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ได้ 100% (Table 1) โดยที่ mancozeb และ pyraclostrobin ไม่พบการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. บนอาหารและบน mycelium plug ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารทั้งสองชนิดสามารถกำจัดเชื้อรา *Colletotrichum* sp.ได้ ซึ่ง mancozeb อยู่ในกลุ่ม Frac M03 เป็นสารประเภทสัมผัส ที่มีกลไกยับยั้งเชื้อราหลายกลไก pyraclostrobin อยู่ในกลุ่ม Frac 11 เป็นสารประเภทดูดซึม มีกลไกยับยั้งการหายใจของเชื้อรา ส่วนสาร carbendazim prochloraz และ tebuconazole ไม่พบการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum* sp. บนผิวหน้าของอาหารแต่พบการเจริญบน mycelium plug แสดงให้เห็นว่าสารทั้งสามชนิดนี้ไม่สามารถกำจัดเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ได้ เพียงแต่สามารถยับยั้งการเจริญได้เท่านั้น โดย carbendazim อยู่ในกลุ่ม Frac 1 เป็นสารประเภทดูดซึม มีกลไกยับยั้งการแบ่งเซลล์ของเชื้อรา prochloraz และ tebuconazole อยู่ในกลุ่ม Frac 3 เป็นสารประเภทดูดซึม มีกลไกยับยั้งการสังเคราะห์เสตอรอลในเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อรา ส่วนสาร azoxystrobin นั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ *Colletotrichum* sp. ได้น้อยที่สุด โดยยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่ 3 5 7 และ 9 วัน ได้ 65.71 78.26 69.85 และ 65.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) โดย azoxystrobin อยู่ในกลุ่ม Frac 11 แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *Colletotrichum* sp. นั้นมีความสามารถในการต้านทานต่อ azoxystrobin (Fig.3) สอดคล้องกับรายงานของ อุดมศักดิ์ และคณะ (2562) ที่พบว่าเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงมีความต้านทานต่อสาร azoxystrobin ซึ่งเป็นสารที่มีความเสี่ยงต่อการทำให้เชื้อโรคดื้อยาสูง (อุดมศักดิ์, 2563) ผลการทดลองนี้จะนำไปสู่คำแนะนำเบื้องต้นในการเลือกใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชให้มีประสิทธิภาพและลดปัญหาการดื้อยาของเชื้อโรค

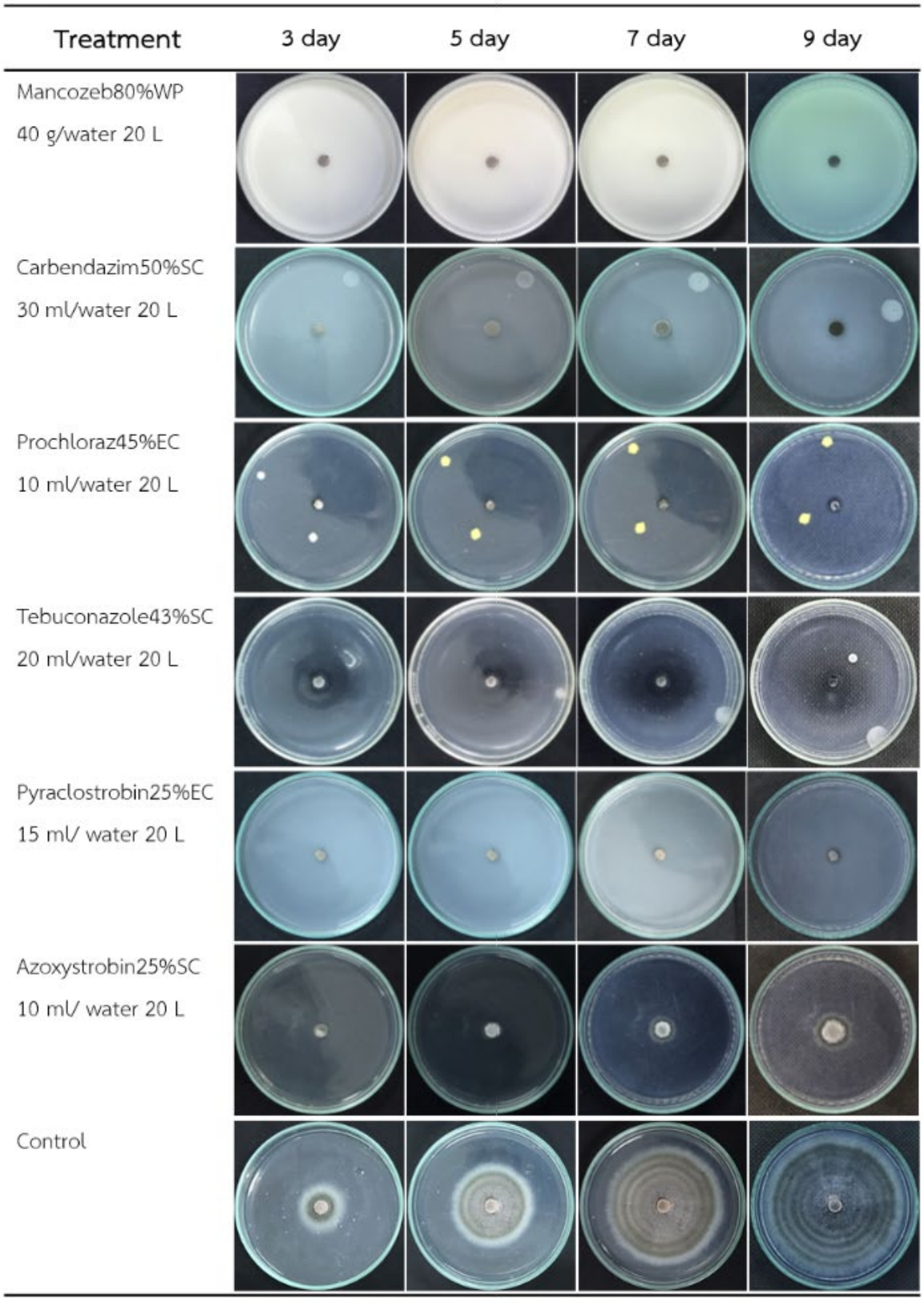


Fig. 3 *In vitro* efficacy testing of fungicides for control *Colletotrichum* sp. at 3, 5, 7 and 9 days incubation

Table 1 Effects of fungicides for control mycelia growth of *Colletotrichum* sp. by poisoned food technique

Treatment	Colony diameter (cm.)[1/]				% Inhibition[2/]			
	3 day	5 day	7 day	9 day	3 day	5 day	7 day	9 day
Mancozeb 80%WP 40 g/ 20 L	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	100.0	100.0	100.0	100.0
Carbendazim 50%SC 30 ml/ 20 L	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	100.0	100.0	100.0	100.0
Prochloraz 45%EC 10 ml/ 20 L	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	100.0	100.0	100.0	100.0
Tebuconazole 43%SC 20 ml/ 20 L	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	100.0	100.0	100.0	100.0
Pyraclostrobin 25%EC 15 ml/ 20 L	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	100.0	100.0	100.0	100.0
Azoxystrobin 25%SC 10 ml/ 20 L	0.97 b	1.57 b	2.33 b	3.35 b	65.71	78.26	69.85	65.96
Control	2.77 a	4.83 a	6.67 a	8.93 a	0	0	0	0
CV (%)	12.10	15.56	18.40	12.67	-	-	-	-

[1/] Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

[2/] Means from 3 replications.

สรุป

ผลการศึกษาจำแนกชนิดเชื้อสาเหตุโรคใบจุดของปทุมมาโดยการศึกษาลักษณะทางสัณฐาณวิทยาจำแนกได้เชื้อรา *Colletotrichum* sp. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราในการยับยั้งการเจริญเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี poisoned food technique ปรากฏว่า สารป้องกันกำจัดเชื้อรา mancozeb, carbendazim, prochloraz, tebuconazole และ pyraclostrobin มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. โดยที่ mancozeb และ pyraclostrobin สามารถฆ่าเชื้อราสาเหตุโรคได้ ส่วน carbendazim, prochloraz และ tebuconazole นั้นเพียงแต่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใย และ azoxystrobin มีประสิทธิภาพในการยับยั้งน้อยที่สุด ซึ่งจากผลการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา สามารถนำไปแนวทางในการเลือกใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและหลีกเลี่ยงปัญหาเชื้อดื้อยา

เอกสารอ้างอิง

เกียมศักดิ์ คำแปง. 2549. ปทุมมาและกระเจียว. ใน: มูลนิธิโครงการหลวง และสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). คู่มือการผลิตไม้ตัดดอกและไม้ตัดใบ. สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 126.

สมาคมอารักขาพืชไทย. 2543. คู่มือการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. สมาคมอารักขาพืชไทย, กรุงเทพ.

ธารทิพย ภาสบุตร, กรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์, ธนิตย์ ปล่องบรรจง. 2548. รวบรวมและจำแนกชนิดเชื้อราสกุล *Colletotrichum* สาเหตุโรคใบจุดของไม้ผลและพืชเศรษฐกิจ. รายงานผลงานวิจัยกลุ่มงานวิทยาไมโค, กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 894–909.

นิยมรัฐ ไตรศรี. 2544. กลุ่มวิจัยโรคพืชผักไม้ดอกและไม้ประดับ. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2537. ปทุมมาและกระเจียว. ไม้ตัดดอกเขตร้อน กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร.

อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช. 2563. รู้ทันโรคพืช. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพ.

อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช วีระศักดิ์ ลิขิตมั่นชัย, เทพชัย เทพช่วยสุข. 2562. ประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อราในการควบคุมเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 14. เพชรบุรี.

Sutton, B.C. 1992. The Genus Glomerella and its anamorph Colletotrichum In: Bailey J.A., Jeger, M.J (Eds.). Colletotrichum: Biology, Pathology and Control. CAB International. Oxford, UK.

ผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืชสกุลเสาวรส

Effect of acute gamma irradiation on germination rate of passion fruit seeds

คชาฤทธิ์ ปราบพาล[a]*, คมกฤษณ์ แสงเงิน[a], อนันต์ พิริยะภัทรกิจ[b], ณัฐพงค์ จันจุฬา[b]

Kacharit Prabpal[a]*, Komgrit Saengngoen[a], Anan Piriyaphattarakit[b], Nattapong Chanchula[b]

[a]สาขาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

[b]ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เทคโนธานี ปทุมธานี 10220

[a]Agricultural Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani 13180, Thailand.

[b]Expert Center of Innovative Agriculture (InnoAg), Thailand institute of Science and Technological Research, Technopolis, Pathum Thani 10220, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: kacharit.plab@vru.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาการตอบสนองต่อรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันในพืชสกุลเสาวรส โดยใช้พืชสกุลเสาวรส 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สุคนธรส เสาวรสเหลือง และเสาวรสม่วง วางแผนการทดลองแบบ Factorial in complete randomized design (CRD) จำนวน 18 Treatment 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 เมล็ด นำไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ100 เกรย์ พบว่า ในระยะเวลา 3 และ 7 วัน เสาวรสเหลืองที่ได้รับปริมาณรังสี 60 เกรย์ มีอัตราการงอกสูงสุดเท่ากับ 10 และ 34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับสุคนธรสและเสาวรสม่วงที่มีอัตราการงอกน้อยกว่าและระยะเวลาที่ 14 วัน เสาวรสม่วงในชุดควบคุมมีอัตราการงอกสูงสุด เท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพืชสกุลเสาวรส 3 สายพันธุ์ พบว่า เสาวรสม่วงกับเสาวรสเหลืองในชุดควบคุมและที่ได้รับปริมาณรังสี 60 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์ การงอกสูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ หลังเพาะเมล็ดเป็นเวลา 14 วัน

คำสำคัญ: การฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน, เปอร์เซ็นต์การงอก

Abstract

To study the acute response to gamma radiation in passion fruit plants. By using the genus of passion fruit 3 species, which are giant granadilla, yellow maracuja and purple maracuja planned a Factorial in complete randomized design (CRD) trial of 18 Treatment 4 repeats of 25 seeds each. Acute gamma irradiation at radiation dose levels 0 20 40 60 80 and 100 Gray (Gy). The results showed that seed germination period of 3 and 7 days, yellow passion fruit was exposed to 60 Gy with the highest germination rate of 10 and 34 %. The difference was statistically significant with the less germination rate of aromatic and purple passion fruit and at 14 days, the purple passion fruit in the control had the highest germination rate of 88 %. The percentage of seed germination of three strains of passion fruit was found that purple passion fruit with yellow passion fruit in the control suit and that receives a radiation dose of 60 Gy germination is as high as 100 percent after Seeding for 14 days.

Keywords: acute gamma irradiation, germination

คำนำ

พืชในสกุล *Passiflora* มีประมาณ 60 ชนิดที่สามารถรับประทานผลได้ แต่ที่เป็นที่รู้จักและมีความสำคัญจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เสาวรส (passion fruit หรือ maracuja) มีลักษณะสีผล 2 แบบ คือ เสาวรสสีม่วง ชื่อสามัญคือ purple maracuja (*Passiflora edulis* Sims.) และเสาวรสสีเหลือง ชื่อสามัญคือ yellow maracuja (*P. edulis* f. *flavicarpa*) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดที่ประเทศบราซิล และสุคนธรส ชื่อสามัญคือ giant granadilla (*P. quadrangularis*) มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศในประชาคมแอนดีส (Andean Countries) และ winged-stem passiflora (*P. alata*) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในที่ราบสูงบราซิล (มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2559) เสาวรสเป็นไม้ผลประเภทเถาเลื้อยมีอายุหลายปี ลำต้นเป็นเถาสีเขียวข้างในกลวง ใบมีสี เขียวเข้มหรือเขียวแซมแดงม่วงขึ้นอยู่กับแต่ละชนิดของพันธุ์เสาวรส ใบจริงโดยทั่วไปเป็นใบเดี่ยวมี 3 แฉกบ้าง แต่ใบจริงในขณะที่เป็นต้นกล้าจะเป็นรูปไข่ไม่มีแฉก ตามขอบใบจะมีหยักละเอียดโดยรอบ มีมือจับหรือ หนวดอยู่ตามข้อม้วนขดเป็นวง ซึ่งเมล็ดจะมีรกเป็นเยื่อเมือก สีเหลืองหรือสีส้ม ลักษณะเหนียวข้นและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวห่อหุ้มอยู่ในรอบ เยื่อหุ้มเมล็ดหรือรก มีความเป็นกรดสูงสามารถรับประทานสดหรือใช้ผสมทำเป็นอาหารและเครื่องดื่มได้ (มาริษา, 2557) สุคนธรส (*P. quadrangularis* L.) เป็นพืชสกุลเดียวกับเสาวรส มีขนาดผลใหญ่ที่สุดในบรรดากะทกรก (เสาวรส) ทั้งหลาย เป็นต้น ซึ่งลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสุคนธรส เป็นไม้เถาเลื้อย มีมือเกาะ ลำต้นเป็นเหลี่ยม มีปีกแคบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่ โคนใบสอบหรือหยักเว้า ปลายใบแหลมเป็นติ่ง ขอบใบเรียบ ที่ก้านใบมีต่อมใบ ดกหนา เป็นมันสีเขียวแก่ ดอกเดี่ยว ออกตามซอกใบ ผล เป็นผลสด ขนาดใหญ่ ยาวได้ถึง 30 เซนติเมตร รูปทรงกระบอกแกมรี หรือรูปไข่ สีเขียวอ่อน เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อแก่ (ภัทราพร, 2551)

ปัจจุบันในประเทศไทยมีสายพันธุ์เสาวรส (*Passiflora*) ที่ปลูกกันมาก คือ สายพันธุ์ผลสีม่วง สายพันธุ์ผลสีเหลือง พันธุ์ลูกผสม และ สุคนธรสที่มีผลใหญ่สุดในบรรดาพืชสกุลเสาวรส ปัญหาในปัจจุบันเกษตรกรนิยมเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ปลูกในรุ่นถัดไปซึ่งการเก็บเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรบางครั้งทำให้ฐานพันธุกรรมแคบซึ่งมีผลต่อความสม่ำเสมอของการให้ผลผลิตและความแข็งแรงของต้นพืชสกุลเสาวรส ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์พืชสกุลเสาวรส เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของพืช จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาสายพันธุ์พืชสกุลเสาวรส โดยใช้รังสีแกมมามักจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถคาดเดาการเปลี่ยนแปลงอาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะทางฟีโนไทป์(phenotype) ต่างๆ ซึ่งส่งผลให้มีฐานพันธุกรรมที่กว้างขึ้นได้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์พืชสกุลเสาวรส การนำรังสีแกมมาซึ่งเป็นรังสีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช และสามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ เพื่อเกิดลักษณะใหม่ๆที่แตกต่างไปจากเดิม และเพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการอีกด้วย รังสีแกมมามีการนำมาใช้ประโยชน์ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในระดับยีน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดีเอ็นเอหรือทำให้เกิดการขาดของโครโมโซม ดังนั้นเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมจะทำให้เกิดหน่วยพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งรังสีมีผลต่อการเจริญของ เซลล์และเนื้อเยื่อ ซึ่งแสดงออกทางลักษณะสัณฐานของพืชด้วย (ธนพร, 2560) การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาขั้นต้นเพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อระยะเวลาในการงอกและเปอร์เซ็นต์ในการงอกของเมล็ดพืชสกุลเสาวรสที่แสดงออกหลังจากการฉายรังสีแกมมาในระดับรังสีที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดพันธุ์พืชสกุลเสาวรสที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้มาจากศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยเริ่มจากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ตามวิธีมาตรฐาน จากนั้นจึงได้เมล็ดพันธุ์พืชสกุลเสาวรส 3 สายพันธุ์คือ สุคนธรส เสาวรสเหลือง และเสาวรสม่วง โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in complete randomized design (CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ 1. ชนิดของพืชสกุลเสาวรส 3 ชนิดคือ สุคนธรส เสาวรสเหลือง และเสาวรสม่วง 2. ปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน 6 ระดับคือ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ สำหรับการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 เมล็ด จำนวน 18 ทรีตเมนต์ นำไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับปริมาณรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ100 เกรย์ ณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านฉายรังสีแกมมา ทดสอบการงอกของเมล็ดในวัสดุเพาะเมล็ด (ทราย) เพาะลงในภาชนะแบบปิด ด้วยขวด 8 ออนซ์ โดยใส่ทรายสูง 3 เซนติเมตร แล้วรดน้ำ 5 มิลลิลิตร เพื่อให้ทรายมีความชื้น แล้วนำเมล็ดลงจำนวน 25 เมล็ด และนำทรายมากลบ สูง 1 เซนติเมตร จึงปิดฝาขวด จากนั้นบันทึกเปอร์เซ็นต์ความงอก (germination percentage) และประเมินผลของความงอกหลังเพาะเมื่ออายุ 14 วัน และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) บันทึกข้อมูลดังนี้

เปอร์เซ็นต์ความงอก (germination percentage) ในระยะเวลา 3 7 และ 14 วัน และ ประเมินผลของความงอกหลังเพาะเมื่ออายุ 14 วัน โดยการตรวจนับจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติ (normal seedling) (ISTA, 2013)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ระยะเวลาการงอก

จากการศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อระยะเวลาในการงงอกเมล็ดพันธุ์พืชสกุลเสาวรส 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สุคนธรส เสาวรสเหลือง และเสาวรสม่วง พบว่า ในระยะเวลา 3 วัน พืชสกุลเสาวรสทั้ง 3 สายพันธุ์มีอัตราการงอกที่แตกต่างกัน โดยที่เสาวรสเหลืองในชุดควบคุมและที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 60 เกรย์ มีอัตราการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเสาวรสเหลืองที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 20 และ40 เกรย์ มีอัตราการงอกเท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสุคนธรสในชุดควบคุมและที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 20 และ40 เกรย์ และเสาวรสม่วงที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 20 เกรย์ ที่มีอัตราการงอกเท่ากับ 6 4 2 และเสาวรสม่วง 4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยที่สุคนธรส 60 80 และ 100 เกรย์ เสาวรสเหลืองที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 100 เกรย์ และเสาวรสเม่วงที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 40 60 80 และ100 เกรย์ ไม่มีอัตราการงอก (Table 1) ในระยะเวลา 7 วัน เสาวรสเหลืองที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 40 60 20 เกรย์ และในชุดควบคุม มีอัตราการงอกสูงสุดเท่ากับ 34 34 32 และ32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเสาวรสเหลืองที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 80 เกรย์ มีอัตราการงอกเท่ากับ 28 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือสุคนธรสในชุดควบคุมและที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 20 เกรย์ มีอัตราการงอกเท่ากับ 24 เปอร์เซ็นต์ และสุคนธรสที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 40 60 และ 80 เกรย์ มีอัตราการงอกเท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ โดยที่คนธรสที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 100 เกรย์ มีอัตราการงอกเท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเสาวรสม่วงในชุดควบคุมมีอัตราการงอกเท่ากับ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยที่เสาวรสม่วงที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 20 และ60 เกรย์ มีอัตราการงอกเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ และในปริมาณรังสีที่ 40 80 และ100 เกรย์ ไม่มีอัตราการงอก (Table 1) ในระยะเวลา 14 วัน เสาวรสม่วงในชุดควบคุมมีอัตราการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 88

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเสาวรสเหลืองและสุคนธรส โดยที่เสารสเหลืองในชุดควบคุมและที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 60 เกรย์ ซึ่งมีอัตราการงอกเท่ากับ 58 และ 56 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และที่มีอัตราการงอกน้อยที่สุดคือเสาวรสม่วงที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 80 เกรย์ ซึ่งมีอัตราการงอกเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

Table 1 Germination period of passion fruit three spices

Passion fruit / Radiation dose (Gy)	Germination period (day)		
	3	7	14
giant granadilla			
0	6^{abc}	24^{abc}	40^{cd}
20	4^{bcd}	24^{abc}	34^{cdef}
40	2^{cd}	18^{bcd}	32^{cdefg}
60	0^{d}	18^{bcd}	26^{defgh}
80	0^{d}	18^{bcd}	20^{fgh}
100	0^{d}	8^{de}	22^{efgh}
yellow maracuja			
0	10^{a}	32^{a}	58^{b}
20	8^{ab}	32^{a}	36^{cde}
40	8^{ab}	34^{a}	46^{bc}
60	10^{a}	34^{a}	56^{b}
80	4^{bbcd}	28^{ab}	24^{efgh}
100	0^{d}	22^{abc}	18^{ghi}
purple maracuja			
0	0^{d}	12^{cde}	88^{a}
20	4^{bcd}	4^{e}	12^{hij}
40	0^{d}	0^{e}	16^{hij}
60	0^{d}	4^{e}	20^{fgh}
80	0^{d}	0^{e}	2^{j}
100	0^{d}	0^{e}	4^{ij}
F-test	*	*	*
CV (%)	133.25	51.70	32.85

Note: * There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

a, b Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

เปอร์เซ็นต์การงอก

จากการศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การงงอกเมล็ดพันธุ์พืชสกุลเสาวรส 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สุคนธรส เสาวรสเหลือง และเสาวรสม่วง พบว่า เสาวรสม่วงและเสาวรสเหลืองในชุดควบคุมและที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 60 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเสาวรสเหลืองที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 40 เกรย์ ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเสาวรสม่วงที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 80 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยที่สุดเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) รังสีแกมมามีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพืชสกุลเสาวรสทั้ง 3 สายพันธุ์ ซึ่งเกิดจากเอ็มบริโอได้รับรังสีแกมมาโดยตรงส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ มลธิดา และอรพินธ์ (2563) ที่ได้รายงานว่า รังสีแกมมามีผลต่อการงอกของเมล็ด ซึ่งการงอกที่ลดลงนี้อาจมีสาเหตุหลักมาจากการพัฒนาที่ไม่สมบูรณ์ของเอ็มบริโอที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ (RNA) ระหว่างก่อนเกิดการงอกของเมล็ด และสอดคล้องกับงานทดลองของ ธนพร และคณะ (2560) ที่พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกของ เมล็ดข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ CH1 มีแนวโน้ม ลดลงตามปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้น

Table 2 Acute gamma radiation dose per percentage of germination of three passion fruit species

Passion fruit	Radiation amount (Gy)					
	0	20	40	60	80	100
giant granadilla	72^{cde}	62^{def}	52^{efgh}	50^{efgh}	38^{ghij}	30^{hij}
yellow maracuja	100^{a}	76^{cd}	88^{bc}	100^{a}	56^{defg}	40^{fghi}
purple maracuja	100^{a}	16^{jk}	16^{jk}	24^{ijk}	2^{k}	4^{k}
F test A			*			
F test B			*			
A*B			*			
CV%			29.20			

Note: * There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

a, b Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

สรุป

การฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพืชสกุลเสาวรสทั้ง 3 สายพันธุ์ ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลงเมื่อได้รับปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น หลังจากเพาะเมล็ดเป็นเวลา 14 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการ“การสร้างภาคีในการผลิต บัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก” รวมทั้งการเอื้อเฟื้อ สถานที่ วัสดุ และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตร

สร้างสรรค์ สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) และขอบคุณ ผศ.ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน ดร.อนันต์ พิริยะภัทรกิจ และดร.ณัฐพงค์ จันจุฬา ที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่ข้าพเจ้าเพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดีข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

ภัทราพร ช่างจูม. 2554. การจำแนกพืชสมุนไพรตามลักษณะภายนอกด้วยวิธีการนาอีฟเบย์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

ธนพร ฮัมดาหลี, ประภา ศรีพิจิตต์, ธานี ศรีวงศ์ชัย. 2560. ผลของรังสีแกมมาต่อความงอกของเมล็ดความรอดชีวิตของต้นกล้า และความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ในข้าว พันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 119–125.

มลธิดา ธิศาเวช, อรพินธ์ สฤษดิ์นำ. 2563. ผลของการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อพริก (*Capsicum* spp.). แก่นเกษตร. 48 ฉบับพิเศษ 1: 51–56.

มาตรฐานสินค้าเกษตร. 2559. การจัดกลุ่มสินค้าเกษตร: พืช. ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 133 ตอนพิเศษ 264.

มาริษา สุขปานแก้ว. 2557. การพัฒนาโซมาโคลนของเสาวรสพันธุ์สีม่วงเพื่อความต้านทานต่อไวรัส. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ISTA. 2013. International Rules for Seed Testing. The international Seed Testing Association. Glattbrugg, Switzerland.

ประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงในระยะไข่เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

Efficacy of ovicidal insecticides for controlling fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

แสงแข น้าวานิช*, อำไพ พรหมณเรศ

Saengkhae Nawanich*, Amphai Promnaret

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครราชสีมา 30320

National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Nakhon Ratchasima 30320, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ijssan@ku.ac.th

บทคัดย่อ

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด Fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) เป็นแมลงศัตรูข้าวโพดที่สำคัญในปัจจุบันของประเทศไทย การป้องกันกำจัด FAW ในระยะไข่มีประสิทธิภาพดีกว่าการจัดการหนอน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงในการควบคุม FAW ในระยะไข่และหนอนระยะที่หนึ่งในสภาพห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธีในไข่อายุ 1 วัน และ 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธีในไข่อายุ 2 วัน ผลการทดลองพบว่า bifenthrin 2.5% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และemamectin benzoate 5% WG อัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมการฟักของไข่อายุ 1 วันและหนอนระยะที่หนึ่งเท่ากับ 99.48±0.52, 100.00±0.00 และ 100.00±0.00% ตามลำดับ และสามารถควบคุมการฟักของไข่อายุ 2 วันและหนอนระยะที่หนึ่งได้ 99.61±0.32, 98.50±1.50 และ 99.65±0.35% ตามลำดับ

คำสำคัญ: *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith), หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด, ระยะไข่, สารกำจัดแมลง

Abstract

Fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) is currently the major insect pest of corn in Thailand. Controlling the early stage of FAW has better efficacy than eradicating its late larval stage. Thus, the objectives of this study were to determine efficacy of insecticides to control egg and neonate of FAW under laboratory conditions. The completely randomized design of 6 treatments with 4 replications of 1-day-old eggs and 3 replications of 6 treatments for 2-day-old eggs was conducted. The results showed that Among 5 types of pesticide used in this study, it was found that bifenthrin 2.5% EC at the rate of 40 ml/20 liters of water, emamectin benzoate 1.92% EC at the rate of 20 ml/20 liters of water and emamectin benzoate 5% WG 10 g/20 liters of water had efficacy to control of 1-day-old eggs and FAW neonate of 99.48±0.52, 100.00±0.00 and 100.00±0.00% and could be controlled 2-day-old eggs and neonate larvae of 99.61±0.32, 98.50±1.50 and 99.65±0.35%, respectively.

Keywords: fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), egg stage, insecticides

คำนำ

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด Fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) เป็นแมลงศัตรูข้าวโพดที่สำคัญในปัจจุบันของประเทศไทย เดิมแมลงชนิดนี้มีถิ่นฐานอยู่ในทวีปอเมริกา ในปี พ.ศ. 2559 มีรายงานพบการระบาดครั้งแรกในทวีปแอฟริกา (FAO, 2018) และเมื่อปลายปี พ.ศ. 2561 พบการระบาดของแมลงชนิดนี้ในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (FAO, 2019) หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเป็นแมลงศัตรูรุกรานและสร้างความเสียหายรุนแรงล้างผลาญแก่พืชเศรษฐกิจเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะข้าวโพด และมีพืชอาหารอื่นๆ อีกมากกว่า 80 ชนิด เช่น ข้าวฟ่าง อ้อย พืชผัก และฝ้าย เป็นต้น (CABI, 2017) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าหนอนชนิดนี้กัดกินทำลายพืชได้มากถึง 353 ชนิด (Montezano et al., 2018) หนอนเข้าทำลายข้าวโพดได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะต้นอ่อนหนอนขนาดเล็กกัดกินใบเหลือเพียงเยื่อใบโปรงแสงและทำลายที่กรวยยอดของข้าวโพด หนอนขนาดใหญ่กัดกินบริเวณโคนต้นข้าวโพด ไหม ช่อเกสรตัวผู้ ข้าวโพดที่เจริญเติบโตเต็มที่หนอนเข้าทำลายบริเวณฝักทำให้การติดเมล็ดไม่สมบูรณ์ และฝักข้าวโพดผิดรูปเสียหาย (CABI, 2017) ผีเสื้อของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดวางไข่ทั้งบนและใต้ใบข้าวโพด รวมทั้งส่วนอื่น ๆ ของต้นข้าวโพดด้วย (Prasanna et al., 2018) สารกำจัดแมลงที่ประสิทธิภาพและหน่วยงานภาครัฐแนะนำสำหรับป้องกันกำจัดระยะหนอนของแมลงชนิดนี้ ได้แก่ สารที่มีกลไกการออกฤทธิ์ในกลุ่ม 5, 6, 13, 18, 22A และ 28 (สุภราดา และคณะ, 2563) มีราคาค่อนข้างสูง จึงได้เลือกสารกำจัดแมลงตามคำแนะนำดังกล่าวที่มีกลไกการออกฤทธิ์ในกลุ่มที่ 6 มีราคาต่ำที่สุด และสารกำจัดแมลงที่เกษตรกรเลือกใช้และมีแนวโน้มในการควบคุมแมลงชนิดนี้ โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ในกลุ่ม 3A, 15 และ UNE นำมาทดสองประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงเพื่อควบคุมแมลงหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในระยะไข่และหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดระยะที่หนึ่งในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์และวิธีการ

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด

เก็บหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) จากแปลงข้าวโพดของเกษตรกรเขต อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา และแปลงข้าวโพดของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ นำมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณและเก็บหนอนจากธรรมชาติมาเลี้ยงผสมเป็นระยะ ๆ เพื่อไม่ให้หนอนเกิดความอ่อนแอ เลี้ยงในห้องปฏิบัติการกึ่งวิทยา ที่อุณหภูมิ 26±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60–70% ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ให้อาหารเทียม (Artificial Diet) และใบข้าวโพดที่ปลูกและปราศจากสารเคมีกำจัดแมลงเป็นอาหารหนอน เมื่อหนอนเข้าดักแด้และเจริญเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัย ให้ผีเสื้อเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ววางไข่ที่ใบข้าวโพด นำกลุ่มไข่ที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงระหว่างเดือนกรกฎาคม–กันยายน 2562

สารกำจัดแมลง

สารกำจัดแมลงที่นำมาใช้ทดสอบมีดังนี้ 1) emamectin benzoate 5% WG และ2) emamectin benzoate 1.92% EC รวม 2 สูตร สารในกลุ่ม 6 ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อทำให้เป็นอัมพาต 3) lufenuron 5%

EC สารในกลุ่ม 15 ออกฤทธิ์และมีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงในระยะหนอนผีเสื้อ 4) petroleum oil 83.9% EC สารที่ยังไม่ทราบกลไกที่แน่ชัด UNE และ 5) bifenthrin 2.5% EC สารในกลุ่ม 3A ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทอย่างรวดเร็ว มีผลให้แมลงตายทันที (knowndown) เมื่อได้รับสาร การแบ่งกลุ่มตามกลไกการออกฤทธิ์ ข้อมูลจาก (IRAC, 2019; สุภราดา และคณะ, 2563)

การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง

ทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงที่มีต่อระยะไข่ ด้วยวิธี Leaf-dipping method วางแผนการทดลอง Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ๆ ละ 14 กลุ่ม ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 emamectin benzoate 5% WG อัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 lufenuron 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 petroleum oil 83.9% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 bifenthrin 2.5% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 ชุดควบคุม (Untreated check) (น้ำเปล่า)

นำกลุ่มไข่อายุ 1 วันบนใบข้าวโพด จุ่มลงในสารตามกรรมวิธีที่กำหนดเป็นเวลา 10 วินาที ใส่กลุ่มไข่ลงในกล่องทดสอบที่รองด้วยแผ่นฟองน้ำรักษาความชื้น ปล่อยให้กลุ่มไข่แห้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สังเกตทุก 24 ชั่วโมงและบันทึกจำนวนไข่ที่ไม่ฟัก หนอนระยะที่หนึ่งที่ตายและมีชีวิต ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ที่ 96 ชั่วโมงหลังการทดสอบ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของสารต่อระยะไข่อายุ 2 วัน ใช้วิธีการและแผนการทดลองเช่นเดียวกัน จำนวน 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ๆ ละ 8 กลุ่ม นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistix 8 และคำนวณเปอร์เซ็นต์ Ovicidal Activity, และ Ovilarvicidal Activity ดัง Equation 1 และ 2

$$\text{Ovicidal Activity (\%)} = \frac{\text{Number of unhatched eggs}}{\text{Total number of eggs introduced}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Ovilarvicidal Activity (\%)} = \frac{\text{Number dead larvae and unhatched}}{\text{Total number of eggs introduced}} \times 100 \quad (2)$$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงต่อระยะไข่อายุ 1 วันของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด เมื่อได้ทดสอบผ่านไปที่ 96 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า bifenthrin 2.5% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ควบคุมการฟักของไข่ได้ดีที่สุด 98.98±0.56% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นและชุดควบคุม ($p < 0.01$) สำหรับ petroleum oil อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร emamectin benzoate 5% WG อัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และ lufenuron 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ยับยั้งการฟักของไข่เพียง 26.22±19.36 - 1.93±0.67% ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติจากชุดควบคุม สำหรับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนระยะที่หนึ่งพบว่า emamectin benzoate 5% WG อัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และ emamectin

benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ทั้ง 2 สูตรควบคุมหนอนระยะที่หนึ่งที่ฟักออกจากไข่และตายมากที่สุด 92.32±4.89 และ 97.89±0.77% ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นและชุดควบคุม ($p < 0.01$) เมื่อพิจารณาข้อมูลการควบคุมการฟักไข่และการตายของหนอนระยะที่หนึ่ง พบว่า emamectin benzoate ทั้ง 2 สูตร และ bifenthrin 2.5% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพดีที่สุด 100.00±0.00–99.48±0.52% แตกต่างกันทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นและชุดควบคุม ($p < 0.01$) (Table 1)

Table 1 Percentages of ovicidal, ovilarvicidal activity of FAW, Spodoptera frugiperda on 1-day-old eggs

Treatments	Mean ± S.E. of activity at 96 hours after treating (%)		
	ovicidal activity[1/]	larvicidal activity[1/]	ovilarvicidal activity[1/]
emamectin benzoate 5% WG	7.68±4.89 b	92.32±4.89 a	100.00±0.00 a
emamectin benzoate 1.92% EC	2.11±0.77 b	97.89±0.77 a	100.00±0.00 a
lufenuron 5% EC	1.93±0.67 b	5.93±5.93 b	7.86±5.44 b
petroleum oil 83.9% EC	26.22±19.36 b	0.00±0.00 b	26.22±19.36 b
bifenthrin 2.5% EC	98.98±0.56 a	0.50±0.30 b	99.48±0.52 a
untreated check	1.13±0.74 b	0.00±0.00 b	1.13±0.74 b
CV (%)	46.91	22.61	25.46
F-test	**	**	**

[1/] Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 0.05 level by DMRT

** = significant difference at the 0.01

สำหรับผลการทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงต่อไข่ที่อายุ 2 วัน เมื่อเวลาทดสอบผ่านไป 96 ชั่วโมง ปรากฏว่าผลการทดสอบสอดคล้องกับการทดลองที่ไข่อายุ 1 วัน กล่าวคือ bifenthrin 2.5% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ควบคุมการฟักของไข่ได้ดีที่สุด 66.80±5.56% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นและชุดควบคุม ($p < 0.01$) สำหรับการตายของหนอนระยะที่หนึ่ง emamectin benzoate ทั้ง 2 สูตร ควบคุมหนอนระยะที่หนึ่งได้สูงที่สุด 91.93±2.16–94.34±1.84% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ รองลงมา ได้แก่ bifenthrin 2.5% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ควบคุมหนอนได้ 32.81±5.79% เมื่อพิจารณาข้อมูลการควบคุมการฟักไข่และการตายของหนอนระยะที่หนึ่งนั้นพบว่า emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร bifenthrin 2.5% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และ emamectin benzoate 5% WG อัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมการฟักไข่และหนอนระยะที่หนึ่งสูงที่สุด 98.50±1.50, 99.61±0.32 และ 99.65±0.35% ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นและชุดควบคุม ($p < 0.01$) (Table 2)

Table 2 Percentages of ovicidal, ovilarvicidal activity of FAW, Spodoptera frugiperda on 2-day-old eggs

Treatments	Mean ± S.E. of activity at 96 hours after treating (%)		
	ovicidal activity[1/]	larvicidal activity[1/]	ovilarvicidal activity[1/]
emamectin benzoate 5% WG	7.72±2.49 c	91.93±2.16 a	99.65±0.35 a
emamectin benzoate 1.92% EC	4.16±1.02 cd	94.34±1.84 a	98.50±1.50 a
lufenuron 5% EC	0.24±0.05 d	2.88±1.44 c	3.12±1.45 c
petroleum oil 83.9% EC	20.65±5.97 b	0.05±0.05 c	20.70±5.92 b
bifenthrin 2.5% EC	66.80±5.56 a	32.81±5.79 b	99.61±0.32 a
untreated check	0.83±0.27 cd	0.00±0.00 c	0.83±0.27 c
CV (%)	20.37	10.71	9.46
F-test	**	**	**

[1/] Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 0.05 level by DMRT

** = significant difference at the 0.01

ในการศึกษาครั้งนี้ไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมีอายุ 2–3 วันจึงฟักเป็นหนอนระยะที่หนึ่ง จากการสังเกตพฤติกรรมของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่เพิ่งฟักออกจากไข่จะกัดแทะและกินเปลือกไข่เป็นอาหารและรับสารกำจัดแมลงที่ตกหรือเคลือบอยู่ที่เปลือกไข่ สาร emamectin benzoate มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนระยะที่หนึ่งได้ดีที่สุด หนอนได้รับสารกำจัดแมลงที่เปลือกไข่และทำให้หนอนตายในที่สุด จากการสังเกตพบว่าหนอนระยะที่หนึ่งตายภายใน 24 ชั่วโมงหลังฟัก สำหรับ petroleum oil แม้ว่าจะเป็นสารในกลุ่มที่ยังไม่ทราบกลไกที่แน่ชัด (UNE) แต่เป็นทางเลือกหนึ่งในการกำจัดแมลง เนื่องจากมีความปลอดภัยสูงมีระดับความเป็นพิษน้อย โดยมีค่าระดับความเป็นพิษ LD_{50} สำหรับหนูทดลองมากกว่า 2000 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว (สุภราดาและคณะ, 2563) ซึ่งคุณสมบัติของ petroleum oil เป็นน้ำมันอุดรูหายใจที่อยู่ด้านข้างลำตัวของแมลง ขัดขวางการแลกเปลี่ยนอากาศทำให้แมลงขาดออกซิเจน และผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมีพฤติกรรมการวางไข่เป็นกลุ่มวางทับซ้อนกัน ไข่ที่ไม่สัมผัสน้ำมันจึงมีโอกาสฟักเป็นหนอนได้ตามปกติ ส่วนไข่ที่มีน้ำมันเคลือบอยู่จึงไม่สามารถฟักเป็นหนอนได้ จึงมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการฟักของไข่และการตายของหนอนต่ำ และ bifenthrin มีประสิทธิภาพในการควบคุมการฟักของไข่และหนอนระยะที่หนึ่งได้ดี (Fig. 1) ผลการทดลองสอดคล้องกับ Ganjisaffar et al. (2019) รายงานว่าไบเฟนทรินทำให้ไข่ฟักเพียง 23.40% และตัวอ่อนแรกเกิด รอดชีวิตเพียง 0.60% อย่างไรก็ตามควรศึกษาความเป็นพิษต่อพืช (Phytotoxicity) และประสิทธิภาพของสารในภาคสนามก่อนการนำไปใช้ประโยชน์

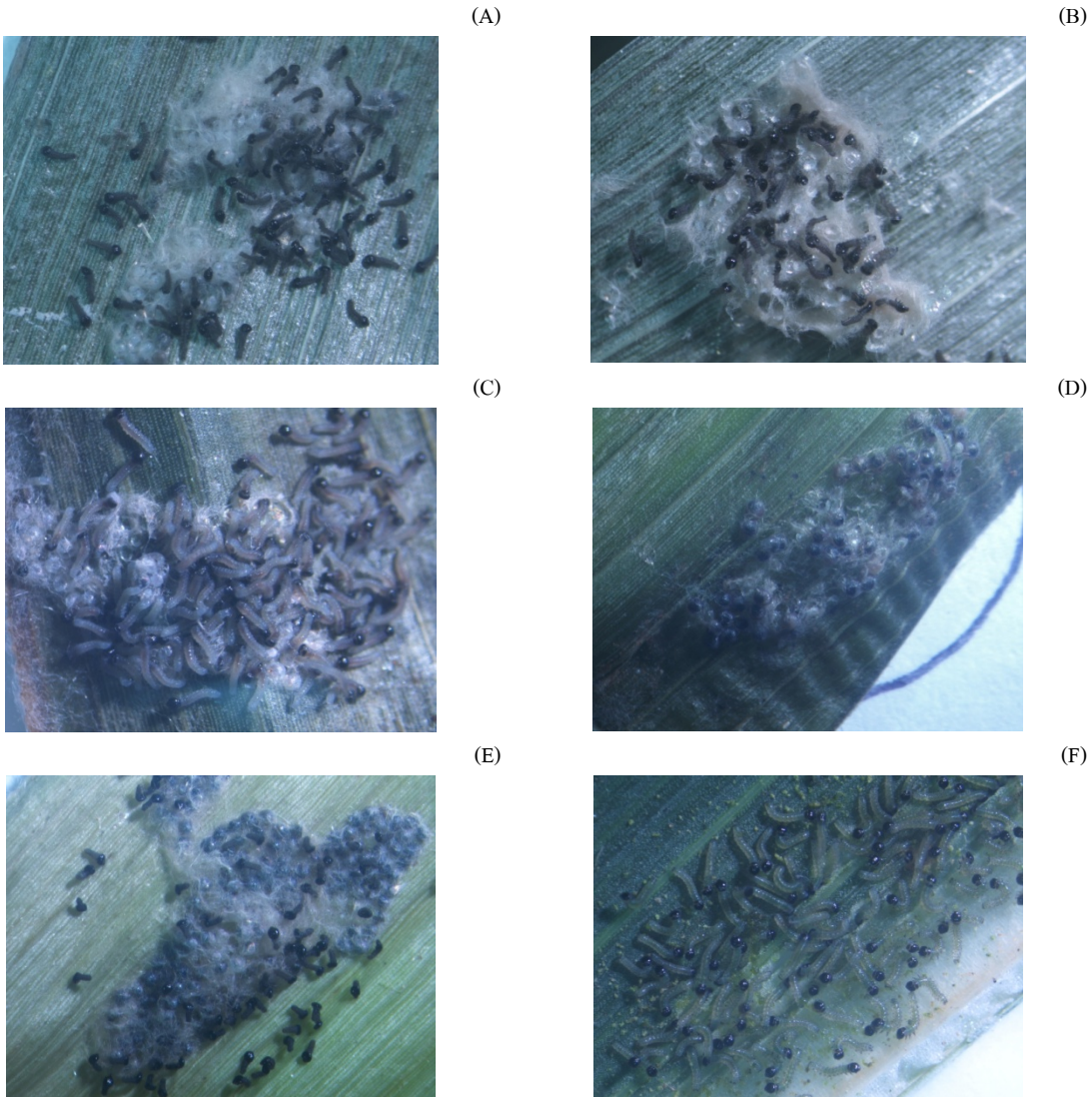


Fig. 1 Mortality characteristic of eggs and neonate treated with emamectin benzoate 5% WG (A), emamectin benzoate 1.92% EC (B), lufenuron 5% EC (C), petroleum oil 83.9% EC (D), bifenthrin 2.5% EC (E) and untreated check (F)

สรุป

emamectin benzoate 5% WG อัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และ emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดระยะที่หนึ่งได้ดี และ bifenthrin 2.5% EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมการฟักของไข่และหนอนระยะที่หนึ่งได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสมาคมอารักขาพืชไทย บริษัท เอสทีม อินเตอร์เทรด จำกัด บริษัท เอฟเอ็มซี เอ จี (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้สนับสนุนนักวิชาการและผลิตภัณฑ์บางส่วน

เอกสารอ้างอิง

สุภราดา สุคนธภิรมย์ ณ พัทลุง, เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์, ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา, พฤธิชาติ ปุณวัฒโท. 2563. เอกสารวิชาการคำแนะนำกานป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืช อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากงานวิจัย. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

CABI. 2017. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm) invasive species compendium. http://www.cabi.org/isc/datasheet/29810/, 26 December 2020.

FAO. 2018. Integrated management of the fall armyworm on maize: A guide for farmer field schools in Africa. Food & Agriculture Organization. Rome, Italy.

FAO. 2019. First detection of Fall armyworm on maize. https://www.ippc.int./en/countries/thailand/pestreports/2018/12/first-detection-of-fall-army-worm-on-theborder-of-thailand/, 25 January 2019.

Ganjisaffar, F., Angreason, S.A., Perring, T.M. 2019. Lethal and sub-lethal effects of insecticides on the pink hibiscus mealybug, *Maconelliicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). Insects 10: 31.

IRAC. 2019. IRAC: Mode of action classification and Insecticides. http://www.irac.online.org/, 25 January 2019.

Montezano, D.G., Specht, A., Sosa-Gomez, D.R., Roque-Specht, V.F., Sousa-Silva, J.C., Paula-Moraes, S.V., Peterson, J.A., Hunt, T.E. 2018. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. Afr. Entomol. 26: 286–300.

Prasanna, B., Huesing, J., Eddy, R., Peschke, V. 2018. Fall armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management. CDMX: CIMMYT. Mexico.

ผลของสารแช่เมล็ดพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง

Effect of seed soaking solution on the growth of red cabbage (*Brassica oleracea* var. rubra) microgreen

เยาวรัตน์ วงศ์ศรีสกุลแก้ว, จันทร์เพ็ญ ชัยมงคล*, หทัยนุช วงษ์ขำ, อติวัณณ์ สุดใจดี, นิยม บัวบาน

Yaowarat Wongsrisakulkaew, Chanpen Chaimongkol*, Hathainooch Wongkham, Atiwan Soodjaidee, Niyom Buaban

สาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12130

Division of Crop Production, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130, Thailand

* Corresponding author. E-mail address: yaowarat_w@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของสารแช่เมล็ดพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงโดยการแช่เมล็ดในสารชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1(กากถั่วเหลือง รำละเอียด มูลไส้เดือน หินฟอสเฟต กระดูกป่น มูลค้างคาว), ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 (กากถั่วเหลือง รำละเอียด มูลไส้เดือน หินฟอสเฟต), ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 (มูลไส้เดือน หินฟอสเฟต มูลค้างคาว ปลาป่น) และน้ำส้มควันไม้ เปรียบเทียบกับการไม่แช่เมล็ดพันธุ์ พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำส้มควันไม้ทำให้น้ำหนักต้น 50 ต้น น้ำหนักต่อกล่อง (150 ตารางเซนติเมตร) และน้ำหนักต่อตารางเมตรของกะหล่ำปลีแดงมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 2.77 กรัมต่อ 50 ต้น 71.18 กรัมต่อกล่อง และ 4.75 กิโลกรัมต่อตารางเมตรและการไม่แช่เมล็ดพันธุ์ทำให้น้ำหนักของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.50 กรัมต่อ 50 ต้นและ 29.13 กรัมต่อกล่อง และ 1.94 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) การใช้น้ำส้มควันไม้แช่เมล็ดพันธุ์ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบไมโคร กรีนกะหล่ำปลีแดงมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 52.54 Spad Unit พบว่าสีใบของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงมีสีเขียวเข้มจัดอยู่ในกลุ่ม Green group 137 (G 137 A และ G 137 B)

คำสำคัญ: กะหล่ำปลีแดง, น้ำส้มควันไม้, ปุ๋ยหมัก, ไมโครกรีน, สารแช่เมล็ดพันธุ์

Abstract

Studying the effect of seed soaking solution on the growth of red cabbage microgreen. By soaking the seeds in various substances such as distilled water, solution of compost formula 1 (soybean meal, rice bran, vermicompost, rock phosphate, bone meal and bat manure), solution of compost formula 2 (soybean meal, rice bran, vermicompost and rock phosphate), solution of compost formula 3 (vermicompost, rock phosphate, bat manure and fish meal) and wood vinegar compare to non-soaking seeds. The result showed that the weight of 50 plants, plant weight per box (150 cm^2) and plant weight per square meter of red cabbage seed soaking in wood vinegar has the highest mean of 2.77 grams per 50 plants, 71.18 grams per box and 4.75 kg/m^2. Non-soaking seed showed the lowest plant weight of 50 grams per 50 plants, 29.13 grams per box and 1.94 kg/ m^2 with a statistically significant difference at the level of 0.05 (p <0.05). Seeds soaked in wood vinegar indicated the highest mean of chlorophyll content in red cabbage microgreen leaf was 52.54 Spad Unit. The leaf color of red cabbage microgreen was dark green and classified as Green group 137 (G 137 A and G 137 B).

Keywords: compost, microgreen, red cabbage**,** seed soaking solution, wood vinegar

คำนำ

ไมโครกรีนคือต้นอ่อนพืชที่เพิ่งงอกจากเมล็ด ประกอบด้วยใบจริง 1–2 ใบ ต้นอ่อน มีขนาดเล็ก รับประทานง่าย สีสันสวยงาม (Lee et al., 2003; Xiao et al., 2012) ใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อย เนื่องจากรูปแบบการผลิตไมโครกรีนออกแบบมาให้มีขนาดเหมาะกับสภาพพื้นที่จำกัด สามารถทำได้ในพื้นที่ขนาดเล็ก ด้วยอายุการเก็บเกี่ยวเพียง 7–14 วัน จึงทำให้มั่นใจได้ว่าปลอดภัยจากสารเคมี (กรรณิกา และดนุพล, 2560; Brentlinger, 2005) ไมโครกรีนถือเป็นผักทางเลือกสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง อุดมไปด้วยวิตามิน แร่ธาตุสูงกว่าผักชนิดเดียวกันที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แคโรทีนอยด์ ลูทิน เบตาแคโรทีน แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิค เป็นต้น ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอาการอักเสบ เสริมสร้างภูมิต้านทานในร่างกาย สามารถลดความเสี่ยงของโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจขาดเลือด เส้นเลือดในสมองตีบ และลดอัตราการเกิดโรคมะเร็ง นิยมนำมาประกอบเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เช่น สลัด น้ำผักปั่น หรือวางบนอาหารเพื่อความสวยงาม (Cao et al.,1996; Xiao et al., 2012; Kopsell and Sams, 2013) ทำให้ไมโครกรีนเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และด้วยราคาทางการค้าที่ค่อนข้างสูงกว่าผักที่ขายตามท้องตลาด จึงเป็นอีกทางเลือกในการสร้างรายได้ให้แก่กลุ่มเกษตรกร ผักที่นิยมนำมาผลิตเป็นไมโครกรีนในต่างประเทศ ได้แก่ บร็อกโคลี่ ผักกาด กะหล่ำปลีแดง แรดิช ผักโขม และวอเตอร์เครส เป็นต้น (Chon et al., 2009; Xiao et al., 2012)

กะหล่ำปลีแดง (red cabbage) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* var. rubra จัดอยู่ในวงศ์ Brassicaceae ลักษณะคล้ายกะหล่ำปลีธรรมดาแต่มีสีแดงหรือม่วงอมแดง เนื่องจากมี anthocyanin อยู่ในปริมาณมาก (อภิชาต และศุภวรรณ์, 2552) ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยต้านอนุมูลอิสระ ลดอาการอักเสบ คอเลสเตอรอล ต้านไวรัสและลดความเสี่ยงของโรคมะเร็ง มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและอี 2 เท่า (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553) ทั้งยังมีสารต้านอนุมูล-อิสระอื่นๆ และวิตามินซี อี เค1 (Xiao et al., 2012) แต่เนื่องจาก anthocyanin ที่พบในผักและผลไม้ เป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้และไม่เสถียร เมื่อผ่านอุณหภูมิ และความร้อนในการทำอาหาร ทำให้ได้รับปริมาณ anthocyanin ต่ำกว่าที่ควรได้รับ (อัญจนา และคณะ, 2560) ดังนั้นการนำกะหล่ำปลีแดงมาผลิตเป็นผักไมโครกรีนที่นิยมบริโภคสด จึงเป็นทางเลือกที่จะทำให้ได้รับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและวิตามินต่างๆ ได้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย แต่ในการทำไมโครกรีนให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดีตามความต้องการของผู้บริโภคในปริมาณมากนั้น กลุ่มผู้ผลิตนิยมใช้สารเคมี เช่น สารควบคุมเชื้อรา แบคทีเรีย และปุ๋ยเคมีในการผลิต ซึ่งอาจก่อให้เกิดสารตกค้างในผลผลิตไมโครกรีนได้

การศึกษาในครั้งนี้คณะผู้วิจัยมีเป้าหมายที่จะหาแนวทางการผลิตไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงที่มีคุณภาพและปลอดสารพิษ โดยการทดสอบเปรียบเทียบสารแช่เมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ปุ๋ยหมักธาตุอาหารสูงและน้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ซึ่งเป็นสารชีวภาพ ประกอบไปด้วยธาตุอาหารพืช ฮอร์โมน สารประกอบฟีนอล ที่เกี่ยวข้องกับการงอกและการเจริญเติบโตของพืช และกรดอะซิตริก ฟอร์มอล-ดีไฮด์ ที่เป็นสารออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย ไม่มีสารตกค้าง ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางในการผลิตไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงที่มีคุณภาพดีได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มีจำนวน 4 ซ้ำใน 6 สิ่งทดลอง ดังนี้

1) ไม่แช่เมล็ด

2) แช่น้ำ

3) แช่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 (กากถั่วเหลือง รำละเอียด มูลไส้เดือน หินฟอสเฟต กระดูกป่นและมูลค้างคาว)

4) แช่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 (กากถั่วเหลือง รำละเอียด มูลไส้เดือน และหินฟอสเฟต)

5) แช่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 (มูลไส้เดือน หินฟอสเฟต มูลค้างคาว และปลาป่น)

6) แช่น้ำส้มควันไม้

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

นำกล่องพลาสติกใสขนาด 10×15×8 เซนติเมตร มาเจาะรูบริเวณฐานกล่อง วางผ้าอเนกประสงค์รองภายในกล่องแล้วใส่พีทมอสลงไปให้มีความหนา 1 นิ้ว ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์กะหล่ำปลีแดงใส่แก้วพลาสติกปริมาณ 6 กรัมต่อแก้ว รวมจำนวนทั้งหมด 24 แก้ว เตรียมสารแช่เมล็ดโดยมีความเข้มข้นที่ค่า EC 700 µS/cm ทั้ง 4 สิ่งทดลอง อัตราส่วน ดังนี้

1. ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ปริมาณ 65 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร แล้วนำมาเจือจาง 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 300 มิลลิลิตร
2. ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ปริมาณ 96 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร แล้วนำมาเจือจาง 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 300 มิลลิลิตร
3. ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ปริมาณ 45 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร แล้วนำมาเจือจาง 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 300 มิลลิลิตร
4. น้ำส้มควันไม้ อัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 300 มิลลิลิตร

นำเมล็ดมาแช่ในสารแช่เมล็ดเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง ไปเพาะในกล่องที่เตรียมพีทมอสไว้ แล้วรดน้ำให้ชุ่มทุกวัน ครอบปิดด้วยถาดพลาสติกทึบแสง เมื่อมีใบ 1–2 ใบ จึงใช้ตะกร้าพลาสติกครอบปิด พรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์ จนครบ 9 วัน ในแต่ละสิ่งทดลองมี 4 ซ้ำ โดยปลูกเมล็ดพันธุ์กะหล่ำปลีแดง กล่องละ 6 กรัม มีจำนวนเมล็ดโดยประมาณ 1,920 เมล็ดต่อกล่อง ทั้งหมด 24 กล่อง

การบันทึกผลการทดลอง

เก็บรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตด้านต่างๆ ของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงเมื่ออายุเก็บเกี่ยว 9 วัน โดยวัดการเจริญเติบโต ดังนี้

1. ความสูงของต้น: ใช้ไม้บรรทัดวัดจากโคนต้นถึงยอดของไมโครกรีนใช้หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

2. น้ำหนักรวมของต้นทั้งหมด: ชั่งน้ำหนักต้นรวมต่อกล่อง โดยการตัดต้นเหนือผิววัสดุปลูกแล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ใช้หน่วยวัดเป็นกรัม

3. น้ำหนักต้น: ชั่งน้ำหนักต้นโดยสุ่มเก็บตัวอย่างของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง 50 ต้นต่อกล่องนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ใช้หน่วยเป็นกรัม

4. ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ: ใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus) วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง ใช้หน่วยเป็น Spad Unit

5. สีใบ: วัดสีใบโดยใช้กระดาษเทียบสี (Color Chart) เทียบสีใบของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยนำข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง โดยการใช้สารแช่เมล็ดที่แตกต่างกัน 5 ชนิด เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารแช่เมล็ด เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อมีอายุครบ 9 วัน มีผลการศึกษาดังนี้

ความสูง

พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 เป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์ทำให้ความสูงไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.31 เซนติเมตร รองลงมา คือ การแช่ด้วยน้ำส้มควันไม้ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 แช่น้ำ และปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 6.07 5.96 5.87 และ5.34 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่การไม่แช่เมล็ดมีผลทำให้ความสูงมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 4.95 เซนติเมตร โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

น้ำหนักต้น (50 ต้น)

พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์ทำให้น้ำหนักต้น 50 ต้นของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 2.78 กรัม รองลงมา คือ การแช่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 และแช่น้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 2.70 2.69 และ2.52 กรัม ตามลำดับ แต่การไม่แช่เมล็ดมีผลทำให้น้ำหนักต้น 50 ต้น มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 2.50 กรัม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

น้ำหนักต้นต่อกล่อง

พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์ทำให้น้ำหนักต้นต่อกล่อง (150 ตารางเซนติเมตร) ของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 71.18 กรัมต่อกล่อง รองลงมา คือ การแช่ด้วยปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 และแช่น้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.82, 59.59, 50.02 และ 49.72 กรัมต่อกล่อง ตามลำดับ แต่การไม่แช่เมล็ดมีผลทำให้น้ำหนักต้นต่อกล่อง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 29.13 กรัมต่อกล่อง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

น้ำหนักต่อตารางเมตร

พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์ทำให้น้ำหนักต่อตารางเมตร ของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 4.75 กิโลกรัมต่อตารางเมตร รองลงมา คือ การแช่ด้วยปุ๋ยหมัก สูตรที่ 2 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 และแช่น้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05, 3.97, 3.33 และ 3.31 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่การไม่แช่เมล็ดมีผลทำให้น้ำหนักต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 1.94 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

ปริมาณคลอโรฟิลล์

พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 52.54 Spad Unit รองลงมา คือ การแช่ด้วยปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 และน้ำเปล่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.02, 43.83, 39.55 และ38.35 Spad Unit ตามลำดับ แต่การไม่แช่เมล็ดทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 36.99 Spad Unit โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

สีใบ

พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์และสีใบมีผลสอดคล้องกัน เนื่องจากใบที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงทำให้สีใบเขียวเข้ม ค่าที่วัดได้จะมีสีใบอยู่ในกลุ่ม Green group (G 137 A) และใบที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำทำให้มีใบสีเขียวอ่อนกว่า ค่าที่วัดได้จะมีสีใบอยู่ในกลุ่ม Green group (G 137 B) ซึ่งพบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบกะหล่ำปลีแดง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดและมีสีใบที่เขียวเข้ม รองลงมา คือ การแช่ด้วยปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 น้ำ และการไม่แช่เมล็ดทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดทำให้มีสีใบที่อ่อนลงมา โดยการแช่ด้วยน้ำส้มควันไม้ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้สีใบเขียวเข้ม (G 137 A) ส่วนการแช่ด้วยปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 น้ำ และไม่แช่เมล็ด ให้สีใบเขียวอ่อนกว่า (G 137 B) (Table 2)

Table 1 Effect of seed soaking solution on the growth of red cabbage microgreen

Treatment	Height (cm)	Weight of 50 plants (grams)	Plant weight per box (150 cm^2)	Plant weight per square meter (kg/m^2)
Non-soaking seeds	4.96^{a} 1/	2.50^{b}	29.13^{b}	1.94^{c}
Distilled water	5.88^{a}	2.52^{b}	49.72^{ab}	3.31^{b}
Compost formula 1	5.35^{a}	2.69^{ab}	59.59^{a}	3.97^{ab}
Compost formula 2	5.96^{a}	2.70^{ab}	60.82^{a}	4.05^{ab}
Compost formula 3	6.32^{a}	2.75^{a}	50.02^{ab}	3.33^{b}
Wood vinegar	6.07^{a}	2.78^{a}	71.19^{a}	4.75^{a}
F-tesst	ns	*	*	*
CV(%)	14.80	5.17	19.60	19.61

1/* = significantly different at $p \leq 0.05$, ns = not significant

Table 2 The chlorophyll content and leaf color of red cabbage microgreen on seed soaking in various solution

Treatment	Chlorophyll content (Spad Unit)	Color Chart	Color
Non-soaking seeds	36.99[a]	G 137 B	
Distilled water	38.35[a]	G 137 B	
Compost formula 1	39.55[a]	G 137 B	
Compost formula 2	43.83[a]	G 137 A	
Compost formula 3	44.20[a]	G 137 A	
Wood vinegar	52.54[a]	G 137 A	
F-test	ns		
CV (%)	19.99		



A. non-soaking seeds



B. distilled water



C. Compost formula 1



D. compost formula 2



E. compost formula 3



F. Wood vinegar

Fig. 1 The growth of red cabbage micro-green on seed soaking in various solution at 9 days of harvest

การศึกษาผลของสารแช่เมล็ดพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง พบว่า การใช้สารแช่เมล็ดพันธุ์ไม่มีผลต่อความสูงและปริมาณคลอโรฟิลล์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีผลด้านน้ำหนักสดซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์ทำให้น้ำหนัก 50 ต้น น้ำหนักต่อกล่อง (กรัมต่อ 150 ตารางเซนติเมตร) น้ำหนักต่อตารางเมตร และปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่แช่เมล็ด (Table 1, Table 2 และ Fig. 1) เนื่องจากน้ำส้มควันไม้ช่วยเสริมสร้างความสมบูรณ์แข็งแรง ต้านทานโรค มีธาตุอาหารที่จำเป็นอย่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารจำพวกฟีนอล ซึ่งเป็นสารในกลุ่มที่ช่วยเร่งและควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งสอดคล้องกับ รัตนาภรณ์ และคณะ (2551) ที่ศึกษาการแช่เมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 โดยการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์ในอัตราเจือจาง 500 เท่า พบว่าช่วยเพิ่มผลผลิตฝักและเมล็ดของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับนลินรัตน์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดพันธุ์เรดบัตตาเวียและพันธุ์ราคาร์โน ด้วยการแช่เมล็ดพันธุ์ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่าน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำความเข้มข้น 1 : 400 ทำให้น้ำหนักสดมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำความเข้มข้น 1 : 300 มีผลด้านความยาวรากดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ อัญชลี และคณะ (2559) ที่ศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้และสารสกัดแมงลักมาเป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์โดยใช้น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำความเข้มข้น 1 : 300 แช่เมล็ดแตงกวาพันธุ์ลูกผสมส่งผลให้มีอัตราการงอกสูงที่สุด ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น การนำปัจจัยการงอกเข้ามามีส่วนในการศึกษาผลของสารแช่เมล็ดพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง โดยแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำและสารแช่เมล็ดพันธุ์ 8 ชั่วโมง เป็นปัจจัยหลักการในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ทำให้เมล็ดได้รับสารอย่างเต็มที่และช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ด และสอดคล้องกับ อุดมลักษณ์ และคณะ (2557) ที่ศึกษาการผลิตไมโครกรีนพืชพื้นบ้านเพื่อการค้าในสภาพโรงเรือน พบว่าการแช่เมล็ดกระถินเป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลต่อการงอกและทำให้ความสูงต้นเพิ่มขึ้น

การใช้ปุ๋ยหมักเป็นสารแช่เมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มทำให้ความสูงของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดงมีค่าเฉลี่ยที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการแช่เมล็ด (Table 1) เนื่องจากปุ๋ยหมักมีสารจำพวกฮอร์โมนธรรมชาติและธาตุอาหารหลักอย่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม รวมถึงจุลินทรีย์จำเป็น โดยให้ผลใกล้เคียงกับน้ำส้มควันไม้ ซึ่งสอดคล้องกับนฤมล และภาณุมาส (2561) ได้ทำการศึกษาปุ๋ยหมักธาตุอาหารสูงทั้ง 3 สูตรซึ่งปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีผลต่อการเจริญเติบโตมากที่สุดด้านความสูง และน้ำหนักสดของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยให้ผลเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี จากการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารพบว่าปุ๋ยหมักธาตุอาหารสูงสูตรที่ 3 มีปริมาณธาตุอาหารสูงที่สุด

สรุป

จากการทดลองพบว่าการใช้สารแช่เมล็ดพันธุ์ ทำให้ผลผลิตมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมซึ่งไม่แช่สารใดๆ สารแช่เมล็ดพันธุ์มีผลต่อผลผลิตด้านน้ำหนักสด แต่ไม่มีผลต่อความสูงและปริมาณคลอโรฟิลล์ของไมโครกรีนกะหล่ำปลีแดง สารแช่เมล็ดพันธุ์น้ำส้มควันไม้ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้สีใบที่เข้มกว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 น้ำ และการไม่แช่เมล็ดพันธุ์ น้ำส้มควันไม้ มีผลทำให้น้ำหนัก 50 ต้น น้ำหนักต่อกล่อง (150 ตารางเซนติเมตร) และน้ำหนักต่อตารางเมตร และปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2553. แอนโทไซยานิน. https://www.academia.edu, 17 มีนาคม 2563.

กรรณิกา บุญพาธรรม, ดนุพล เกษไธสง. 2560. การประเมินผลผลิตและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในผักไมโครกรีน 13 ชนิด. แก่นเกษตร 45 (พิเศษ): 369.

นลินรัตน์ อุ่นรัมย์, อรพิน สิงหะ, สุพรรณี บุญเรือง. 2555. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดพันธุ์เรดบัตตาเวียและพันธุ์ลาคาร์โน. สาขาการผลิตพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

นฤมล ใจกว้าง, ภานุมาส วงศ์เพ็ชร. 2561. ผลของปุ๋ยหมักธาตุอาหารสูงต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดบัตเตอร์เฮดในระบบไฮโดรโปนิกส์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

รัตนาภรณ์ กุลชาติ, ดรุณี โชติษฐยางกูร, สนั่น จอกลอย, สดุดี วรรณพัฒน์, โสภณ วงศ์แก้ว. 2551. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วลิสงชนิดเมล็ดโตพันธุ์ขอนแก่น 6 และ ชนิดเล็กพันธุ์ไทนาน 9. แก่นเกษตร 36 (ฉบับพิเศษ): 125–132.

อภิชาติ ศรีสะอาด, ศุภวรรณ ใจแสน. 2552. คู่มือการเพาะปลูกพืชผักและไม้ผลที่สูงในไทย. กรุงเทพมหานครนาคา, กรุงเทพฯ.

อุดมลักษณ์ มัจฉาชีพ, สิริวรรณ สุขนิคม, จันทร์เพ็ญ บุตรใส, พาขวัญ ทองรักษ์, อรุณี ชัยศรี, อัจฉรียา มณีน้อย, สุรชัย มัจฉาชีพ, สมเจตน์ เจริญศรีสัมพันธ์. 2557. รายงานการวิจัยการศึกษาการผลิตไมโครกรีนพืชพื้นบ้านเพื่อการค้าในสภาพโรงเรือน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

อัญจนา จันทร์ปะทิว, ยุพา มิตรมังกร, นาตยา มนตรี. 2560. ผลของความร้อนและการเก็บรักษาต่อปริมาณแอนโทไซยานินในผักสีม่วงบางชนิด. แก่นเกษตร 45 (พิเศษ): 1279–1282.

อัญชลี สวาสดิ์ธรรม, ปรียานุช เพ็งอุดม, วิจิตรา รุ่งศรี, กนกพร สุภฤทธิ์. 2559. ผลของน้ำส้มควันไม้และสารสกัดแมงลักคาที่มีต่อการเจริญเติบโตของแตงกวาลูกผสม. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3: 12–13.

Cao, G., Sotic, E., Prior, R.L. 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. J. Agric. Food Chem. 44: 3426–3431.

Chon, S.U., Heo, B.G., Park, Y.S., Kim, D.K., Gorinstein, S. 2009. Total phenolics level, antioxidant activities and cytotoxicity of young sprouts of some traditional Korean salad plants. Plant Foods Hum. Nutr. 64: 25–31.

Kopsell, D.A., Sams, C.E. 2013. Increases in shoot tissue pigments, glucosinolates, and mineral elements in sprouting broccoli after exposure to short-duration blue light from light emitting diodes. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 138: 31–37.

Lee S.E., H.J. Hwang, J.S. Ha, H.S. Ha, H.S. Jeong and J.H. Kim. 2003. Screening of medicinal plant extracts for antioxidant activity. Life Sci. 73: 167–179.

Xiao, Z., G.E. Lester, Y. Luo and Q. Wang. 2012. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. J. Agric. Food Chem. 60: 7644–7651.

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในฤดูฝน ปี 2562

On-farm trials for pre-commercial field corn hybrids in rainy season in 2019

สดใส ช่างสลัก[a]*, ชฎามาศ จิตต์เลขา[a], สำราญ ศรีชมพร[a], กิตติศักดิ์ ศรีชมพร[a], ปวีณา ทองเหลือง[a], สุริพัฒน์ ไทยเทศ[b], สุเมศ ทับเงิน[c], สุทัศน์ แปลงกาย[d], ประกายรัตน์ โภคาเดช[a], พรเทพ แช่มช้อย[a]

Sodsai Changsaluk[a]*, Chadamas Jittlekha[a], Sumran Srichomporn[a], Kittisak Srichomporn[a], Paweena Thongluang[a], Suripat Thaited[b], Sumat Tabngoen[c], Sutad Plangkay[d], Prakayrat Phokadete[a], Porntep Chamchoy[a]

[a]ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร นครราชสีมา 30320

[b]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ นครสวรรค์ 60190

[c]สถานีวิจัยเขาหินซ้อน ฉะเชิงเทรา 24120

[d]สถานีวิจัยลพบุรี ลพบุรี 15250

[a] National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Nakhon Ratchasima 30320, Thailand.

[b]Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Nakhon Sawan 60190, Thailand.

[c] Kao Hinson Research Station, Chacherngsao 15250, Thailand.

[d]Lopburi Research Station, Lopburi 24120, Thailand.

* Corresponding author. Email address: ijsssc@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตและการปรับตัวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ก่อนการค้าที่พัฒนาขึ้นใหม่ในไร่เกษตรกรจังหวัดฉะเชิงเทรา นครราชสีมา และนครสวรรค์ จำนวน 8 แหล่งปลูก ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม 2562 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ 39 พันธุ์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมทั้ง 8 แหล่งปลูก พบว่าพันธุ์ KSX5720 ให้ผลผลิตสูงสุด 1,433 กิโลกรัมต่อไร่ โดยผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ SH1828, NK6275, GT822 และ KSX5908 ซึ่งให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,304–1,325 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 ตั้งแต่ 5–7 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลอง 1,224 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้พันธุ์ใหม่ KSX5720 มีเสถียรภาพดี

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม, พันธุ์ก่อนการค้า, ไร่เกษตรกร

Abstract

In this study was to investigated yield potential and adaptability of 39 pre-commercial field corn hybrids were tested on 8 locations on farmers' fields in Chacherngsao, Nakhon Ratchasima and Nakhon Sawan province during May–December 2019, using RCBD with three replications. The results of combined analysis from 8 locations showed that the KSX5720 gave the highest yield of 1,433 kg/ra,i which higher than check; SW4452 for 16%, but it was not significantly different yield to SH1828, NK6275, GT822 and KSX5908 with gave yielded in the ranking between 1,304–1,325 kg/rai, which higher than check during 5-7%. Average yield of the experiment was 1,225 kg/rai. New hybrid KSX5720 gave good stability.

Keywords: farmers' field, field corn hybrid, pre-commercial

คำนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยในปีเพาะปลูก 2563/64 พบว่า มีเนื้อที่เพาะปลูกรวมทั้งประเทศอยู่ที่ 6.893 ล้านไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2562 อยู่ที่ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูก 6.883 ล้านไร่ และพบว่ามีเนื้อที่เก็บเกี่ยวรวมทั้งประเทศประมาณ 6.840 ล้านไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2562 (6.658 ล้านไร่) อยู่ที่ 2.74 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผลผลิตรวมทั้งประเทศมีค่าเท่ากับ 4.817 ล้านตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2562 จำนวน 3.40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้สำหรับผลผลิตต่อเนื้อที่เพาะปลูกทั้งประเทศ พบว่า มีค่าเท่ากับ 704 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2562 ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 700 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ทั้งนี้ความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ดีพบว่ามีจำนวนเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะข้าวโพดพันธุ์ลูกผสม ซึ่งมีการพัฒนาพันธุ์มาอย่างต่อเนื่องทำให้ได้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไร่เพิ่มมากขึ้นผลผลิตที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นผลจากการใช้พันธุ์ลูกผสม ซึ่งการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมเพื่อส่งเสริมเป็นพันธุ์การค้านั้นจะต้องมีการทดสอบในสภาพไร่เกษตรกรด้วยเพื่อหาพันธุ์ที่มีเสถียรภาพและให้ผลผลิตสูงในแหล่งปลูกข้าวโพดต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้แนะนำให้กับเกษตรกร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศได้ (ราเชนทร์, 2539) ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบศักยภาพการให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพดีของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าพันธุ์ใหม่ก่อนส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยวก่อนการค้าจากภาครัฐและภาคเอกชน จำนวน 39 พันธุ์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU) จำนวน 19 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ KSX5402, KSX5720, KSX5731, KSX5819, KSX5908, KSX5911, KSX5916, KSX6007, KSX6014, KSX6102, KSX6110, KSX6112, KSX6114, KSX6202, KESX1612, KESX1709, KESX1712, KESX1733 และ SW4452 พันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร (DOA) จำนวน 3 พันธุ์ คือ NSX102003, NSX102005 และ NS3 และพันธุ์จากภาคเอกชน จำนวน 17 พันธุ์ จากบริษัทเมล็ดพันธุ์เอเชีย จำกัด จำนวน 2 พันธุ์ คือ LG39769 และ SH1828 บริษัทซินเจนทาซีดส์จำกัด จำนวน 3 พันธุ์ คือ STG257 ST6275 และ S7328 บริษัทโกลคอนค้าจำกัด จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ GT722 และ GT822 บริษัทสุภิราชพร้าวจำกัด จำนวน 2 พันธุ์ คือ SP6001 และ SP6002 บริษัทสยามซีดส์จำกัด จำนวน 2 พันธุ์ คือ SD6004 และ SD6015 บริษัทไทยฟาร์ม จำกัด จำนวน 2 พันธุ์ คือ TA001 และ TA904 บริษัทเคดับบลิวเอสซีดส์จำกัด จำนวน 2 พันธุ์ คือ KWS547 และ KWS549 บริษัทดับบลิวเอสสีดส์จำกัด จำนวน 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ WS8552 บริษัทเจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วสจำกัด จำนวน 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ CP888 ใช้เป็นเปรียบเทียบร่วมกับพันธุ์ NS3 และ SW4452

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงทดลองและเก็บข้อมูล ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 หรือ 15-15-15 และยูเรีย สารควบคุมและกำจัดวัชพืชอาทราซีน เพนดิเมทาลิน และพาราควอท เครื่องมือปลูก เทปวัด ไม้ปักแปลง ปูนขาว ป้าย ไม้วัดความสูง และถุงเก็บผลผลิต

วิธีการ

ทดสอบข้าวโพดไร่ลูกผสมก่อนการค้า 39 พันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ แปลงย่อยจำนวน 4 แถว ความยาวแถว ยาว 5 เมตร ระยะปลูกระหว่างแถว 70 เซนติเมตร ระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร ถอนแยกเหลือ 1 ต้น/หลุม ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 16-20-0 หรือ 15-15-15 ตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน หรือประมาณ 30–50 กิโลกรัมต่อไร่ ในวันปลูก และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าด้วยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 25–30 วัน ควบคุมวัชพืชโดยใช้อาทราซีน อัตรา 400 กรัมต่อไร่ โดยพ่นก่อนวัชพืชงอก และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนและใช้สารกำจัดวัชพืชเมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 40 วัน เก็บข้อมูลลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต จาก 2 แถวกลาง คือ ความสูงต้น (ซม.) ความสูงฝัก (ซม.) จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว จำนวนต้นหักล้ม จำนวนฝักเก็บเกี่ยว จำนวนฝักเสียความชื้นเมล็ดเปอร์เซ็นต์กะเทาะ และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ นำมาคำนวณผลผลิตต่อไร่ จาก Equation 1

$$\text{ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักฝัก x เปอร์เซ็นต์กะเทาะ} \times (100\text{-ความชื้นเมล็ดที่วัดได้}) \times 1{,}600}{(\text{ความชื้นมาตรฐาน คือ } 100\text{-}15) \times \text{พื้นที่เก็บเกี่ยว}} \quad (1)$$

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistix และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Rank Test) และวิเคราะห์ผลผลิตแบบ Additive Main effect and Multiplicative Interactive (AMMI) เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดีและให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแปลงทดลอง โดยใช้วิธีของ Shukla (1972) และ Klang (1993)

โดยทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน 2562 ในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา อำเภอสนามชัยเขต (1 แหล่งปลูก) นครราชสีมา เขตอำเภอปากช่อง (5 แหล่งปลูก) อ.ปักธงชัย (1 แหล่งปลูก) และจังหวัดนครสวรรค์ (1 แหล่งปลูก) รวมจำนวน 8 แหล่งปลูก (location)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมทั้ง 8 แหล่งปลูก พบว่าพันธุ์ก่อนการค้า KSX5720 ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 1,433 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ SH1828, NK6275, GT822 และ KSX5908 โดยให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,304–1,325 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 ตั้งแต่ 5–7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับพันธุ์ CP888 และ NS3 ให้ผลผลิต 1,100 และ 1,051 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 เท่ากับ 11 และ 15 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อื่นๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 ซึ่งให้ผลผลิตเท่ากับ 1,240 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลองเท่ากับ 1,224 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 1 and Table 2)

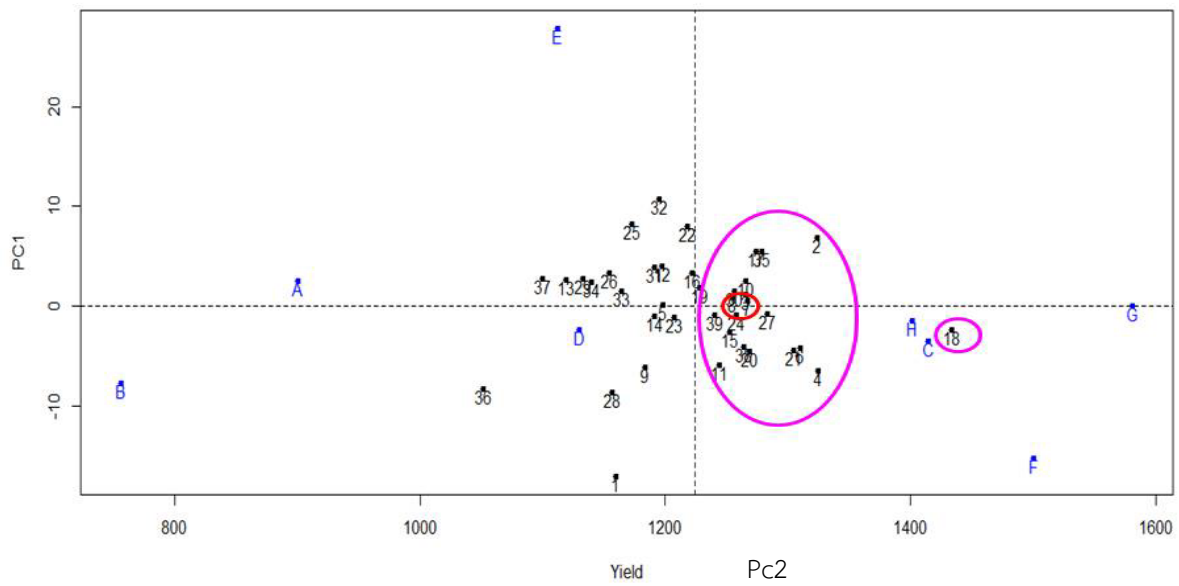
สำหรับลักษณะทางการเกษตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ KSX6114 ให้ความสูงต้นสูงสุด 225 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ GT822 ให้ความสูงต้นต่ำสุด 193 เซนติเมตร พันธุ์ KSX5402 ให้ความสูงฝักสูงสุด 123 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ LG39769 ให้ความสูงฝักต่ำสุด 98 เซนติเมตร พันธุ์ SH1828, STG257, SP6001, NSX102003 และ CP888 ให้จำนวนต้นเก็บเกี่ยวสูงสุด 50 ต้น ในขณะที่พันธุ์ TA001 ให้จำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่ำสุด 44 ต้น พันธุ์

CP888 ให้เปอร์เซ็นต์ต้นหักล้มสูงสุด 15.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ SD6004 ให้เปอร์เซ็นต์ต้นหักล้มต่ำสุด 1.7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับพันธุ์ CP888 ให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยวสูงสุด 51 ฝัก ส่วนพันธุ์ KSX6112 และ KSX6114 ให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่ำสุด 41 ฝัก พันธุ์ KSX6114 ให้เปอร์เซ็นต์ฝักเสียสูงสุด 13.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ GT822 ให้เปอร์เซ็นต์ฝักเสียต่ำสุด 2.1 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเมล็ด มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ KSX6112 ให้ความชื้นเมล็ดสูงสุด 26.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ CP888 ให้ความชื้นต่ำสุด 19.3 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ KSX5916 ให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 87.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ SP6002 ให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะต่ำสุด 79.6 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

เมื่อนำผลผลิตมาวิเคราะห์แบบ Additive Main effect and Multiplicative Interactive (AMMI) เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดี โดยใช้วิธีของ Shukla (1972) และ Klang (1993) ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแปลงทดลอง จากทั้ง 8 แหล่งปลูก พบว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแปลงทดลอง (1,224 กก./ไร่) คือพันธุ์ที่อยู่ด้านขวาของเส้น principle component ที่ 2 (pc2=เส้นแนวตั้ง) และพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดี (stability) คือพันธุ์ที่อยู่ชิดกับเส้น principle component ที่ 1 (pc1=เส้นแนวนอน) และอยู่ห่างจากจุดตัดมากที่สุด โดยพันธุที่มีเสถียรภาพดีและมีผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแปลงทดลอง คือพันธุ์ KSX5720 (18), SP6001 (7), SP6002 (8), KSX6101 (27), SD6015 (10), KSX6007 (24), KSX6202 (30) KSX4452 (39), KSX5731 (19), KWS547 (13), GT822 (6), GT722 (5), NSX102003 (15), KSX5819 (20) NK6275 (4), KSX5908 (21), และ S7328 (38) พันธุ์ที่มีเสถียรภาพดีที่สุดได้แก่ พันธุ์ SP6001 (7) และ SP6002 (8) ส่วนพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดีและมีผลผลิตสูงสุดคือ พันธุ์ KSX5720 (18) (Fig. 1)

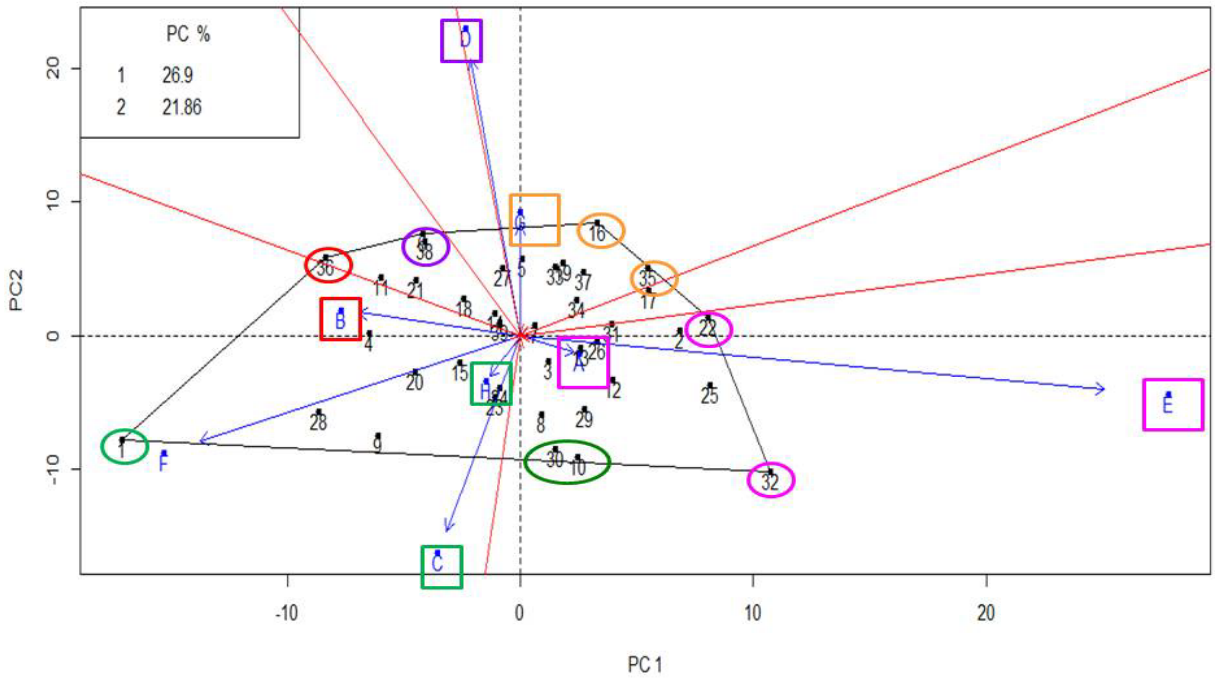
พันธุ์แต่ละพันธุ์เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมแต่ละที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ KESX1709 (32) และ KSX5911 (22) เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงสุดและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมบ้านทุ่งเสาธง (location E) และบ้านโคกตะเคียนงาม (location A) พันธุ์ LG39769 (1) เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงสุดและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมบ้านคลองอิเฒ่า (location F) บ้านใหม่ (location C) และ ไร่สุวรรณ (location H) ส่วนพันธุ์ NS3 (36) เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงสุดและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมบ้านน้ำพุ (location B) ในขณะที่พันธุ์ GT822 (6) เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงสุดและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมบ้านภูฟ้า (location D) สำหรับพันธุ์ NSX102005 (16) และ WS8552 (35) เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงสุดและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ (location G) (Fig. 2)

ผลการทดลองนี้สอดคล้องและได้ผลเช่นเดียวกับสดใส และคณะ (2562) ซึ่งรายงานว่า พันธุ์ KSX5720 ให้ผลผลิตสูงสุด 1,290 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบถึง 14 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ใหม่ KSX5614, KSX5810, KSX5908 และพันธุ์การค้า S7328, P4554, DK6818 ที่ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,203–1,265 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ที่ให้ผลผลิต 1,126 กิโลกรัมต่อไร่ ตั้งแต่ 7–12 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลองเท่ากับ 1,198 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์ P4554, KSX5908, S7328, DK6818 และ KSX5810 ให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพของพันธุ์ดี และมีผลการทดลองเช่นเดียวกับสดใส และคณะ (2563) ซึ่งทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในไร่เกษตรกรจังหวัดฉะเชิงเทรา และนครราชสีมา จำนวน 9 แหล่งปลูก พบว่า พันธุ์ KSX5720 ให้ผลผลิตสูงสุด 876 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 ถึง 13 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์การค้า P4554, S7328 และ DK9919 และพันธุ์ใหม่ KSX5821 ซึ่งให้ผลิตอยู่ระหว่าง 793 - 860 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ตั้งแต่ 7–11 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลอง 795 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้พันธุ์ KSX5720 มีเสถียรภาพดี



Remark: letter (A° - H°) is location, and number (1^{0} - 39°) is variety

Fig. 1 GE biplot of AMMI 1 of pre-commercial hybrids from 8 locations on farmers' field in 2018



Remark: Number (1°... 39°) is variety, and Letter (A^{0}-H^{0}) is location

Fig. 2 GE biplot of AMMI 2 of pre-commercial hybrids from 8 locations on farmers' field in 2018

Table 1 Mean of combined on yield and agronomic characters of pre-commercial hybrids field corn on farm trial from 8 locations in 2018

Entry	Variety	Company	Plant ht.	Ear ht.	Plant harvested		Ear harvested		Moisture	Shelling	Grain yield		Rel. to
			cm	cm	Stand	Lodging(%)	Total	Rotten (%)	%	%	kg/rai		check (%)
1	LG39769	Seed Asia Co.,Ltd.	195	98	46	5.6	44	7.2	24.7	83.8	1160	e-j	94
2	SH1828	Seed Asia Co.,Ltd.	202	108	50	3.5	50	3.1	24.2	81.0	1324	ab	107
3	STG257	Syngenta Co.,Ltd.	204	113	50	4.2	49	4.8	24.1	82.6	1266	b-g	102
4	NK6275	Syngenta Co.,Ltd.	202	112	49	6.9	47	3.0	22.4	86.4	1325	ab	107
5	GT722	Glod Cornda Asia Co.,Ltd.	198	103	47	4.3	45	4.2	24.3	83.9	1199	b-i	97
6	GT822	Glod Cornda Asia Co.,Ltd.	193	106	47	7.9	46	2.1	23.6	84.9	1310	abc	106
7	SP6001	Supirat Parw Co.,Ltd.	194	106	50	4.2	48	3.7	23.7	82.9	1267	b-g	102
8	SP6002	Supirat Parw Co.,Ltd.	194	112	47	2.7	46	5.6	24.2	79.6	1255	b-g	101
9	SD6004	Siam Seed Co.,Ltd.	207	114	47	1.7	46	5.1	25.5	81.2	1183	c-j	95
10	SD6015	Siam Seed Co.,Ltd.	200	109	47	3.3	46	4.6	23.8	80.8	1266	b-g	102
11	TA001	Thai Farm Seed Asia Co.,Ltd.	200	112	44	3.1	42	5.0	22.9	86.9	1244	b-h	100
12	TA904	Thai Farm Seed Asia Co.,Ltd.	198	103	49	5.8	46	2.8	23.6	85.2	1197	b-i	97
13	KWS547	KWS Seeds Co.,Ltd.	197	102	49	4.2	48	2.4	21.7	80.1	1119	hij	90
14	KWS549	KWS Seeds Co.,Ltd.	217	110	49	6.6	50	6.5	21.5	80.8	1191	b-i	96
15	NSX102003	DOA	196	116	50	4.2	48	4.8	21.6	84.3	1253	b-h	101
16	NSX102005	DOA	194	106	48	3.6	48	4.7	21.8	85.0	1222	b-i	99
17	KSX5402	KU	217	123	48	4.1	45	11.2	23.4	84.4	1274	b-f	103
18	**KSX5720**	**KU**	**212**	**106**	**48**	**4.8**	**47**	**6.4**	**23.7**	**84.2**	**1433**	**a**	**116**
19	KSX5731	KU	205	108	48	6.4	45	4.7	23.4	82.4	1228	b-i	99
20	KSX5819	KU	211	116	45	12.0	42	6.3	24.9	84.6	1269	b-g	102
21	KSX5908	KU	210	113	47	8.2	45	3.9	24.6	83.6	1304	a-d	105
22	KSX5911	KU	217	115	49	6.4	46	8.5	25.0	85.2	1218	b-i	98
23	KSX5916	KU	203	114	46	8.8	44	3.6	22.4	87.8	1207	b-i	97
24	KSX6007	KU	209	115	46	12.4	44	6.9	24.1	85.0	1258	b-g	101
25	KSX6014	KU	199	111	46	8.5	44	9.9	22.7	82.9	1173	d-j	95
26	KSX6102	KU	194	110	46	7.1	44	10.4	24.9	84.1	1155	e-j	93
27	KSX6110	KU	212	122	48	2.9	45	11.7	24.2	82.6	1283	b-e	103
28	KSX6112	KU	218	112	46	11.8	41	8.8	26.4	84.4	1157	e-j	93
29	KSX6114	KU	225	113	45	7.5	41	13.0	23.7	83.3	1133	g-j	91
30	KSX6202	KU	218	120	48	7.1	45	7.2	23.5	81.2	1257	b-g	101
31	KESX1612	KU	209	109	48	8.8	47	5.1	22.2	82.0	1191	b-i	96
32	KESX1709	KU	198	116	49	5.9	46	4.8	24.7	82.4	1195	b-i	96
33	KESX1712	KU	195	112	47	4.1	46	5.0	25.2	82.1	1164	e-j	94
34	KESX1733	KU	199	111	48	9.4	47	4.7	22.6	81.9	1140	f-j	92
35	WS8552	WS Research Co.,Ltd.	208	112	48	7.2	46	6.7	23.6	83.4	1278	b-e	103
36	NS3	DOA	204	108	46	7.3	44	4.2	22.2	83.2	1051	j	85
37	CP888	Chroen Pokphand Produce	208	114	50	15.2	51	4.0	19.3	84.1	1100	ij	89
38	S7328	Syngenta	204	114	49	5.9	48	4.9	24.0	80.9	1264	b-g	102
39	SW 4452 (Check)	KU	202	117	48	10.5	46	6.1	24.1	81.9	1240	b-h	100
	Average		204	111	47.7	6.5	43	5.8	23.6	83.3	1224		
	C.V.(%)		7.7	11.7	10.2	159.5	11.8	141.7	11.0	3.6	14.9		
	F - test		**	**	**	**	**	**	**	**	**		
	LSD 0.05		8.9	7.4	2.7	5.9	3.1	4.7	1.5	1.7	104		
	LSD 0.01		11.7	9.7	3.6	7.7	4.0	6.2	1.9	2.2	136		

[1/] Mean followed by a common letter are not significantly different at 0.05 probability level by DMRT

** = Significant at the 0.01 probability level

Table 2 Sumarry on yield of pre-commercial hybrids field corn on farm trial from 8 locations in 2018

Entry	Loction / Variety	1 Ban Khok Takean Ngam Sanam Chaika CS	2 Ban Nampu Pak Chong NM	3 Ban Mai Pak Chong NM	4 Ban Pku Fha Pak Chong NM	5 Ban Tungsaotong Pakthongchai NM	6 Ban Khong E-Tao Pak Chong NM	7 Suwan Farm Pak Chong NM	8 Nakhon Sawan FRC Takfa NS	**Average**		Rel. to check %
1	LG39769	821	934	1528	903	611	1724	1418	1337	**1,160**	e-j[1/]	94
2	SH1828	1191	826	1585	1290	1347	1386	1554	1411	**1,324**	ab	107
3	STG257	979	785	1551	1089	1097	1338	1648	1639	**1,266**	b-g	102
4	NK6275	1096	816	1596	1168	969	1660	1917	1375	**1,325**	ab	107
5	GT722	654	660	1413	1238	1048	1364	1761	1450	**1,199**	b-i	97
6	GT822	1067	829	1399	1365	996	1537	1803	1487	**1,310**	abc	106
7	SP6001	886	778	1517	1257	1151	1457	1547	1543	**1,267**	b-g	102
8	SP6002	1014	664	1448	991	1179	1624	1588	1533	**1,255**	b-g	101
9	SD6004	795	744	1569	956	914	1549	1453	1487	**1,183**	c-j	95
10	SD6015	815	799	1771	1039	1248	1477	1528	1485	**1,270**	b-g	102
11	TA001	827	800	1257	1307	1048	1786	1539	1388	**1,244**	b-h	100
12	TA904	711	763	1465	1017	1227	1390	1543	1464	**1,197**	b-i	97
13	KWS547	869	899	1340	894	1057	1215	1519	1157	**1,119**	hij	90
14	KWS549	808	837	1328	1019	1005	1353	1691	1489	**1,191**	b-i	96
15	NSX102003	777	941	1413	1145	1150	1628	1454	1515	**1,253**	b-h	101
16	NSX102005	857	818	1257	1374	1195	1374	1504	1400	**1,222**	b-i	99
17	KSX5402	936	702	1320	1248	1337	1547	1660	1441	**1,274**	b-f	103
18	**KSX5720**	**971**	**935**	**1735**	**1481**	**1215**	**1629**	**1812**	**1686**	**1,433**	**a**	**116**
19	KSX5731	931	678	1331	1282	1144	1472	1628	1359	**1,228**	b-i	99
20	KSX5819	902	675	1534	1118	1040	1702	1721	1458	**1,269**	b-g	102
21	KSX5908	991	826	1278	1397	1124	1799	1466	1553	**1,304**	a-d	105
22	KSX5911	804	615	1329	1167	1360	1440	1581	1446	**1,218**	b-i	98
23	KSX5916	985	778	1504	990	1078	1536	1559	1229	**1,207**	b-i	97
24	KSX6007	1039	765	1310	1086	1215	1799	1440	1407	**1,258**	b-g	101
25	KSX6014	898	689	1212	832	1319	1420	1606	1405	**1,173**	d-j	95
26	KSX6102	864	638	1355	1086	1121	1355	1428	1389	**1,155**	e-j	93
27	KSX6110	810	666	1430	1357	1129	1555	1719	1602	**1,283**	b-e	103
28	KSX6112	839	633	1445	1013	819	1641	1363	1504	**1,157**	e-j	93
29	KSX6114	1030	635	1245	827	1104	1462	1429	1329	**1,133**	g-j	91

Entry	Loction / Variety	1 Ban Khok Takean Ngam Sanam Chaika CS	2 Ban Nampu Pak Chong NM	3 Ban Mai Pak Chong NM	4 Ban Pku Fha Pak Chong NM	5 Ban Tungsaotong Pakthongchai NM	6 Ban Khong E-Tao Pak Chong NM	7 Suwan Farm Pak Chong NM	8 Nakhon Sawan FRC Takfa NS	**Average**		Rel. to check %
30	KSX6202	931	677	1611	980	1271	1720	1639	1225	**1,257**	b-g	101
31	KESX1612	943	754	1304	1057	1180	1396	1569	1327	**1,191**	b-i	96
32	KESX1709	906	631	1559	886	1423	1367	1404	1388	**1,195**	b-i	96
33	KESX1712	971	796	1260	1201	1056	1321	1444	1264	**1,164**	e-j	94
34	KESX1733	853	697	1279	1123	1091	1356	1456	1266	**1,140**	f-j	92
35	WS8552	1009	696	1390	1237	1268	1433	1834	1360	**1,278**	b-e	103
36	NS3	739	774	1251	1044	645	1296	1575	1087	**1,051**	j	85
37	CP888	787	708	1218	1060	1073	1332	1596	1028	**1,100**	ij	89
38	S7328	1045	921	1288	1292	986	1508	1646	1423	**1,264**	b-g	102
39	SW 4452 (Check)	759	762	1530	1245	1143	1557	1612	1314	**1,240**	b-h	100
	Average	**900**	**758**	**1414**	**1130**	**1112**	**1500**	**1581**	**1401**	1,224		
	C.V.(%)	17.5	19.7	12.0	18.2	17.1	10.4	7.1	9.5	**14.9**		
	F - test	**	**	**	**	**	**	**	**	**		
	LSD0.05	257	243	275	334	309	253	181	215	**104**		
	LSD 0.01	340	322	365	443	410	335	241	249	**136**		

1/ Mean followed by a common letter are not significantly different at 0.05 probability level by DMRT
** = Significant at the 0.01 probability level

สรุป

พันธุ์ก่อนการค้า KSX5720, SH1828, NK6275, GT822 และ KSX5908 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 ถึง 5–16 เปอร์เซ็นต์ (ผลผลิต 1,433 1,324 1ม325 1,310 และ 1,304 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ซึ่งสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลอง (1,224 กิโลกรัมต่อไร่)

จากผลคัดเลือกพันธุ์โดยการวิเคราะห์ผลผลิตแบบ IMMI ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพดีคือพันธุ์ KSX5720, SP6001 และ SP6002

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการเกษตร เจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่สนับสนุนการทำงานวิจัยให้สำเร็จด้วยดีเสมอมา ขอบคุณหน่วยงานวิจัยร่วมทุกภาคส่วน คือ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร บริษัทซินเจนทาซีดส์จำกัด บริษัทเมล็ดพันธุ์เอเชียจำกัด บริษัทเดอะบลิวเอสซีดส์จำกัด บริษัทเคดับลิวเอสจำกัด บริษัทโกลด์คอนค้าจำกัด บริษัทสุภิราชป้าวจำกัด บริษัทสยามซีดส์จำกัด บริษัทไทยฟาร์มเมล็ดพันธุ์เอเชียจำกัด และบริษัทเจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วสจำกัด ที่สนับสนุนเมล็ดพันธุ์และปัจจัยในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ราเชนทร์ ถิรพร. 2569. 5 ปีของการวิจัยทางเขตกรรมข้าวโพด. โครงการวิจัย ศ. 3.1. ใน: การประชุมทางวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 27. กาญจนบุรี.

สดใส ช่างสลัก, สำราญ ศรีชมพร, ชฎามาศ จิตต์เลขา, ปวีณา ทองเหลือง, วราภรณ์ บุญเกิด, กิตติศักดิ์ ศรีชมพร. 2563. การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในไร่เกษตรกร. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 17. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. หน้า 3448–3456.

สดใส ช่างสลัก, สำราญ ศรีชมพร, ชฎามาศ จิตต์เลขา, ปวีณา ทองเหลือง, วราภรณ์ บุญเกิด, แสงแข น้าวานิช, ประพนธ์ บุญรำพรรณ, กิตติศักดิ์ ศรีชมพร, ธัญธิตา ศรีสุระ. 2562. การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมในฤดูปลายฝน ปี 2561 ในจังหวัดนครราชสีมา. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 16. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. หน้า 2131–2138.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ผลพยากรณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. http://www.oae.go.th/view/>TH-TH, 12 ตุลาคม 2563.

Kang, M.S. 1993. Simutaneous selection for yield and stabiality: Consequences for growers. Agron. J. 85: 754-757.

Shukla, G.K. 1972. Somstatistical aspect of partitioning genotype-environ components of variability. Heredity 29: 239–245.

การประเมินคุณภาพทางเคมีของฮอปส์ (*Humulus lupulus*) ที่ปลูกในจังหวัดนนทบุรี

Chemical quality assessment of hops (*Humulus lupulus*) growing in Nonthaburi province

กฤติพัฒน์ เนติประเสริฐ, สุรีรัตน์ เฉลยวรรณ, มงคล เพ็ญสายใจ*

Krittiphat Natiprasert, Sureerat Chalaeywan[a], Mongkol Phensaijai*

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Biology, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60050732@kmitl.ac.th, mongkol.ph@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ฮอปส์ (Hops) หรือ *Humulus lupulus* เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ให้สารให้ความขมและกลิ่นเป็นหลัก การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของฮอปส์ที่ปลูกในจังหวัดนนทบุรี ของประเทศไทย 3 สายพันธุ์ คือ Comet, CM-003 และ ZU-007 โดยประเมินความขมจากร้อยละของกรดแอลฟาทั้งหมด และกรดเบต้าทั้งหมด ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) และประเมินสารให้กลิ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS) ผลการประเมินครั้งนี้พบว่า มีร้อยละของกรดแอลฟาทั้งหมดของ Comet CM-003 และ ZU-007 คือ 17.67, 15.44 และ 16.62 ตามลำดับ พบว่าค่าร้อยละของกรดแอลฟาทั้งหมดของฮอปส์ทั้ง 3 สายพันธุ์ เหมาะที่จะนำไปผลิตเบียร์ที่ต้องการความขมสูง และร้อยละของกรดเบต้าทั้งหมด 3 สายพันธุ์ คือ 5.06, 3.43 และ 3.86 ตามลำดับ สายพันธุ์ที่มีเบต้า-ไมร์ซีนมากที่สุด คือ CM-003 ร้อยละ 79.59 ซึ่งมีกลิ่นคล้ายดอกไม้ เหมาะสมที่จะนำไปผลิตเบียร์ที่ต้องการกลิ่นของดอกไม้รองลงมาคือ Comet ร้อยละ 52.73 น้อยสุด คือ ZU-007 ร้อยละ 47.92 เบต้า-แคริโอฟิลลีน ของสายพันธุ์ Comet มีค่าสูงสุดร้อยละ 29.99 ซึ่งเบต้า-คารี่โอฟิลลีนให้กลิ่นกานพลู เหมาะสำหรับการผลิตเบียร์ที่ให้กลิ่นรสแบบเผ็ดร้อน ของกานพลูรองลงมาคือ ZU-007 ร้อยละ 19.50 และ CM-003 ร้อยละ 14.50 แอลฟา-ฮิวมิลีนสูงสุดคือ ZU-007 ร้อยละ 32.58 ซึ่งให้กลิ่นไม้สน เหมาะสมในการนำไปผลิตเบียร์ที่ต้องการเอกลักษณ์เฉพาะ รองลงมาคือ Comet ร้อยละ 17.28 สายพันธุ์ที่มีค่าน้อยสุดคือ CM-003 ร้อยละ 5.91

คำสำคัญ: กรดเบต้า, กรดแอลฟา, เบต้า-คารีโอฟิลลีน, เบต้า-มายซีน, แอลฟา-ฮิวมูลีน

Abstract

Hops or *Humulus lupulus* are important components because of its major bitterness and aromatic properties. Objective of this study was to assess the quality of three hops grown in Nonthaburi province of Thailand; namely Comet CM-003 and ZU-007 by measuring the bitterness from the percentage of total alpha and total beta acids with High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) and aromatherapy scent evaluation with Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GC-MS). The result was found that the percentage of total alpha acid of Comet CM-003 and ZU-007 were 17.67 15.44 and 16.62 respective. The result was found that the percentage of total alpha acid of three hops suitable for brewing requires high bitterness and the percentage of these 3 varieties of beta acid were 5.06 4.43 and 3.86 respective. The variety with the highest beta-myrcene content was CM-003; 79.59% Which smells like flowers suitable for brewing need a floral scent, followed by Comet; 52.73% and the least was ZU-007; 47.92%. The highest content beta-caryophyllene was found in Comet; 29.99% Which beta-caryophyllene the clove aroma for brewing a spicy flavor of cloves, followed by ZU-007 19.50% and the least was CM-003; 14.50%. The highest content alpha-humulene was ZU-007; 32.58% Which gives a pine wood scent suitable for brewing requires a unique, followed by Comet; 17.28% and the least was CM-003; 5.91%.

Keywords: alpha acid, alpha-humulene, beta acid, beta-caryophyllene, beta-myrcene

คำนำ

ฮอปส์ (*Humulus lupulus*) เป็นพืชพันธุ์ไม้เลื้อยตระกูล Cannabaceae นิยมปลูกที่ประเทศสหรัฐอเมริกา เยอรมัน สาธารณรัฐเช็ค และจีน เป็นพืชที่มีความสำคัญในการผลิตเบียร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นแหล่งที่มาของความขม ที่เกิดจากกรด แอลฟา และ เบต้า หรือ ฮิวมูโลน (Humulone) และ ลูพูโลน (Lupulone) ตามลำดับ ซึ่งกรดแต่ละตัวดังกล่าวยังประกอบไปด้วยหน่วยย่อย 3 ชนิด คือ co-humulone, n-humulone, ad-humulone และ co-lupulone, n-lupulone, ad-lupulone ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุล ซึ่งกรดแอลฟามีความขมมากกว่ากรดเบต้า จึงนิยมใช้ปริมาณของกรดแอลฟาเป็นตัวบ่งชี้ความขมของฮอปส์ชนิดนั้น ๆ (Cattoor et al., 2013) โดยงานวิจัยของ Rybka et al., (2018) พบว่า กรดแอลฟาที่มาจากต่อมลูพูลิน (Lupulin) ของดอกฮอปส์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เบียร์มีรสขม จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ปลูก ระยะเวลาที่ใช้เก็บเกี่ยว และสายพันธุ์ของฮอปส์ นอกจากฮอปส์จะให้ความขมแล้วยังให้กลิ่นหอมเฉพาะที่เกิดจากน้ำมันหอมระเหย เช่น เบต้า-แคริโอฟิลลีน (Beta-caryophyllene) แอลฟา-ฮิวมิลีน (Alpha-humulene) และ เบต้า-ไมร์ซีน (Beta-Myrcene) ซึ่งสารเหล่านี้ทำให้ฮอปส์แต่ละสายพันธุ์แตกต่างกัน (Katono et al., 2018) กลิ่นดังกล่าว เช่น กลิ่นส้ม ดอกไม้ สมุนไพรกลิ่นไม้สน และผลไม้ นอกจากฮอปส์จะให้กลิ่นรสในเบียร์แล้ว ยังมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจส่งผลเสียต่อคุณภาพของเบียร์ได้อีกด้วย จากการรายงานของ Natarajan et al., (2008) พบว่าสารปฏิชีวนะจากฮอปส์มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ โดยใช้วิธี agar disk diffusion method เนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่พบว่ามีการวิจัยหรือมีการประเมินคุณภาพของฮอปส์มากนัก ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาฮอปส์ยังไม่เป็นที่นิยมเพาะปลูกในประเทศไทยเพราะต้นฮอปส์จะเติบโตได้ดีที่สุดที่ละติจูด 35–55 ทำให้สภาพแวดล้อม และภูมิอากาศของประเทศไทยไม่เอื้ออำนวยให้ปลูกได้ แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจจำนวนมากเริ่มเพาะปลูกพืชชนิดนี้มากขึ้น เนื่องจากหลายปีที่ผ่านมาตลาดคราฟท์เบียร์ในประเทศไทยเติบโตเป็นอย่างมาก ในการเลือกฮอปส์ Comet สายพันธุ์แท้กับ ZU-007 และ CM-003 ที่เป็นพันธุ์ผสมที่ฟาร์มคัดเลือกสายพันธุ์ เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบปริมาณสารที่ให้ความขมและกลิ่นว่าเมื่อนำสายพันธุ์แท้จากประเทศสหรัฐอเมริกา และสายพันธุ์ที่ฟาร์มคัดเลือกที่ปลูกในประเทศไทย โดยในการปลูกมีการควบคุมในสภาวะโรงเรือนทั้งในส่วนของดิน น้ำปุ๋ย ค่า พีเอช และอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณสารของฮอปส์ที่ต้องการทั้งความขมและกลิ่น ซึ่งจังหวัดนนทบุรีเป็นศูนย์กลางในการกระจายฮอปส์ได้ง่าย รวดเร็ว และเหมาะกับการผลิตเบียร์ที่ต้องการใช้ดอกฮอปส์สดในการผลิตเบียร์ที่ควรใช้ภายใน 24 ชั่วโมง นับตั้งแต่เก็บเกี่ยว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาวิจัย เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพฮอปส์ทางเคมีที่ปลูกในจังหวัดนนทบุรี ของประเทศไทย ได้แก่ ฮอปส์ 3 สายพันธุ์ คือ Comet ZU-007 และ CM-003 เพื่อนำไปพัฒนางานวิจัยด้านการพัฒนาสายพันธุ์ฮอปส์ที่ปลูกในประเทศไทย และพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ของประเทศไทยต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์

ดอกฮอปส์สดได้รับอนุเคราะห์จากบริษัทนนทบุรี บรูอิ้ง จำกัด ที่ปลูกในจังหวัดนนทบุรี ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 โดยใช้ดอกฮอปส์สดที่โตเต็มที่พร้อมในการวิเคราะห์ ในระยะการเก็บเกี่ยวการ

คัดเลือกทำโดยการส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อสังเกตถุงน้ำมันในดอกฮอปส์ เมื่อน้ำมันเต็มพร้อมในการวิเคราะห์ก่อนทำการเก็บเกี่ยว แสดงดัง Fig. 1



(A) (B) (C)

Fig. 1 shows Oil bag of hops (A) Cross section of hops (B) and Mature hops (C)

การวิเคราะห์เรซิ่นด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography (HPLC))

การวิเคราะห์เรซิ่นของดอกฮอปส์สด 10 กรัม ทำการผสมกับเมทานอล, ไดเอทิลอีเทอร์ และ 0.1 M กรดไฮโดรคลอริก ด้วยอัตราส่วน 2:10:4 ทำให้เกิดการแยกชั้นเป็นสองส่วน จากนั้นดูดส่วนของเรซิ่นส่วนใสเจือจางสิบเท่าด้วยเมทานอล กรองด้วยตัวกรองที่มีขนาด 0.22 ไมโครเมตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้คอลัมน์ C18 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที และมีเฟสเคลื่อนที่ 2 ชนิด คือ น้ำต่อกรดฟอสฟอริก 0.1% และอะซิโตไนไตล์ 100% ที่เวลา 0–12 นาที 52% อะซิโตไนไตล์, 12–14 จาก 52% เป็น 70% อะซิโตไนไตล์ และ 14–20 นาที ใช้ 70% อะซิโตไนไตล์ ความยาวคลื่น 314 นาโนเมตร เทียบกับสารมาตรฐาน ICE-4 (International Calibration Extract 4) อ้างอิงตามข้อกำหนดของ European Brewery Convention (EBC) (Forteschi et al., 2019)

*การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย ด้วยเครื่อง*แก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ *(Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS))*

การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากดอกฮอปส์สด 50 กรัม สกัดด้วยเครื่อง Clevenger apparatus ที่มีน้ำเป็นส่วนในการควบแน่น ใช้เวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้ 50 ไมโครลิตร มาเจือจางด้วยสารละลายไดคลอโรมีเทน 200 ไมโครลิตร และนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS โดยในการวิเคราะห์ใช้คอลัมน์ VF-5 ms ใช้น้ำมันหอมระเหยในการฉีด 1 ไมโครลิตร สารประกอบของน้ำมันหอมระเหยถูกแยกด้วยก๊าซฮีเลียมที่อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วในการไหล 1:300 เป็นเวลา 7 นาที ขณะที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ 5 องศาเซลเซียส จนถึง 200 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นผลที่ได้ในรูปกราฟโครมาโตแกรม (Forteschi et al., 2019)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography (HPLC))

การวิเคราะห์เพื่อประเมินคุณภาพของฮอปส์ในด้านของความขม จะมีการวิเคราะห์สารให้ความขมชนิดเรซิ่น โดยจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กรดอัลฟา (alpha acid) ที่ประกอบไปด้วย co-alpha ซึ่งมีหน่วยย่อยเป็น co-humulone และ n+ad-alpha มีหน่วยย่อยเป็น n-humulone และ ad-humulone และกรดเบต้า (Beta acid) ประกอบไปด้วย co-beta มีหน่วยย่อยเป็น co-lupulone และ n+ad-beta มีหน่วยย่อยเป็น n-lupulone และ ad-lupulone ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณเรซิ่นในดอกฮอปส์ชนิด co-alpha ในฮอปส์ 3 สายพันธุ์ คือ Comet ZU-007 และ CM-003 อยู่ในช่วงร้อยละ 2.86–4.23 และ สายพันธุ์ Comet มีปริมาณสาร co-alpha มากที่สุด มีค่าเท่ากับร้อยละ 4.23 รองลงมาคือ CM-003 และ ZU-007 มีปริมาณสารร้อยละ 3.65 และ 2.86 ตามลำดับ สำหรับสาร n+ad-alpha ในฮอปส์ 3 สายพันธุ์ อยู่ในช่วงร้อยละ 12.58–13.44 และสายพันธุ์ Comet มีปริมาณสาร n+ad-alpha มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 13.44 รองลงมาคือ CM-003 และ ZU-007 มีปริมาณสารร้อยละ 12.61 และ 12.58 ตามลำดับ ในส่วนของสาร co-beta ในฮอปส์ 3 สายพันธุ์ อยู่ในช่วงร้อยละ 1.84–2.95 และสายพันธุ์ Comet มีปริมาณสาร co-beta มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 2.95 รองลงมาคือ CM-003 และ ZU-007 มีปริมาณสารร้อยละ 2.13 และ 1.84 ตามลำดับ และสาร n+ad-beta ในฮอปส์ 3 สายพันธุ์ อยู่ในช่วงร้อยละ 1.59-2.11 และสายพันธุ์ Comet มีปริมาณสาร n+ad-beta มากที่สุด มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 2.11 รองลงมาคือ CM-003 และ ZU-007 มีปริมาณสารร้อยละ 1.73 และ 1.59 ตามลำดับ จากปริมาณเรซิ่นในฮอปส์ชนิดต่าง ๆ สามารถหาค่าร้อยละของกรดแอลฟาทั้งหมด (Total alpha acid) และค่าร้อยละของกรดเบต้าทั้งหมด (Total beta acid) ซึ่งค่าร้อยละกรดแอลฟาทั้งหมด เป็นค่าที่บ่งบอกความขมของฮอปส์สายพันธุ์นั้น ๆ โดยร้อยละกรดแอลฟาทั้งหมดของฮอปส์ทั้งสาม 3 พันธุ์ จะอยู่ในช่วง 15.44–17.67 และพบว่าสายพันธุ์ Comet มีค่าร้อยละกรดแอลฟาทั้งหมดสูงที่สุด มีค่าเท่ากับร้อยละ 17.67 รองลงมาคือ คือ CM-003 และ ZU-007 มีปริมาณสารร้อยละ 16.26 และ 15.44 ตามลำดับ และในทำนองเดียวกัน ค่าร้อยละของกรดเบต้าทั้งหมดของฮอปส์ทั้งสาม 3 สายพันธุ์ จะอยู่ในช่วง 3.43–5.06 และพบว่าสายพันธุ์ Comet มีค่าร้อยกรดแอลฟาทั้งหมดสูงที่สุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 5.06 รองลงมา คือ CM-003 และ ZU-007 มีปริมาณสารร้อยละ 3.86 และ 3.43 ตามลำดับ ฮอปส์ที่เหมาะต่อการนำไปผลิตเบียร์ที่มีความขมสูง ต้องมีร้อยละของกรดแอลฟาทั้งหมดมากกว่า 15 ขึ้นไป (Kunze, 2019) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินร้อยละของกรดแอลฟาทั้งหมด พบว่าฮอปส์ทั้ง 3 สายพันธุ์ มีค่าร้อยละกรดแอลฟามากกว่า 15 จึงเหมาะนำไปผลิตเบียร์ที่มีความขมสูง เมื่อสังเกตปริมาณเรซิ่น คือ ค่าร้อยละของกรดแอลฟาทั้งหมด และกรดเบต้าทั้งหมดจากฮอปส์ 3 สายพันธุ์ เห็นได้ว่าแม้จะปลูกในสภาวะแวดล้อมเดียวกัน ฮอปส์ทั้ง 3 สายพันธุ์ ก็ยังมีค่าต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกันตามแต่ละสายพันธุ์ โดยงานวิจัยของ Forteschi et al., (2019) แสดงให้เห็นว่าค่าร้อยละทั้งหมดของกรดอัลฟา และกรดเบต้าที่ได้จากดอกฮอปส์แต่ละสายพันธุ์มีค่าร้อยละที่แตกต่างกัน ไม่เพียงแต่สายพันธุ์เดียวกัน แต่ปีของการเพาะปลูกที่ไม่เหมือนกัน สามารถทำให้ค่าร้อยละที่ได้แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ คือ อุณหภูมิ ค่า pH ของน้ำปุ๋ย และศัตรูพืช

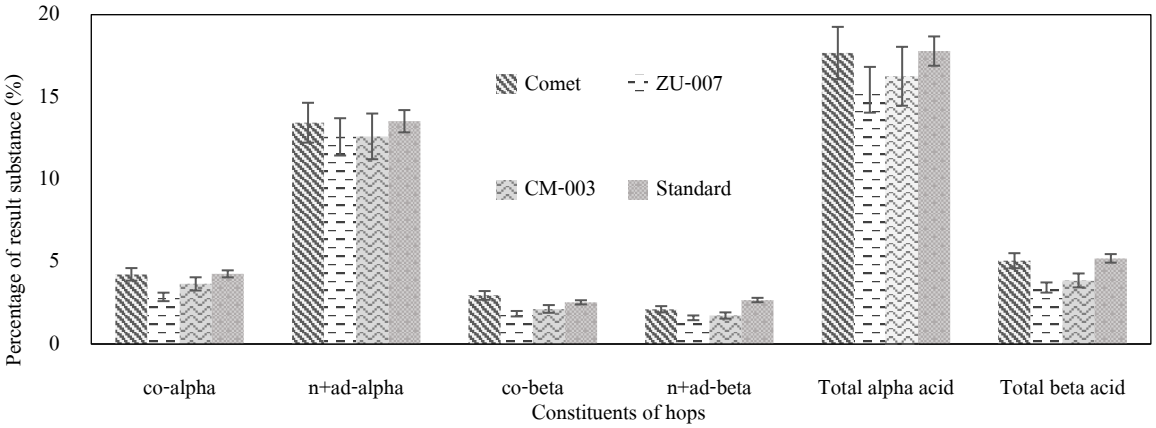


Fig. 2 shows the percentage of the substance found in 3 hops compared to the ICE-4 standard.

Alpha acid: Group co-alpha contains co-humulone as subunits.

Group n+ad-alpha contains n-humulone and ad-humulone as subunits.

Beta acid: Group co-beta contains co-lupulone as subunits.

Group n+ad-beta contains n-lupulone and ad-lupulone as subunits.

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS))

การศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการใช้ชุดกลั่นสกัดน้ำมันหอมระเหยชนิดน้ำมันเบากว่าน้ำที่มีตัวทำละลายเป็นน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตรต่อดอกฮอปส์สดน้ำหนัก 50 กรัม ใช้เวลากลั่นทั้งหมด 5 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการสกัดแล้วได้น้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS โดยผลที่ได้แสดงใน Table 1 พบว่าสายพันธุ์ที่มีองค์ประกอบของเบต้า-ไมร์ซีน มากที่สุด คือ CM-003 ร้อยละ 79.59 รองลงมาคือ Comet ร้อยละ 52.73 น้อยสุดคือ ZU-007 ร้อยละ 47.92 ส่วนขององค์ประกอบเบต้า-คารี่โอฟิลลีน สายพันธุ์ Comet มีค่าสูงสุดร้อยละ 29.99 รองลงมาคือ ZU-007 ร้อยละ 19.50 และ CM-003 ร้อยละ 14.50 องค์ประกอบสุดท้ายในส่วนการวิเคราะห์ แอลฟา-ฮิวมูนลีน สูงสุดคือ ZU-007 ร้อยละ 32.58 รองลงมาคือ Comet ร้อยละ 17.28 สายพันธุ์ที่มีค่าน้อยสุดคือ CM-003 ร้อยละ 5.91 แสดงดัง Fig. 3

สารให้กลิ่นจากน้ำมันหอมระเหยประกอบไปด้วยเบต้า-ไมร์ซีน มีกลิ่นคล้ายดอกไม้ ส่วนเบต้า-คารี่โอฟิลลีนให้กลิ่นกานพลู และนอกจากนี้แอลฟา-ฮิวมูนลีนให้กลิ่นไม้สน (Palmer, 2012) จาก Fig. 3 แสดงร้อยละของสารให้กลิ่นของฮอปส์ทั้ง 3 สายพันธุ์ ที่ใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นตัวทำละลายในการวิเคราะห์ พบว่าสายพันธุ์ CM-003 มีเบต้า-ไมร์ซีนสูงที่สุด ฮอปส์สายพันธุ์นี้จึงเหมาะสมที่จะนำไปผลิตเบียร์ที่ต้องการกลิ่นของดอกไม้ได้เป็นอย่างดี เบต้า-คารี่โอฟิลลีน มีปริมาณสูงที่สุดในสายพันธุ์ Comet จึงเหมาะสำหรับการผลิตเบียร์ที่ให้กลิ่นรสแบบเผ็ดร้อนของกานพลู และพบว่าฮอปส์สายพันธุ์ ZU-007 มีสารแอลฟา-ฮิวมูนลีนสูงที่สุด จึงเหมาะสมในการนำไปผลิตเบียร์ที่ต้องการเอกลักษณ์เฉพาะ

Table 1 The analysis of the essential oil of the three hops with GC-MS was compared with the NIST library database (%)

Varieties	Peak	Identification	MF	Tr (min)	Content (%)	Similarity
Comet	1	Beta-myrcene	$C_{10}H_{16}$	11.853	52.73	93
	2	Beta-caryophyllene	$C_{15}H_{24}$	24.381	29.99	99
	3	Alpha-humulene	$C_{15}H_{24}$	26.119	17.28	96
CM-003	1	Beta-myrcene	$C_{10}H_{16}$	11.860	79.59	96
	2	Beta-caryophyllene	$C_{15}H_{24}$	24.362	14.50	99
	3	Alpha-humulene	$C_{15}H_{24}$	26.106	5.91	95
ZU-007	1	Beta-myrcene	$C_{10}H_{16}$	11.838	47.92	94
	2	Beta-caryophyllene	$C_{15}H_{24}$	24.366	19.50	99
	3	Alpha-humulene	$C_{15}H_{24}$	25.284	32.58	99

*MF: Molecular Formula, Tr (min): Tours Par Minute (min)

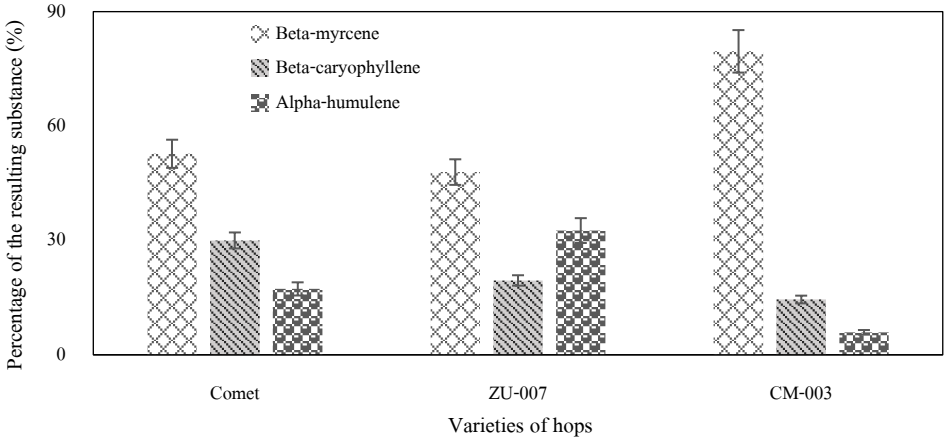


Fig. 3 shows percent of the constituents in 3 hops varieties by using a solution Dichloromethane As a solvent for dilution of extracts in analysis.

Duarte et al. (2020) ได้ศึกษาฮอปส์ที่มีการจำหน่ายในประเทศบราซิล พบว่าฮอปส์หลายสายพันธุ์ เช่น Amarillo, Fuggle, Target, Saaz, Cascade, Amarillo, Mosaic, Mittelfruh, El dorado, Er Golding, Northern, Brewer, Hersbrucker, Magnum, Columbus, Citra, Nugget, Columbus, Herkules, Simcoe, Saaz, Tradition, S. Golding, Perle, Fuggle และ Tettnang โดยวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่อง GC-MS ซึ่งใช้ตัวทำละลายในการสกัดที่ต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ เฮกเซน และไดคลอโรมีเทน จากการวิเคราะห์พบว่ากราฟโครมาโตแกรมของสารที่พบในการใช้น้ำและเฮกเซนในการสกัดสามารถพบองค์ประกอบของสาร 4 สารด้วยกัน คือ เบต้า-ไมร์ซีน, เบต้า-คาริ่โอฟิลลีน, แอลฟา-ฮิวมูนลีน และแอลฟา-ฟาร์เนสซีน ซึ่งจากการวิเคราะห์ส่วนของการใช้ไดคลอโรมีเทน กราฟโครมาโตแกรมพบ 3 สารเท่านั้น คือ เบต้า-ไมร์ซีน, เบต้า- คาริ่โอฟิลลีน และแอลฟา-ฮิวมูนลีน ผลที่ได้บ่งบอกถึงลำดับของสารที่ใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นตัวทำละลาย ลำดับที่ 1 คือ เบต้า-ไมร์ซีน ลำดับที่ 2 คือ เบต้า-คาริ่โอฟิลลีน และลำดับที่ 3

คือ แอลฟา-ฮิวมูนลีน และเห็นได้ว่าค่าของสารในฮอปส์แต่ละสายพันธุ์มีปริมาณที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์แสดงดัง Fig. 4

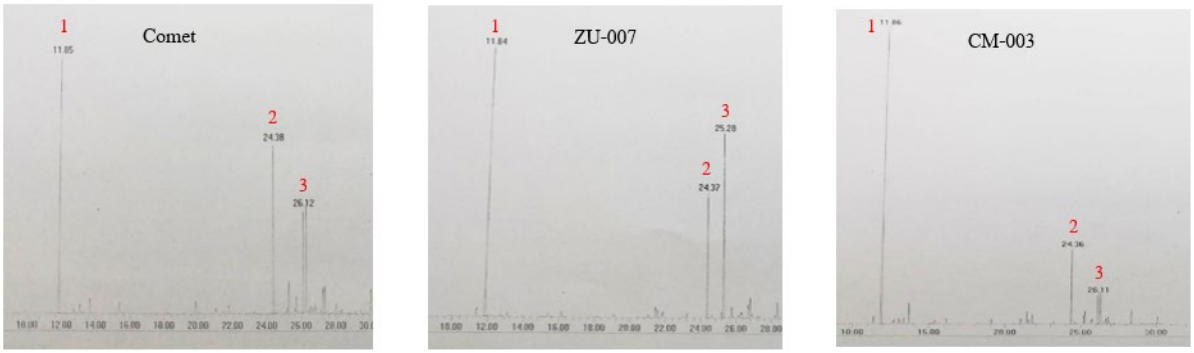


Fig. 4 Chromatograms of hop extracts obtained by hydro-distillation and dilute with dichloromethane. The dashed rectangle represents an expansion of the region from 10 to 28 min for all approaches. Identified terpenes in sample: 1: Beta-myrcene; 2: Beta-caryophyllene; 3: Alpha-humulene

สรุป

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยและเรซิ่นจากดอกฮอปส์ 3 สายพันธุ์ Comet, ZU-007 และ CM-003 โดยประเมินจากร้อยละของกรดอัลฟาและกรดเบต้าซึ่งเป็นสารที่ให้ความขม ด้วยเครื่อง HPLC ทั้ง 3 สายพันธุ์ พบร้อยละของกรดอัลฟาเท่ากับ 17.67, 15.44 และ 16.62 ตามลำดับ ร้อยละของกรดเบต้าเท่ากับ 5.06, 3.43 และ 3.86 ตามลำดับ การประเมินสารให้กลิ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS พบสายพันธุ์ฮอปส์ที่มีเบต้า-ไมร์ซีนสูงที่สุด คือ CM-003 ร้อยละ 79.59 รองลงมา คือ Comet ร้อยละ 52.73 ต่ำที่สุด คือ ZU-007 ร้อยละ 47.92 ปริมาณเบต้า-แคริโอฟิลลีนของสายพันธุ์ Comet มีค่าสูงสุดร้อยละ 29.99 รองลงมาคือ ZU-007 ร้อยละ 19.50 และต่ำที่สุด คือ CM-003 ร้อยละ 14.50 ปริมาณแอลฟา-ฮิวมูลีนสูงสุด คือ ZU-007 ร้อยละ 32.58 รองลงมาคือ Comet ร้อยละ 17.28 ต่ำที่สุด คือ CM-003 ร้อยละ 5.91 ผลจากการศึกษาวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อการนำฮอปส์ไปใช้ประโยชน์ทั้งในแง่ของการผลิตเบียร์หรือนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยด้านสายพันธุ์ของฮอปส์ที่ปลูกในประเทศไทย เพื่อส่งเสริมพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ของประเทศไทย ผลจากการศึกษาวิจัยนี้ได้ศึกษาฮอปส์ที่ปลูกในจังหวัดนนทบุรีในสภาวะโรงเรือนที่มีการควบคุมปัจจัยในการเจริญเติบโตที่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญที่ให้ความขม รวมถึงปริมาณสารเบต้า-มายซีน เบต้า-คาริ่โอฟิลลีน และแอลฟา-ฮิวมูลีน เป็นสารที่ให้กลิ่นดอกไม้ กานพลู และไม้สน ตามลำดับ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการนำฮอปส์ ไปใช้ประโยชน์ทั้งในแง่ของการผลิตเบียร์หรือนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยด้านสายพันธุ์ของฮอปส์ที่ปลูกในประเทศไทยเพื่อส่งเสริมพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ของประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทนนทบุรี บรูอิ้ง จำกัด ที่สนับสนุนดอกฮอปส์สดในการทำวิจัย และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ในการสนับสนุนการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Cattoor, K., Dresel, M., Bock, L.D., Boussery, K., Bocxlaer, J.V. Remon, J.P. Keukeleire, D.D. Deforce, D. Hofmann, T., Heyerick, A. 2013. Metabolism of Hop-Derived Bitter Acids. J. Agric. Food Chem. 61: 7916–7924.

Duarte, L.M., Amorim, T.L., Grazul, R.M., de Oliveira, M.A.L. 2020. Differentiation of Aromatic, Bittering and Dual-Purpose Commercial Hops from Their Terpenic Profiles: An approach involving batch extraction, GC–MS and multivariate analysis. Food Res. Int. 138: 109768.

Forteschi, M., Porcu, M.C., Fanari, M., Zinellu, M., Secchi, N., Buiatti, S., Passaghe, P., Bertoli, S., Pretti1, L. 2019. Quality assessment of Cascade Hop (*Humulus lupulus* L.) grown in Sardinia. Eur. Food Res. Technol. 45: 863–871.

Katono, F., Yonezawa, D., Inui, T. 2018. Hop Extract and Method for Producing Same. Suntory holdings limited. 15/572: 859.

Kunze, W. 2019. Technology Brewing and Malting, 6th ed. Auflage. Germany.

Natarajan, P., Katta, S., Andrei, I., Ambati, V.B.R., Leonida, M., Haas, G.J. 2008. Positive antibacterial co-action between hop (*Humulus lupulus*) constituents and selected antibiotics. Phytomedicine 15: 194–201.

Palmer, J.J. 2012. How to brew everything you need to know to brew great beer every time. Kristi Switzer. USA.

Rybka, A., Krofta, K., Hermanek, P., Honzik, I., Pokrny, J. 2018. Effect of drying temperature on the content and composition of hop oils. Plant Soil Environ. 64: 512–516.

การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ข้าวฟ่างไม้กวาดในไร่เกษตรกร ปี 2561–2562

On-farm trial and selection of broomcorn sorghum during year 2018–2019

อำไพ พรหมณเรศ*, ฉวิล นิลพยัคฆ์, ธำรงศิลป โพธิสูง

Amphai Promnaret*, Tawil Nilpayak, Thamrongsilpa Pothisoong

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครราชสีมา 30320

National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Nakhonratchasima 30320, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ijsapr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่าง ได้ทดสอบพันธุ์ข้าวงฟ่างไม้กวาดที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 10 สายพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา นครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร และบุรีรัมย์ รวม 5 แหล่งปลูกต่อปี ในระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนธันวาคม ปี 2561 และ 2562 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตช่อดอกสูง และมีศักยาภาพในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในไร่เกษตรกร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค จำนวน 3 ซ้ำ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรวม พบว่า ข้าวฟ่างไม้กวาดพันธุ์รวงเรียว 1 ให้ผลผลิตช่อดอกไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ คือ สายพันธุ์ KBr 5916, KBr 5919 และ KBr 5939 และข้าวฟ่างไม้กวาดที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่มีศักยภาพที่จะนำไปทำเป็นไม้กวาด เนื่องจากว่าทุกสายพันธุ์มีความยาวช่อมากกว่า 30 เซนติเมตร และข้าวฟ่างไม้กวาดสายพันธุ์ KBr 5906, KBr 5911, KBr 5919, KBr 5939, KBr 5962, และ KBr 5964 มีความยาวก้านช่อที่เหมาะสม

คำสำคัญ: การทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร, ข้าวฟ่างไม้กวาด

Abstract

Ten newly developed broomcorn sorghum lines from Sorghum Breeding Program of Kasetsart University were tested as regional trials in Nakhon Ratchasim, Nakorn Sawan, Uthai Thani, Kampang Phet and Burirum provinces, across 5 locations per year in farmers' field during May to December 2018 and 2019. The objective was to evaluate and select the broomcorn sorghum lines which had high panicle yield potential and adaptability under various condition of farmers' field. The trials were laid out in RCBD with 3 replications. The result from combined analysis revealed that Ruang-riew 1 gave the panicle yield but not significant different from 3 new broomcorn sorghum line, KBr 5916, KBr 5919 and KBr 5939. Improved broomcorn sorghum lines have the potential to be used for marking broom, because their panicle length longer than 30 cm. And the KBr 5906, KBr 5911, KBr 5919, KBr 5939, KBr 5962, and KBr 5964 had an appropriate exertion length.

Keywords: broomcorn sorghum, on-farm trial

คำนำ

ข้าวฟ่างไม้กวาด (*Sorghum bicolor* var. *technicum*) เป็นข้าวฟ่างชนิดหนึ่งที่มีแส้หรือช่อ (fibrous seed branch) ที่แตกออกมาจากก้านช่อจุดเดียวกัน แส้มีความเหนียวสปริงตัวได้ดี ไม่เปราะหรือหักง่าย เมล็ดมีขนาดค่อนข้างเล็ก มีเปลือกหุ้มสีดำหรือสีน้ำตาลเป็นมันวาว หุ้มเมล็ดไว้เกือบมิด (bicolor type) มีก้านรวงเหนียว เหมาะสำหรับใช้ทำไม้กวาดหรือแปรงปัดฝุ่น ข้าวฟ่างไม้กวาดควรเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 15 วันหลังออกดอก ซึ่งระยะนี้เปลือกหุ้มเมล็ดจะเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลอ่อนๆ ส่วนก้านรวงและแส้ยังมีสีเขียวเข้มอยู่ เมื่อนำไปทำไม้กวาดจะได้ไม้กวาดสีเขียวธรรมชาติ แส้เหนียวและยืดหยุ่นได้ดี ถ้าเก็บเกี่ยวช้าแส้จะแห้งเปราะเป็นสีน้ำตาล และไม่สวยงามเท่าที่ควร ถ้านำไปทำไม้กวาดต้องย้อมสีเพื่อให้สวยงามขึ้น การเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างไม้กวาดทำได้โดยใช้เคียวหรือมีดตัดก้านให้ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วมัดเป็นกำนำไปเข้าเครื่องตัดก้านยาว 30 เซนติเมตร เพื่อจำหน่ายให้แก่โรงงาน ซึ่งผลผลิตรวงข้าวฟ่างไม้กวาดที่เกษตรกรเพาะปลูกจะอยู่ระหว่างไร่ละ 500–1,000 กิโลกรัม (การุณย์, 2553) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ใช้ปลูกและการปฏิบัติดูแลรักษาของเกษตรกร โดยที่โรงงานรับซื้อรวงข้าวฟ่างจากเกษตรกรในราคากิโลกรัมละ 2.00–2.50 บาท ปัจจุบันมีโรงงานรับซื้อรวงข้าวฟ่างไม้กวาดเพื่อผลิตไม้กวาด หรือส่งรวงข้าวฟ่างไม้กวาด ไปจำหน่ายต่างประเทศหลายแหล่ง ทั้งที่จังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ อุทัยธานี และนนทบุรี (อานานนนนน, 2550) นอกจากนี้ยังมีไม้กวาดแสงจันทร์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ชุมชนของอำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย ที่ใช้ข้าวฟ่างไม้กวาดในการผลิตไม้กวาดและแปรงปัดฝุ่นที่ให้ราคาถึงอันละ 100–250 บาท สามารถใช้ได้นานถึง 2–3 ปี ซึ่งมีราคาแพงและใช้ได้ทนกว่าไม้กวาดที่ผลิตจากหญ้าตองกง ที่มีราคาอยู่ที่อันละ 30–50 บาท ใช้ได้เพียงสามสี่เดือน (เกษร, 2545)

ในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2554 ธำรงศิลป และคณะ (2555) ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์ข้าวฟ่างไม้กวาด ชั่วที่ 8 (F_8) จำนวน 100 สายพันธุ์ ที่ได้จากการผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์แบบจดประวัติ ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่า สามารถคัดเลือกได้ 64 สายพันธุ์ ลักษณะที่ใช้พิจารณาคือ ความยาวช่อตั้งแต่ 30 ซม. ขึ้นไป ซึ่งมี 35 สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกมีช่อยาวตั้งแต่ 40 ซม. ขึ้นไป เกิดโรคทางใบน้อย 1.0–2.0 คะแนน ความแข็งแรงของต้นกล้าดีถึงดีมาก และผลผลิตเมล็ดสูง และ อำไพ และคณะ (2560) ได้คัดเลือกข้าวฟ่างไม้กวาดในฤดูแล้งปี 2559 (ก.พ.–พ.ค. 2559) จาก 249 สายพันธุ์ ได้ 66 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะที่ดี คือ มีความแข็งแรงของต้นกล้าดีถึงดีมาก 1.0–2.0 คะแนน อายุวันออกดอก 51–57 วัน สามารถเก็บเกี่ยวช่อดอกเพื่อทำไม้กวาดได้ภายใน 80 วัน มีจำนวนใบต่อต้น 6–9 ใบ ความสูง 129–205 เซนติเมตร ความยาวก้านช่อดอกแตกต่างกันตั้งแต่ 4.2–39 เซนติเมตร ความยาวแส้ 35.3–46.2 เซนติเมตร จำนวนแส้ต่อรวง 23–37 แส้ และเกิดโรคทางใบน้อยถึงปานกลาง

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาข้าวฟ่างไม้กวาดแล้วทำการทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อคัดเลือกข้าวฟ่างไม้กวาดที่ให้ผลผลิตช่อดอกสูง มีแส้ (ช่อ) ยาว มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และมีศักยภาพในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา นครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร และบุรีรัมย์

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ข้าวฟ่างไม้กวาด

เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างไม้กวาดที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่าง ของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 10 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ KBr5906, KBr5911, KBr5915, KBr5916, KBr5919, KBr5927, KBr5937, KBr5939, KBr5962 และ KBr5964 โดยใช้พันธุ์รวงเรียว 1 (Ruang-riew 1) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

การปลูกและวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกในพื้นที่ 12 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย มี 4 แถวต่อ 1 แปลงย่อย แถวยาว 4 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระหว่างต้น 8 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมปลูก โดยกรีดร่องลึก 5 เซนติเมตร หยอดเมล็ดลงในร่อง จำนวน 100 เมล็ดต่อแถว กลบเมล็ดแล้วให้น้ำชลประทาน หลังจากให้น้ำแล้ว ฉีดพ่นด้วย อะทราซีน เพื่อควบคุมวัชพืช อัตรา 400 กรัมสารออกฤทธิ์ ต่อไร่ เมื่อข้าวฟ่างอายุ 7 วัน และ 14 วัน พ่นด้วยคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) เพื่อป้องกันหนอนแมลงวันเจาะยอด (shoot fly, *Atherigana soccata* Rond.) เมื่อข้าวฟ่างอายุ 15–21 วัน ทำการถอนแยกให้ระยะห่างระหว่างต้น 8 เซนติเมตร หรือ 51 ต้นต่อแถว กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน และใส่ปุ๋ยยูเรียแต่งหน้าสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวฟ่างอายุ 21–30 วัน ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 และ 2562 ในพื้นที่ 1) อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์ 2) อ.บ้านไร่ จ.อุทัยธานี 3) อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร 4) อ.หนองกี่ จ.บุรีรัมย์ และ 5) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา รวม 5 แหล่งปลูก (location) ต่อปี

การบันทึกข้อมูลการวิจัย ดังนี้

1. ความสูงต้น (plant height) วัดความสูงต้นจากระดับพื้นดินที่โคนต้นจนถึงใบธง ในระยะที่ข้าวฟ่างติดเมล็ด จำนวน 10 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย วัดเป็นเซนติเมตร

2. ความยาวก้านช่อดอก (panicle exertion length) ความยาวตั้งแต่รอยต่อของใบธงจนถึงฐานของช่อดอก เฉลี่ยจาก 10 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย วัดเป็นเซนติเมตร

3. ความยาวช่อดอก (panicle length) วัดความยาวช่อจากฐานช่อจนถึงปลายช่อข้าวฟ่าง ในระยะที่ข้าวฟ่างติดเมล็ดแล้ว จำนวน 10 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย วัดเป็นเซนติเมตร

4. จำนวนแส้ นับจำนวนแส้ของช่อข้าวฟ่างในระยะเก็บเกี่ยว จำนวน 10 ช่อ แล้วหาค่าเฉลี่ย

5. ผลผลิตช่อดอก (panicle weight) ชั่งน้ำหนักช่อดอกแห้งที่เอาเมล็ดออกเรียบร้อยแล้ว และตัดก้านช่อดอกยาว 30 เซนติเมตร จากข้าวฟ่างไม้กวาด จำนวน 2 แถว แล้วนำมาคำนวณเป็น กิโลกรัม/ไร่

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least Significant Difference)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

นำข้าวฟ่างไม้กวาดที่ผ่านการคัดเลือกจากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จำนวน 10 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์รวงเรียว 1 ไปปลูกทดสอบผลผลิต จำนวน 5 สภาพแวดล้อมต่อปี เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลร่วม พบว่า ให้ผลผลิตและมีลักษณะทางการเกษตร ดังนี้

1. ปี 2561

การวิเคราะห์ข้อมูลร่วม 5 สภาพแวดล้อม พบว่า ข้าวฟ่างไม้กวาดพันธุ์รวงเรียว 1 ให้ผลผลิตช่อดอกสูงสุด 237 กิโลกรัม/ไร่ สูงกว่าสายพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ 3.34-14.96 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สายพันธุ์ KBr 5906, KBr 5916, และ KBr 5927 โดยให้ผลผลิตช่อดอก 221, 229, และ 221 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแปลงทดลองที่ 219 กิโลกรัม/ไร่ และสายพันธุ์ KBr5915 ให้ผลผลิตต่ำสุด 201 กิโลกรัม/ไร่

สำหรับลักษณะทางการเกษตร และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวฟ่างไม้กวาด พบว่า จำนวนแส้ ข้าวฟ่างไม้กวาด อยู่ระหว่าง 27-28 แส้ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความยาวแส้อยู่ระหว่าง 38.7–40.7 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์ KBr 5911, KBr 5916, KBr 5919, KBr 5927 และ KBr 5939 มีความยาวแส้ยาวกว่าความยาวแส้เฉลี่ย คือ 40.0, 40.7, 39.9, 39.9 และ 39.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสายพันธุ์ KBr 5916 มีความยาวแส้สูงสุด ในขณะที่พันธุ์รวงเรียว 1 มีความยาวช่อ 39.0 เซนติเมตร และสายพันธุ์ KBr 5962 สั้นที่สุด 38.7 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสคัญทางสถิติ ด้านความสูงต้นอยู่ระหว่าง 197–202 เซนติเมตร และความยาวก้านช่อดอก มีความยาวตั้งแต่ 17.8-23.1 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์ที่มีความยาวก้านช่อดอกสั้นที่สุดคือ สายพันธุ์ KBr5919 และสายพันธุ์ที่มีความยาวก้านช่อยาวที่สุด คือ KBr5937 (Table 1)

Table 1 Combined analysis for yield and agronomic characters of 11 broomcorn sorghum from 5 locations in 2018

Entry	Variety	Plant height (cm)	Panicle exertion (cm)	Panicle length (cm)	No. of branch (no.)	Panicle weight (kg/rai)	Rel. to check (%)
1	KBr 5906	197	20.2	39.5	27	221	93.49
2	KBr 5911	199	18.6	40.0	28	218	91.88
3	KBr 5915	198	21.1	39.3	28	201	85.04
4	KBr 5916	202	19.9	40.7	28	229	96.66
5	KBr 5919	200	17.8	39.9	28	218	92.08
6	KBr 5927	201	20.3	39.9	27	221	93.32
7	KBr 5937	200	23.1	38.9	28	216	91.19
8	KBr 5939	199	18.7	39.6	28	210	88.55
9	KBr 5962	197	19.3	38.7	27	217	91.71
10	KBr 5964	199	18.4	39.3	28	216	91.26
11	Ruang riew 1	199	19.7	39.0	28	237	100.00

Table 1 (continued).

Entry	Variety	Plant height (cm)	Panicle exertion (cm)	Panicle length (cm)	No. of branch (no.)	Panicle weight (kg/rai)	Rel. to check (%)
Mean		199	19.7	39.5	28	219	
CV (%)		1.71	6.75	2.53	3.91	13.14	
F-test		ns	**	ns	ns	ns	
LSD 0.05		5.81	2.27	1.71	1.84	48.91	
LSD 0.01		7.92	3.10	2.33	2.51	66.70	

** Significant at the 0.01 probability levels. ns= nonsignificant

2. ปี 2562

การวิเคราะห์ข้อมูลร่วม 5 สภาพแวดล้อม พบว่า ข้าวฟ่างไม้กวาดพันธุ์รวงเรียว 1 ให้ผลผลิตช่อดอกสูงที่สุด 199 กิโลกรัม/ไร่ สูงกว่าสายพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ 5.36–25.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สายพันธุ์ KBr 5911, KBr 5916, KBr 5919, KBr 5939 และ KBr 5964 ให้ผลผลิตช่อดอก 169, 172, 187, 188 และ 171 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแปลงทดลองที่ 168 กิโลกรัม/ไร่ และสายพันธุ์ KBr5937 ให้ผลผลิตต่ำที่สุด 137 กิโลกรัม/ไร่

สำหรับลักษณะทางการเกษตร และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวฟ่างไม้กวาด พบว่า จำนวนแส้ ข้าวฟ่างไม้กวาด อยู่ระหว่าง 23-25 แส้ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความยาวแส้อยู่ระหว่าง 32.8–36.2 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์ KBr 5906, KBr 5911, KBr 5937, KBr 5962 และ พันธุ์รวงเรียว 1 มีความยาวแส้ยาวกว่าความยาวแส้เฉลี่ย คือ 35.1, 36.2, 35.0, 35.4, และ 35.1 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสายพันธุ์ KBr 5911 มีความยาวแส้สูงที่สุด ในขณะที่พันธุ์รวงเรียว 1 มีความยาวแส้ 35.1 เซนติเมตร และสายพันธุ์ KBr 5939 มีความยาวแส้สั้นที่สุด 32.8 เซนติเมตร และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความสูงต้นอยู่ระหว่าง 205-211 เซนติเมตร และความยาวก้านช่อดอก มีความยาวตั้งแต่ 18.2-21.7 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์ที่มีความยาวก้านช่อดอกสั้นที่สุดคือ สายพันธุ์ KBr 5906 และสายพันธุ์ที่มีความยาวก้านช่อดอกยาวที่สุด คือ พันธุ์รวงเรียว 1 (Table 2)

Table 2 Combined analysis for yield and agronomic characters of 11 broomcorn sorghum from 5 locations in 2019

Entry	Variety	Plant height (cm)	Panicle exertion (cm)	Panicle length (cm)	No. of branch (no.)	Panicle weight (kg/rai)	Rel. to check (%)
1	KBr 5906	208	18.2	35.1	24	162	81.25
2	KBr 5911	209	19.6	36.2	24	169	84.82
3	KBr 5915	207	20.3	34.6	23	156	78.57
4	KBr 5916	206	20.5	34.6	24	172	86.61
5	KBr 5919	211	19.8	34.3	24	187	93.75

Table 2 (continued).

Entry	Variety	Plant height (cm)	Panicle exertion (cm)	Panicle length (cm)	No. of branch (no.)	Panicle weight (kg/rai)	Rel. to check (%)
6	KBr 5927	205	20.2	34.5	23	160	80.36
7	KBr 5937	206	21.1	35.0	24	137	68.75
8	KBr 5939	206	19.3	32.8	25	188	94.64
9	KBr 5962	205	19.7	35.4	25	149	75.00
10	KBr 5964	208	19.9	33.9	25	171	85.71
11	Ruang riew 1	207	21.7	35.1	25	199	100.00
	Mean	207	20.0	34.7	24	168	
	CV (%)	2.60	5.07	3.15	5.40	6.00	
	F-test	ns	*	*	ns	**	
	LSD 0.05	9.17	1.73	1.86	2.22	17.20	
	LSD 0.01	12.51	2.36	2.54	3.03	23.45	

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively. ns= nonsignificant.

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิจัยของ อำไพ และคณะ (2561) พบว่า ข้าวฟ่างไม้กวาดที่ปลูกทดสอบในไร่เกษตรกรในปี พ.ศ. 2560 พบว่า ข้าวฟ่างไม้กวาดสายพันธุ์ KBr 5916 ให้ผลผลิตช่อดอก เท่ากับ 164 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่พันธุ์รวงเรียว 1 ให้ผลผลิตช่อดอก 154 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งในการทดสอบข้าวฟ่างไม้กวาดในไร่เกษตรกรในปี พ.ศ. 2561 และ 2562 พบว่า สายพันธุ์ KBr 5916 ที่ให้ผลผลิตช่อดอกใกล้เคียงกับพันธุ์รวงเรียว 1 เท่ากับ 229 และ 172 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์รวงเรียว 1 ที่ปลูกในปี พ.ศ. 2561 และ 2562 ให้ผลผลิต 237 และ 199 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

สรุป

ข้าวฟ่างไม้กวาดพันธุ์รวงเรียว 1 ซึ่งเป็นพันธุ์แนะนำ และเป็นพันธุ์เปรียบเทียบในการทดลองนี้ ให้ผลผลิตช่อดอกไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ คือ สายพันธุ์ KBr 5916, KBr 5919 และ KBr 5939 และข้าวฟ่างไม้กวาดที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่มีศักยภาพที่จะนำไปทำเป็นไม้กวาด เนื่องจากว่าทุกสายพันธุ์มีความยาวช่อมากกว่า 30 เซนติเมตร ซึ่งจะนำไปทำเป็นไม้กวาดที่ใช้ในบ้านเรือน (ธำรงศิลป, 2531) และข้าวฟ่างไม้กวาดสายพันธุ์ KBr 5906, KBr 5911, KBr 5919, KBr 5939, KBr 5962, และ KBr 5964 มีความยาวก้านช่อเหมาะที่เหมาะสม ซึ่งความยาวก้านช่อที่เหมาะสมคือข้าวฟ่างไม้กวาดที่มีความยาวก้านช่อไม่เกิน 20 เซนติเมตร หากก้านช่อยาวมากว่า 20 เซนติเมตรอาจทำให้ก้านช่อหักได้ง่ายถ้าช่อมีขนาดใหญ่

ทั้งนี้การที่คัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกนั้น ยังต้องมีการศึกษาถึงเสถียรภาพของพันธุ์ว่าพันธุ์ใดที่สามารถตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี หรือสายพันธุ์ใดที่ตอบสนองได้ดีในบางสภาพแวดล้อมต่อไป ซึ่งการปฏิบัติดูแลรักษา และปัจจัยแวดล้อมที่แปรปรวน อาจมีผลกระทบต่อการ

คัดเลือกและทดสอบพันธุ์ ดังนั้นการคัดเลือกหรือทดสอบพันธุ์ในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวฟ่างจะช่วยให้การคัดเลือกพันธุ์มีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้งบอุดหนุนการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ขอบคุณผู้บริหารและนักวิจัยของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่ให้การสบับสนุน และมีส่วนช่วยเหลือทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม จนการวิจัยสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

การุณย์ มะโนใจ. 2553. ข้าวฟ่างไม้กวาด ทางเลือกใหม่ของเกษตรกรพะเยา. เทคโนโลยีการเกษตร. 22: 22–23.

เกษร สิทธิหนิ้ว. 2545. ไม้กวาดแสงจันทร์แท้ จากแม่แสงจันทร์. นิตยสารสารคดี Feature Magazine. 17.

ธำรงศิลป โพธิสูง. 2531. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่าง. เอกสารวิชาการวิชาการฉบับพิเศษ ลำดับที่ 4 โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่าง, ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธำรงศิลป โพธิสูง, สมชาย ปิยพันธวานนท์, อำไพ เรืองฤทธิ์, ถวิล นิลพยัคฆ์. 2555. การคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างไม้กวาดพันธุ์แท้. ใน: การประชุมโครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่าง ครั้งที่ 5. นครปฐม, หน้า. 71–79.

อานานนนนน. 2550. วิธีทำการเกษตรการปลูกข้าวฟ่างไม้กวาด. http://oknation.nationtv.tv/blog/chawsaun/2007/09/10/entry-1, 17 ธันวาคม 2563.

อำไพ เรืองฤทธิ์, ถวิล นิลพยัคฆ์, ธำรงศิลป โพธิสูง. 2560. การคัดเลือกพันธุ์ข้าวฟ่างไม้กวาดเบื้องต้น. ใน: การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 38. นครสวรรค์, หน้า 302–309.

อำไพ เรืองฤทธิ์, ถวิล นิลพยัคฆ์, ปวีณา ทองเหลือง, ธำรงศิลป โพธิสูง. 2561. การทดสอบพันธุ์ข้าวห่างไม้กวาดในไร่เกษตรกร ปี 2560. ใน: การประชุมเชิงปฏิบัติการข้าวโพดและข้าวฟ่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 7. พระนครศรีอยุธยา, หน้า 99–106.

การประเมินหม่อนใบสายพันธุ์ลูกผสมเปิดที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ปลูกจังหวัดสกลนคร

Evaluation of OP leaf mulberry lines suitable for Sakon Nakhon cultivation area

สุวิชญา ณ อุบล[a], หทัยภัทร เรืองสวัสดิ์[a], ชลธิรา แสงศิริ[b], ธนพร ขจรผล[a,*]

Suwichaya Na Ubon[a], Hahatphat Rungsawat[a], Chontira Sangsiri[b], Tanaporn Kajonphol[a,*]

[a]ภาควิชาเกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ สกลนคร 47000

[b]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี กาญจนบุรี 71150

[a]Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Provine Campus, Sakon Nakhon 47000, Thailand.

[b]Agricultural Sciences Program, Mahidol University, Kanchanaburi Campus, Kanchanaburi 71150, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: tpk_1717@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์หม่อนใบ ที่เหมาะต่อสภาพพื้นที่ปลูกในจังหวัดสกลนคร โดยทำการประเมินหม่อนสายพันธุ์ผสมเปิดจำนวน 17 สายพันธุ์ เทียบกับพันธุ์สกลนคร (พันธุ์ควบคุม) ทำการปลูกที่ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ในช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่าผลผลิตหม่อนใบสายพันธุ์ลูกผสมเปิดทั้ง 17 สายพันธุ์ มีความยาวกิ่งต่อต้นอยู่ในช่วง 170–300 เซนติเมตร จำนวนตาต่อกิ่งอยู่ในช่วง 45.67–64.67 ตาต่อกิ่ง จำนวนกิ่งต่อต้นอยู่ในช่วง 5–16 กิ่ง จำนวนใบต่อต้นอยู่ในช่วง 35–195 ใบต่อต้น ผลผลิตใบสดอยู่ในช่วง 87.44–363.22 กรัมต่อต้น ผลผลิตใบแห้งอยู่ในช่วง 25.31–159.11 กรัมต่อต้น โดยสายพันธุ์ ACC3019 ให้ผลผลิตสูงสุด

คำสำคัญ: การประเมิน, ผลผลิต, หม่อนใบ, สายพันธุ์ลูกผสมเปิด

Abstract

This study aimed to select a mulberry line that suitable for Sakon Nakhon cultivation area. Seventeen OP mulberry lines were compared with Sakon Nakhon variety (control variety). The research was studied at the center of development of the Phu phan, Sakon Nakhon Province during October 2019–May 2020. The results found that 17 OP mulberry lines gave 170–300 cm branches length per plant, number buds per branch was ranging as 45.67–64.67 buds per plant, number of branches per plant was ranging from 5-16 branches, total number of leaves per plant was ranging as 35–195 leaves per plant, fresh leaves yield as 87.44–363.22 g. per plant and dried leaves yield as 25.31–159.11 g. per plant. In addition, ACC3019 gave the highest total yield.

Keywords: evaluation, leaf mulberry, OP line, yield

คำนำ

หม่อน (*Morus* sp.) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน โดยประเทศไทยพบมีการปลูกมากในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อการผลิตเส้นไหม และผ้าไหม ผลหม่อนอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ทั้งกลุ่มวิตามินซี ฟลาโวนอยด์ ฟีนอลิค โปรตีน ไขมัน สารเหล่านี้ช่วยบำรุงรักษาร่างกาย และมีประโยชน์อย่างมาก อีกทั้งยังมีกรดโฟลิกหรือโฟเลทที่ช่วยบำรุงเซลล์ประสาท ส่วนของใบหม่อน นอกจากจะนำไปใช้ในการเลี้ยงไหมแล้วยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารเพื่อสุขภาพของมนุษย์ได้ เนื่องจากใบหม่อนมีคุณค่าทางโภชนาการสูงไม่ว่าจะเป็นชาหม่อน ปัจจุบันผลิตภัณฑ์จากใบหม่อนได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ซึ่งปัจจุบันมีการผลิตชาจากใบหม่อนเพื่อเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ ชาใบหม่อนมีคุณสมบัติในการปรับระดับความดันโลหิตและลดการอักเสบในสมองของผู้ได้รับอุบัติเหตุทางสมอง การขยายพันธุ์มีหลายวิธี เช่น การปักชำ การตอนกิ่ง การติดตา การเพาะเมล็ด และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ ตาก, 2556; ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ จังหวัดสกลนคร, 2562) หม่อนใบเป็นหม่อนชนิดหนึ่งที่มีการนำใบมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ โดยเฉพาะการนำมาชงชา หม่อนใบลูกผสมเปิดเป็นพันธุ์หม่อนที่มีคุณภาพและให้ผลผลิตสูง ใบมีรูปร่างแตกต่างกันทั้งที่เป็นแฉกและไม่เป็นแฉก (กรมหม่อนไหม, 2558) อุดมไปด้วยวิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น เควอซิตัน (Quercetin) ที่ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง และลดการเสี่ยงของหลอดเลือดอันเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและหลอดเลือด จากความสำคัญดังกล่าวหม่อนใบจึงมีคุณค่าแก่การพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์ และคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีต่อไป

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินการให้ผลผลิตของสายพันธุ์หม่อนใบลูกผสมเปิด จำนวน 17 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์สกลนคร (พันธุ์ควบคุม) เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีให้ผลผลิตสูงในพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดสกลนคร

อุปกรณ์และวิธีการ

หม่อนใบสายพันธุ์ลูกผสมเปิดจำนวน 17 สายพันธุ์ อายุ 2 ปี ที่ได้มาจากการผสมข้ามแบบเปิดของแม่สายพันธุ์คุณไพ ดัง Table 1 ปลูกเทียบกับหม่อนพันธุ์สกลนคร ทำการทดลองที่แปลงปลูก ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร พิกัด17°05′58′′ N, 104°02′20′′E

ทำการตัดแต่งต้นหม่อนอายุ 2 ปี โดยการตัดสูงจากดิน 30 เซนติเมตร แล้วทำการศึกษาข้อมูล จำนวนกิ่งเกิดใหม่ต่อต้น โดยนับจำนวนกิ่งที่เป็นแบบ Primary ที่เกิดใหม่หลังการตัดแต่งกิ่ง (กิ่ง) ความยาวกิ่ง วัดจากโคนกิ่งจนถึงปลายยอด (เซนติเมตร) จำนวนตาต่อกิ่ง (ตา) ความกว้าง และความยาวของใบ จำนวนใบต่อต้น ผลผลิตใบสดต่อต้น เก็บผลผลิตใบจากแต่ละกิ่ง โดยนับจากยอดใบลงมา 5 ใบของแต่ละกิ่ง จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักใบสด ผลผลิตใบแห้งต่อต้น นำผลผลิตใบสดไปอบในตู้อบแห้ง จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักใบแห้ง (กรัม) วางแผนการทดลองแบบ CRD, completely randomized design ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล ด้วยวิธีการ DMRT, duncan's multiple range test จำนวน 5 ซ้ำ และหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ (Phenotypic correlation coefficients between traits) ด้วยวิธี (Johnson and Kuby, 2004)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าความยาวกิ่งต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 95% มีความยาวกิ่ง 131.00–300.00 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์ที่มีความยาวกิ่งต่อต้นมากที่สุดคือสายพันธุ์ 3019 เท่ากับ 300 เซนติเมตร รองลงมา คือ สายพันธุ์ 3009 เท่ากับ 255.00 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์สกลนคร มีความยาวกิ่งต่อต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 131.00 เซนติเมตร จำนวนตาต่อกิ่ง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 95% มีค่าอยู่ในช่วง 39.33–64.67 ตา โดยสายพันธุ์ที่มีจำนวนตาต่อกิ่งมากที่สุดคือสายพันธุ์ 3019 เท่ากับ 64.67 ตา รองลงมา คือ สายพันธุ์ 3025 เท่ากับ 60.67 ตา ส่วนพันธุ์สกลนคร มีจำนวนตาต่อกิ่งน้อยที่สุด เท่ากับ 39.33 ตา การศึกษาในครั้งนี้ด้านความกว้างใบ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 95% มีค่าอยู่ในช่วง 8.34–16.60 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์ที่มีความกว้างใบมากที่สุดคือพันธุ์สกลนคร เท่ากับ 16.60 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ 3002 เท่ากับ 12.22 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ 3009 มีความกว้างใบน้อยที่สุด เท่ากับ 8.34 เซนติเมตร ความยาวใบ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 95% มีค่าอยู่ในช่วง 12.18–26.68 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์ที่มีความยาวใบมากที่สุดคือพันธุ์สกลนคร เท่ากับ 26.68 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ 3004 เท่ากับ 17.58 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ 3005 มีความยาวใบน้อยที่สุด เท่ากับ 12.18 เซนติเมตร (Table 1)

จำนวนกิ่งต่อต้น พบว่ามีอยู่ในช่วง 5.00-16.00 กิ่งต่อต้น โดยสายพันธุ์ที่มีจำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุดคือสายพันธุ์ 3019 เท่ากับ 16 กิ่ง รองลงมาคือสายพันธุ์ 3021 และ 3024 เท่ากับ 14 กิ่ง ส่วนสายพันธุ์ 3001 และ 3002 มีจำนวนกิ่งต่อต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 5.00 กิ่ง จำนวนใบต่อต้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 35–195 ใบต่อต้น โดยสายพันธุ์ที่มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดคือ สายพันธุ์ 3019 เท่ากับ 195 ใบต่อต้น รองลงมาคือสายพันธุ์ 3008 เท่ากับ 145 ใบต่อต้น ส่วนสายพันธุ์ที่มีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุดคือสายพันธุ์ 3015 เท่ากับ 35 ใบต่อต้น จำนวนผลผลิตใบสดต่อต้นของหม่อนจำนวน 18 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 87.44–363.22 กรัมต่อต้น โดยสายพันธุ์ที่มีจำนวนผลผลิตใบสดต่อต้นมากที่สุดคือ สายพันธุ์ 3019 เท่ากับ 363.22 กรัมต่อต้น รองลงมา คือสายพันธุ์ 3023 เท่ากับ 225.18 กรัมต่อต้น สายพันธุ์ที่มีจำนวนผลผลิตใบสดต่อต้นน้อยที่สุดคือ สายพันธุ์ 3015 เท่ากับ 87.44 กรัมต่อต้น จำนวนผลผลิตใบแห้งต่อต้นของหม่อนจำนวน 18 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 25.31–159.11 กรัมต่อต้น โดยสายพันธุ์ที่มีจำนวนผลผลิตใบแห้งต่อต้นมากที่สุดคือสายพันธุ์ 3019 เท่ากับ 159.11 กรัมต่อต้น รองลงมาคือสายพันธุ์ 3006 เท่ากับ 65.05 กรัมต่อต้น สายพันธุ์ที่มีจำนวนผลผลิตใบแห้งต่อต้นน้อยที่สุดคือสายพันธุ์ 3015 เท่ากับ 26.18 กรัมต่อต้น (Table 2)

โดยหม่อนมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของแต่ละสายพันธุ์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหม่อนแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน จึงทำให้ต้นหม่อนมีลักษณะที่แตกต่างกันไปซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุจารี (2561) ทำการประเมินลักษณะสายพันธุ์หม่อนผล จำนวน 100 สายพันธุ์ บนพื้นฐานเกณฑ์การคัดเลือกสายพันธุ์หม่อน ที่พบว่ามีลักษณะที่แตกต่างกันไปเนื่องจากพันธุกรรมที่แตกต่างกัน จากผลการทดลองนั้นพบว่าสายพันธุ์ 3019 มีความยาวกิ่งต่อต้น จำนวนตาต่อกิ่ง จำนวนกิ่งต่อต้น และ จำนวนใบต่อต้นมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหม่อนสายพันธุ์ 3019 มีความยาวกิ่งที่มากจึงทำให้มีจำนวนตาต่อกิ่งเฉลี่ยมากตามไปด้วย และยังส่งผลให้ สายพันธุ์ 3019 มีผลผลิตใบสด และผลผลิตใบแห้งที่มากตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ ณัฐพร และทัดดาว (2562) ที่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตใบในหม่อนลูกผสมเปิด ที่พบว่าผลผลิตของใบมากสอดคล้องกับความสูงของต้น ความยาวกิ่ง จำนวนตาต่อกิ่ง และจำนวนใบต่อต้นมาก จึงส่งผลให้มีผลผลิตใบมาก

เช่นเดียวกัน ส่วนพันธุ์สกลนคร (skn) จะมีความยาวกิ่ง และจำนวนตาต่อกิ่งที่น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับพันธุ์อื่นที่ทำการศึกษา แต่พบว่าพันธุ์สกลนคร (skn) จะมีขนาดใบที่ใหญ่กว่าสายพันธุ์อื่น

จาก Table 3 เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะ 8 ลักษณะ ได้แก่ ความยาวกิ่งต่อต้น จำนวนตาต่อกิ่ง ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนใบต่อต้น ผลผลิตใบสดต่อต้น และ ผลผลิตใบแห้งต่อต้น

ผลการทดลอง พบว่า ความยาวกิ่ง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนตาต่อกิ่ง ($r = 0.81$, $\alpha<0.01$) , จำนวนใบต่อกิ่ง ($r = 0.69$, $\alpha < 0.01$) , ผลผลิตใบสด ($r = 0.59$, $\alpha < 0.01$) , ผลผลิตใบแห้ง ($r = 0.65$, $\alpha < 0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Banerjee et al. (2007); Rahman and Islam (2020) พบว่า ความยาวของกิ่ง มีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับผลผลิตของใบหม่อน นอกจากนั้นความยาวกิ่ง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบกับความกว้างใบ ($r = -0.49$, $\alpha < 0.05$) , ความยาวใบ ($r = -0.47$, $\alpha < 0.05$) จำนวนตาต่อกิ่ง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนใบต่อต้น ($r = 0.80$, $\alpha < 0.01$) , ผลผลิตใบแห้ง ($r = 0.50$, $\alpha < 0.05$) และจำนวนตาต่อกิ่ง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบกับความกว้างใบ ($r = -0.72$, $\alpha < 0.01$) , ความยาวใบ ($r = -0.63$, $\alpha < 0.01$) ความกว้างใบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับความยาวใบ ($r = 0.84$, $\alpha < 0.01$) และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนใบต่อต้น ($r = -0.53$, $\alpha < 0.05$) จำนวนกิ่งต่อต้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนใบต่อกิ่ง ($r = 0.53$, $\alpha < 0.05$) , ผลผลิตใบสด ($r = 0.63$, $\alpha < 0.01$) , ผลผลิตใบแห้ง ($r = 0.54$, $\alpha < 0.05$) จำนวนใบต่อต้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับ ผลผลิตใบสด ($r = 0.73$, $\alpha < 0.01$) , ผลผลิตใบแห้ง ($r = 0.73$, $\alpha < 0.01$) ผลผลิตใบสด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตใบแห้ง ($r = 0.95$, $\alpha < 0.01$) สอดคล้องกับงานทดลองของ Prakash et al. (2004) พบว่า จำนวนกิ่งแขนง และจำนวนใบของหม่อน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตใบหม่อนอย่างมีนัยสำคัญ

Table 1 Branch length, bud number, leaf width and leaf length of 17 OP mulberry lines and control variety

OP lines/ control variety	Branches length (cm)	Bud number (buds)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)
3001	230.00cd	54.33b-e	11.80c-d	13.90e-g
3002	218.33d-g	53.67b-f	12.92bc	16.36b-d
3004	203.33f-i	46.33e-g	12.22b-d	17.58b
3005	206.67e-h	54.67b-d	10.16e-g	12.18g
3006	253.33b	56.00b-d	11.24c-f	16.62bc
3007	200.00g-i	53.67b-f	10.58d-f	15.72b-e
3008	216.67d-g	57.67a-c	9.50fg	13.76e-g
3009	255.00b	57.00a-c	8.34g	13.28fg
3013	173.33jk	54.00b-e	10.04e-g	16.58bc
3014	216.67d-g	51.33c-f	12.82bc	17.22b
3015	170.00k	45.67fg	13.98b	17.04b

Table 1 (continued).

OP lines/ control variety	Branches length (cm)	Bud number (buds)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)
3018	183.33i-k	53.00b-f	9.92e-g	14.22d-g
3019	300.00a	64.67a	11.12c-f	17.12b
3021	191.67h-j	51.00c-f	10.08e-g	14.60c-f
3023	225.00c-f	48.67d-f	11.28c-f	16.00b-e
3024	226.67c-e	58.67a-c	10.60d-f	15.96b-e
3025	243.33bc	60.67ab	9.42fg	14.12d-g
Skn	131.00l	39.33g	16.60a	26.68a
Mean	213.57	53.35	11.26	16.05
CV%	5.53	7.96	11.55	9.92
Pr>F	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

In a column, figures with same letter or without letter do not differ significantly whereas figures with dissimilar letters differ significantly

Table 2 Branch number, leaf number, fresh weight and dry weight of 17 OP mulberry lines and control variety

OP lines/ control variety	Branch number (branches)	Leaf number (leaves)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
3001	5	59	116.96	34.64
3002	5	61	117.34	31.98
3004	7	46	103.11	30.35
3005	13	63	97.79	27.45
3006	9	129	216.08	65.05
3007	13	120	180.69	51.1
3008	6	145	133.89	46.86
3009	9	95	115.95	30.81
3013	7	60	89.72	25.31
3014	7	49	98.74	29.7
3015	8	35	87.44	26.18
3018	7	93	96.12	28.17
3019	16	195	363.22	159.11

Table 2 (continued).

OP lines/ control variety	Branch number (branches)	Leaf number (leaves)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
3021	14	95	185.67	46.93
3023	10	82	225.18	60.93
3024	14	137	142.42	37.2
3025	12	138	180.44	47.26
Skn	12	43.3	156.48	37.80
Mean	9.7	91.4	150.4	45.4

Table 3 Correlation among different yield and yield attributing characters on mulberry

Characters	BP	LW	LL	NBP	NLP	TFW	TDW
LBP	0.81**	-0.49*	-0.47*	0.21	0.69**	0.59**	0.65**
	0.0001	0.0369	0.0478	0.4031	0.0015	0.0092	0.0037
BP		-0.72**	-0.63**	0.25	0.80**	0.41	0.50*
		0.0007	0.0053	0.3082	0.0001	0.0882	0.0354
LW			0.84**	-0.13	-0.53*	-0.06	-0.07
			0.0001	0.6114	0.0225	0.8008	0.7793
LL				0.09	-0.28	0.13	0.08
				0.72	0.2643	0.5992	0.7497
NBP					0.53*	0.63**	0.54*
					0.0248	0.0049	0.0213
NLP						0.73**	0.73**
						0.0006	0.0006
TFW							0.95**
							0.0001

LBP = branches length per plant, BP = buds per branch, LW = leaf width, LL = leaf length, NBP = number of branches per plant, NLP = number of leaves per plant, TFW = fresh weight per plant (g), TDW = dry weight per plant (g)

** Correlation is significant at the 0.01 level

* Correlation is significant at the 0.05 level

สรุป

ผลผลิตหม่อนใบสายพันธุ์ลูกผสมเปิดทั้ง 17 สายพันธุ์ มีความยาวกิ่งต่อต้นอยู่ในช่วง 170–300 เซนติเมตร จำนวนตาต่อกิ่งอยู่ในช่วง 45.67–64.67 ตาต่อกิ่ง จำนวนกิ่งต่อต้นอยู่ในช่วง 5-16 กิ่ง จำนวนใบต่อต้นอยู่ในช่วง 35-195 ใบต่อต้น ผลผลิตใบสดอยู่ในช่วง 87.44–363.22 กรัมต่อต้น ผลผลิตใบแห้งอยู่ในช่วง 25.31–159.11 กรัมต่อต้น โดยสายพันธุ์ ACC3019 ให้ผลผลิตสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กรมหม่อนไหม. 2558. คู่มือการผลิตหม่อนอินทรีย์. กรมหม่อนไหม, กรุงเทพฯ.

ณัฐพร กลางประพันธ์, ทัดดาว สีช้า. 2562. การประเมินลักษณะสายพันธุ์หม่อนลูกผสมเปิดเพื่อการปรับปรุงพันธุ์. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สกลนคร.

ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ ตาก. 2556. การขยายพันธุ์หม่อน. http://www.qsds.go.th, 24 มกราคม 2561.

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ จังหวัดสกลนคร. 2562. คู่มือที่ 23 การปลูกหม่อนผลสด. http://puparn.rid.go.th, 11 สิงหาคม 2563.

สุจารี นนทโคตร. 2561. การประเมินลักษณะสายพันธุ์หม่อนผลบนพื้นฐานเกณฑ์การคัดเลือกสายพันธุ์หม่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร.

Banerjee, R., Roychowdhuri, S., Sau, H., Das, B.K., Ghosh, P., Saratchandra, B. 2007. Genetic diversity and interrelationship among mulberry genotypes. J. Genet. Genomics. 34: 691–697.

Johnson, R., Kuby, P. 2004. Elementary Statistics. Thomson Learning, Inc., USA.

Prakash, B.G., Halaswamy, K.M., Guled, M.B. 2004. Performance of mulberry varieties and correlation among leaf yield and its components under dryland situation at Bijapur. Karnataka J. Agri. Sci. 17: 562–565.

Rahman, MD.S., Islam, SM.S. 2020. Genetic variability and correlation studies of mulberry (*Morus Alba* L.) genotypes in Bangladesh. Bangladesh J. Bot. 49: 685–691.

การพัฒนาเทคนิคการฟอกฆ่าเชื้ออะเคเซียลูกผสม

Development of *Acacia* hybrid sterilization techniques

ปัทมา ทองกอก[a]*, วีรศิลป์ สอนจรูญ[b], เอกพงษ์ ธนะวัติ[a], ผุสดี สุขพิบูลย์[a], เทพา ผุดผ่อง[a], ปวีณา บาดาล[a], เกษม หฤทัยธนาสันติ์[a]

Pattama Tongkok[a]*, Weerasin Sonjaroon[b], Eakpong Tanavat[a], Pussadee Sukpiboon[a], Tepa Phudphong[a], Pavina Badan[a], Kasem Haruthaithanasan[a]

[a]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]วิทยาลัยบูรณาการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a]Kasetsart Agricultural and Agro-industrial Product Improvement Institute, Bangkok 10900, Thailand.

[b]School of Integrated Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: aappat@ku.ac.th

บทคัดย่อ

อะเคเซียลูกผสมเป็นไม้โตเร็วที่มีการปลูกในสวนป่าเพื่อพลังงานในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย วิธีการขยายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับปลูกสวนป่าคือใช้เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว การฟอกฆ่าเชื้อเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบชนิด ความเข้มข้น และระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อที่ต่างกัน 6 ชุดการทดลอง ต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตและการเจริญเติบโต โดยใช้ตาข้างของอะเคเซียลูกผสมมาฟอกฆ่าเชื้อและเลี้ยงบนอาหาร ½ MS เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเนื้อเยื่อที่ฟอกฆ่าเชื้อมีเปอร์เซ็นต์การรอด การปนเปื้อน การตาย และการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กระบวนการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมคือ การล้างน้ำไหล 5 นาที + แอลกอฮอล์ 70% 30 วินาที + $HgCl_2$ 0.1% 10 นาที และล้างด้วยน้ำปลอดเชื้ออีก 4 ครั้ง วิธีนี้เนื้อเยื่อมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 87% ความยาวยอด 3.40±0.20 ซม. ความยาวใบ 5.04±0.70 ซม. และมีใบ 3.3±0.48 ใบต่อชิ้นเนื้อเยื่อ

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, ฟอกฆ่าเชื้อ, ไม้โตเร็ว, อะเคเซีย

Abstract

Acacia hybrid is a fast-growing tree species which plants in the forest plantation for energy in Southeast Asia, including Thailand. The efficient method for rapid propagation for forest plantation is tissue culture technology. A sterilization is one of the most important steps in tissue culture. This experiment aimed to examine the effects of type, concentration, and duration of disinfectants. Lateral buds were used as explants. The procedures for sterilization were conducted 6 treatments and cultured in ½MS for 4 weeks. There was significantly different for all treatments in the percentage of survival, contamination, dead explants, and growth performance ($p < 0.05$). The optimal sterilization procedure was rinsing with tap water for 5 min + 70% (v/v) Ethanol for 30 sec + 0.1% $HgCl_2$ for 10 min and rinsing with sterile water for 4 times. The results showed 87% survival rate. The shoot length, leaf length and leaf number were 3.40±0.20cm., 5.04±0.70 cm. and 3.3±0.48 no./explant, respectively.

Keywords: *Acacia*, fast-growing tree, sterilization, tissue culture

คำนำ

ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซียเป็นพืชที่มีศักยภาพในการปลูกเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล มีการปลูกในสวนป่าเพื่อพลังงานในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย และยังเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศที่มีความต้องการนำไปผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจำนวนมาก ไม้อะเคเซียมีทั้งชนิดและสายต้นที่แตกหน่อดีและไม่แตกหน่อซึ่งมีผลอย่างมากกับต้นทุนและผลตอบแทนในระยะยาวของผู้ปลูก โดยไม้ที่มีการแตกหน่อดีจะให้ผลตอบแทนสูงกว่าไม่แตกหน่อ ดังนั้นจึงต้องมุ่งพัฒนาคัดเลือกชนิดพันธุ์และสายต้นที่มีการแตกหน่อดีมาขยายพันธุ์ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก อะเคเซียลูกผสมหรือกระถินลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์เป็นพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับว่าให้ผลผลิตดี โตเร็ว และมีศักยภาพในการแตกหน่อได้ดี (มะลิวัลย์, 2560) ซึ่งสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มีแปลงรวบรวมอะเคเซียลูกผสมที่แตกหน่อได้ดีมาขยายพันธุ์เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาการขยายพันธุ์ไม้อะเคเซียหรือไม้โตเร็วชนิดต่างๆ ในอดีตจะใช้เมล็ดเป็นหลักซึ่งมีโอกาสทำให้ต้นพืชที่ได้มีลักษณะผันแปรไปจากต้นแม่และให้ผลผลิตช้า (กรมป่าไม้, 2557; มะลิวัลย์ และคณะ, 2559) ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีและวิทยาการใหม่ๆ จึงได้เปลี่ยนมาใช้วิธีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแทน เช่น การตอน การติดตา การต่อกิ่ง ทาบกิ่ง เสียบกิ่ง ปักชำ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (รังสฤษดิ์, 2540) เป็นต้น ดังนั้นการที่จะผลิตกล้าไม้โตเร็วให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีความสม่ำเสมอ ปัจจุบันจึงนิยมใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อนำมาใช้ในการขยายพันธุ์ เนื่องจากสามารถผลิตกล้าไม้ได้ในระยะเวลาอันสั้น และได้ปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการในอนาคต อีกทั้งยังสามารถควบคุมปริมาณได้ตามต้องการ

อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีข้อจำกัดในเรื่องความสะอาดและการทำให้พืชอยู่ในสภาวะปลอดเชื้อ การฟอกฆ่าเชื้อจึงเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและเป็นขั้นตอนแรกในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงยังต้องทดสอบหาวิธีและเทคนิคที่เหมาะสมในการฟอกฆ่าเชื้อกับพืชแต่ละชนิด (ประศาสตร์, 2538) ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคและวิธีฟอกฆ่าเชื้ออะเคเซียลูกผสมจึงมีความสำคัญที่ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออะเคเซียลูกผสมประสบความสำเร็จ เนื่องจากเป็นขั้นตอนเริ่มต้นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อผลิตกล้าไม้ในสภาวะปลอดเชื้อให้ได้จำนวนมาก เพื่อรองรับความต้องการในอนาคตที่อาจมีเพิ่มมากขึ้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบชนิด ความเข้มข้น และระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อแต่ละวิธีที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของอะเคเซียลูกผสม โดยผลจากการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ได้ต้นพันธุ์ปลอดเชื้อและมีลักษณะตรงตามพันธุ์ที่ต้องการเพื่อใช้ในการขยายพันธุ์และผลิตต้นกล้าขยายผลให้เกษตรกรไปปลูกเพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมพลังงานชีวภาพและเคมีชีวภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการฟอกฆ่าเชื้อ

ขั้นตอนนอกตู้ปลอดเชื้อ นำตัวอย่างกิ่งที่ได้จากการคัดเลือกต้นแม่ที่มีลักษณะดี ไม่มีโรค มาปักชำให้แตกยอดอ่อนในโรงเรือน เป็นเวลา 2 เดือน เพื่อให้กิ่งพันธุ์แตกยอดใหม่ที่มีความยาว 15 ถึง 20 ซม. หรือมีข้อจำนวน 3–4 ข้อต่อยอด จากนั้นตัดที่โคนห่างจากข้อสุดท้ายของแต่ละยอด 3 ซม. เพื่อนำมาทำความสะอาดด้วยการล้างน้ำไหลผ่าน 5 นาที ขณะเดียวกันใช้พู่กันปัดจากโคนไปที่ปลายยอดและจากปลายยอดไปที่โคนจนกระทั่งสะอาดไม่มี

สิ่งปนเปื้อน จากนั้นล้างด้วยน้ำยาล้างจาน 15% เป็นเวลา 1 นาที และใช้พู่กันและมือทำความสะอาด เปิดน้ำไหลผ่านจนกว่าฟองหมด และล้างด้วยน้ำที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว (Sterilized dH_2O) 1 ครั้ง และตัดแยกระหว่างยอดกับข้อ โดยแยกแต่ละข้อใส่ลงในขวดแก้ว เติม Sterilized dH_2O จนท่วม เขย่าจนกว่าฟองหมด เปลี่ยนน้ำ 2–3 ครั้ง เช็ดขวดเนื้อเยื่อด้วยแอลกอฮอล์ 70% (v/v) ก่อนนำเข้าตู้ปลอดเชื้อ

ขั้นตอนในตู้ปลอดเชื้อ นำตัวอย่างที่ผ่านการทำความนอกตู้ปลอดเชื้อเรียบร้อยแล้ว มาเติม 70% Ethanol (v/v) จนท่วมตัวอย่างในแต่ละขวดแล้วเขย่าเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นเทสารละลายทิ้งแล้วล้างออกด้วย Sterilized dH_2O อีก 3 ครั้ง เติมสารฟอกฆ่าเชื้อชนิดและความเข้มข้นต่างกัน โดยใช้น้ำยาฟอกขาวคลอร็อกซ์ (ประกอบด้วย Sodium hypochlorite 6%) และเมอคิวริคลอไรด์ ($HgCl_2$) โดยทำการทดลอง 6 ชุด ชุดละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ข้อ ใช้จำนวนข้อทั้งหมด 480 ข้อ แต่ละชุดการทดลองมีชนิดและความเข้มข้นของสารต่างกัน ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ฟอกด้วยคลอร็อกซ์ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้ความเข้มข้น 10% และครั้งที่ 2 ใช้ความเข้มข้น 5% ครั้งละ 10 นาที ชุดการทดลองที่ 2 ฟอกด้วยคลอร็อกซ์ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้ความเข้มข้น 15% และครั้งที่ 2 ใช้ความเข้มข้น 10% ครั้งละ 10 นาที ชุดการทดลองที่ 3 ฟอกด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 1 ครั้ง ใช้ความเข้มข้น 0.05% $HgCl_2$ เป็นเวลา 5 นาที ชุดการทดลองที่ 4 ฟอกด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 1 ครั้ง ใช้ความเข้มข้น 0.05% $HgCl_2$ เป็นเวลา 10 นาที ชุดการทดลองที่ 5 ฟอกด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 1 ครั้ง ใช้ความเข้มข้น 0.1% $HgCl_2$ เป็นเวลา 5 นาที และชุดการทดลองที่ 6 ฟอกด้วยเมอคิวริกคลอไรด์ 1 ครั้ง ใช้ความเข้มข้น 0.1% $HgCl_2$ เป็นเวลา 10 นาที

นำขวดตัวอย่างที่ฟอกด้วยชุดการทดลองต่างๆ มาล้างด้วย Sterilized dH_2O อีก 4 ครั้ง หลังจากนั้นคีบตัวอย่างใส่ในขวดเปล่าที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อเตรียมนำไปเพาะเลี้ยง

วิธีการเตรียมอาหารและการเพาะเลี้ยง

เตรียมอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร เติมไรโบเฟลวิน 0.015 กรัมต่อลิตร ปรับ pH ที่ 5.8 ด้วย NaCl 1 N หรือ NaOH 1 N แล้วเติมผงวุ้น 7 กรัมต่อลิตร และนำไปต้มจนวุ้นละลาย เมื่อต้มเรียบร้อยแล้วเทอาหารใส่ขวดใสที่มีฝาปิด ขนาด 4 ออนซ์ จำนวน 15–20 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นและวางอาหารที่เตรียมไว้ในห้องปลอดเชื้อเป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการย้ายเนื้อเยื่อ เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของอาหาร จากนั้นนำเนื้อเยื่อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อทั้ง 6 ชุดการทดลอง มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร ½ MS (Fig.1) ที่ได้เตรียมไว้ข้างต้นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และนำไปวางบนชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องเพาะเลี้ยงที่ควบคุมอุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน บันทึกผลการฟอกฆ่าเชื้อหลังจากเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์ดังต่อไปนี้

บันทึกเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต โดยบันทึกชิ้นส่วนข้อที่ไม่ปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ และไม่ตายจากการถูกทำลายด้วยสารฟอกฆ่าเชื้อ โดยใช้สูตรคำนวน ดัง Equation 1

$$\% \text{ Survival} = \frac{\text{Number of Survived explants}}{\text{Total number of explants}} \times 100 \quad (1)$$

บันทึกเปอร์เซ็นต์การตาย โดยบันทึกชิ้นส่วนข้อที่ตายหรือถูกทำลายด้วยสารฟอกฆ่าจนไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ โดยใช้สูตรคำนวน ดัง Equation 2

$$\% \text{ Dead explant} = \frac{\text{Number of dead explants}}{\text{Total number of explants}} \times 100 \quad (2)$$

บันทึกเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อน โดยบันทึกชิ้นส่วนข้อที่เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีหลังผ่านการฟอกฆ่าเชื้อ โดยใช้สูตรคำนวน ดัง Equation 3

$$\% \text{ Contamination} = \frac{\text{Number of contaminated explants}}{\text{Total number of explants}} \times 100 \quad (3)$$

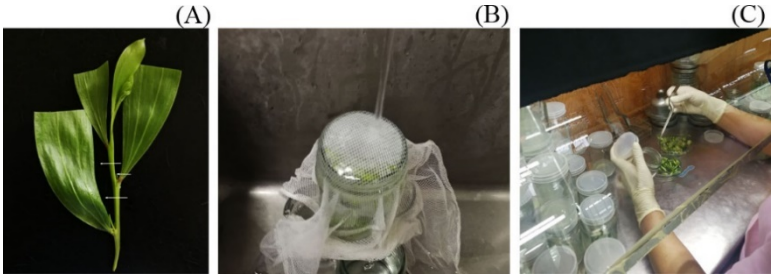


Fig. 1 Surface sterilization method of *Acacia* hybrid, tissue selection (A), surface sterilization (B), tissue culture (C)

บันทึกการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อโดยวัดความยาวยอด ความยาวใบ และนับจำนวนใบ หลังเพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร ½MS เป็นเวลา 7, 14, 21, และ 28 วัน เพื่อตรวจสอบพัฒนาการของเนื้อเยื่อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อทั้ง 6 ชุดการทดลอง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูลและวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยตาราง ANOVA เปรียบเทียมความแตกของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการฟอกฆ่าเชื้ออะเคเซียลูกผสม (*Acacia* hybrid) ด้วยชนิด ความเข้มข้น และระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อที่ต่างกัน 6 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ฟอกฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ด้วย Clorox ความเข้มข้น 10% และ 5% นานครั้งละ 10 นาที ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 2 ฟอกฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ด้วย Clorox ความเข้มข้น 15% และ 10% นานครั้งละ 10 นาที ตามลำดับและชุดการทดลองที่ 3-6 ฟอกฆ่าเชื้อครั้งเดียวด้วยเมอคิวริคคลอไรด์ ($HgCl_2$) คือ 0.05% นาน 5 นาที, 0.05% นาน 10 นาที, 0.1% นาน 5 นาที และ 0.1% นาน 10 นาที ตามลำดับ พบว่าเนื้อเยื่อที่ผ่าน

การฟอกฆ่าเชื้อมีเปอร์เซ็นต์การรอด การปนเปื้อน และการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) การฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมที่สุดคือชุดการทดลองที่ 6 ใช้สารฟอกฆ่าเชื้อ $HgCl_2$ ซึ่งได้สรุปขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อตั้งแต่ขั้นตอนนอกตู้ปลอดเชื้อจนถึงขั้นตอนสุดท้ายในตู้ปลอดเชื้อไว้ใน Fig. 2

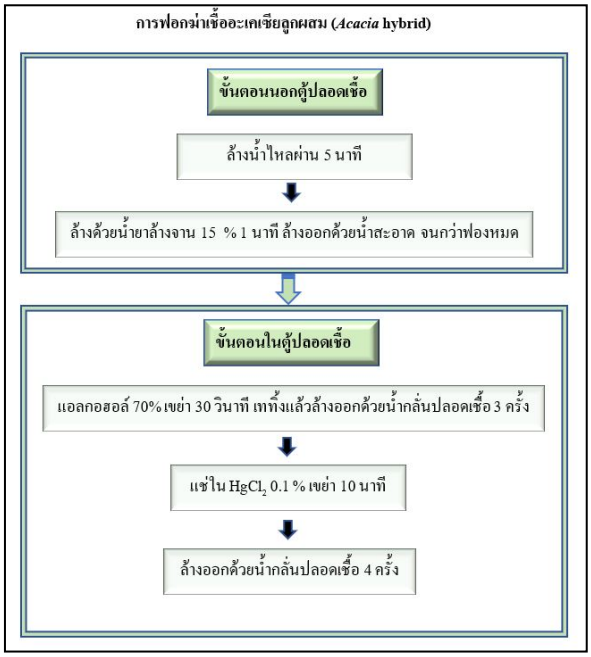


Fig. 2 Procedure of the optimum method for explant surface sterilization of *Acacia* hybrid

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองที่ฟอกฆ่าเชื้อด้วย $HgCl_2$ ความเข้มข้น 0.1% นาน 10 นาทีนั้น มีประสิทธิภาพสูงสุด คือเนื้อเยื่อมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (เนื้อเยื่อที่ไม่มีการปนเปื้อนและไม่ตายจากการถูกสารฟอกฆ่าเชื้อทำลาย) 87% (86.50±9.26) และพบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ต่ำที่สุด เพียง 13% (13.50±9.26) การฟอกฆ่าเชื้ออะเคเซียลูกผสมตามวิธีการ ความเข้มข้น และชนิดของสารตามกระบวนการข้างต้น คือชุดการทดลองที่ 6 นั้นพบว่าสามารถลดระยะเวลาในการฟอกฆ่าเชื้อได้ถึง 2 เท่า เมื่อเทียบกับวิธีการฟอกฆ่าเชื้อ *Acacia chundra* (Rout et al., 2008) ซึ่งได้ใช้ $HgCl_2$ ความเข้มข้นเดียวกัน คือ 0.1% ในการฟอกฆ่าเชื้อพื้นผิว แต่ใช้ระยะเวลาในการฟอกฆ่าเชื้อนานถึง 20 นาที อย่างไรก็ตามจากรายงานวิธีการฟอกฆ่าเชื้อ Acacia ในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามักใช้สาร $HgCl_2$ ความเข้มข้นไม่เกิน 0.1% และใช้เพียง 5-10 นาที (Rathore et al., 2012; Banerjee, 2013; Monteuuis et al., 2013; Nagashree et al., 2015) แต่มีกระบวนการเตรียมเนื้อเยื่อและขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่ากระบวนการฟอกฆ่าเชื้อ *A. auriculiformis* ต้องมีการแช่ตัวอย่างเนื้อเยื่อใน Benlate (fungicide) ความเข้มข้น 0.1% ร่วมกับ Boric acid ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนเข้าสู่กระบวนการฟอกฆ่าเชื้อด้วย $HgCl_2$ ความเข้มข้น 0.1% อีก 10 นาที และฟอกครั้งที่ 2 ด้วย Clorox ความเข้มข้น 10% อีก 5 นาที จึงได้เนื้อเยื่อปลอดเชื้อมาใช้ในการขยายพันธุ์ (Ismail et al, 2016) ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีหลายขั้นตอนและใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน จึงแสดงให้เห็นว่าในการฟอกฆ่าเชื้อพืชแต่ละชนิดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดหรือระยะเวลาของสารฟอกฆ่าเชื้อเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมเนื้อเยื่อพืช การทำความสะอาดในขั้นต้น จนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการฟอกฆ่าเชื้อ ส่วนผลการฟอกฆ่าเชื้อรองลงมาจากชุดการ

ทดลองที่ 6 คือชุดการทดลองที่ 4 ชุดการทดลองที่ 5 ชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่ 2 และชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดัง Table 1 เมื่อติดตามการเจริญเติบโตพบว่าต้นอ่อนที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อด้วย $HgCl_2$ ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน (ชุดการทดลองที่ 3–6) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่เนื้อเยื่อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อด้วยชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งใช้คลอร็อกซ์เป็นสารฟอกฆ่าเชื้อ พบว่าความยาวยอด ความยาวใบ และจำนวนใบ มีการพัฒนาต่ำกว่าการใช้ $HgCl_2$ (Table 2) แม้ว่าการใช้คลอร็อกซ์จะไม่ส่งผลให้เนื้อเยื่อถูกทำลายแต่ด้วยความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ในการฟอกฆ่าเชื้อครั้งนี้ส่งผลให้เนื้อเยื่อมีแนวโน้มการเจริญที่น้อยลง การฟอกฆ่าเชื้อจึงจำเป็นต้องใช้ความเข้มข้นของสาร ชนิดสาร และระยะเวลาที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด (ประศาสตร์, 2538) เพื่อให้ได้เทคนิคและกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อลดทั้งต้นทุนและระยะเวลาในการปฏิบัติงาน จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหลังจากฟอกฆ่าเชื้อด้วยชุดการทดลองที่ 6 เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเนื้อเยื่อมีความยาวยอด ความยาวใบ และจำนวนใบสูงสุดคือ 3.40±0.20 ซม., 5.04±0.70 ซม. และ 3.3±0.48 ใบต่อชิ้นเนื้อเยื่อตามลำดับ (Table 2) และพบว่าความยาวใบมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้เพาะเลี้ยง (Fig. 3 และ Fig. 4) รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 4 เนื้อเยื่อมีความยาวยอด ความยาวใบ และจำนวนใบสูงสุดคือ 3.40±0.21 ซม., 5.03±0.69 ซม. และ 3.1±0.31 ใบต่อชิ้นเนื้อเยื่อ ตามลำดับ โดย 2 ชุดการทดลองดังกล่าวใช้สาร $HgCl_2$ในการฟอกฆ่าเชื้อระยะเวลา 10 นาทีเหมือนกันแต่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าเนื้อเยื่อมีการพัฒนาที่ใกล้เคียงกัน ขณะที่ชุดการทดลองที่ 3 และ 5 ซึ่งใช้สาร $HgCl_2$ในการฟอกฆ่าเชื้อระยะเวลา 5 นาที พบว่าเนื้อเยื่อมีการพัฒนาดีกว่าแต่มีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนสูงกว่าการฟอก 10 นาที การใช้สาร $HgCl_2$ ในการฟอกฆ่าเชื้อที่ระยะเวลานานขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อการฟื้นตัวของเนื้อเยื่ออะเคเซียลูกผสม อย่างไรก็ตามผลการทดลองดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเนื่องจากมีความแตกต่างกันเล็กน้อย (Table 2)

Table 1 Percentage of survived explants, contaminated explants and dead explants after sterilization using various concentrations of sterilizing agents for 4 weeks on ½ MS medium

Treatments	First sterilization	Second sterilization	%Survived explants	%Contaminated explants	%Dead explants
T1	10% Clorox for 10 min.	5% Clorox for 10 min.	12.50±8.33^{d}	87.50±8.33^{d}	0
T2	15% Clorox for 10 min.	10% Clorox for 10 min.	30.00±6.45^{c}	70.00±6.45^{c}	0
T3	0.05% $HgCl_2$ for 5 min.	-	72.50±7.90^{b}	27.50±7.90^{b}	0
T4	0.05% $HgCl_2$ for 10 min.	-	80.00±8.74^{ab}	20.00±8.74^{ab}	0
T5	0.1% $HgCl_2$ for 5 min.	-	76.50±12.34^{b}	23.50±12.34^{b}	0
T6	0.1% $HgCl_2$ for 10 min.	-	86.50±9.26^{a}	13.50±9.26^{a}	0

*Means±SD values within a column followed by the different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)

Table 2 Shoot and leaf developments of *Acacia* hybrid for 4 weeks on ½ MS medium

Treatments	Sterilizing agents	Shoot length (mm)	Leaf length (mm)	Leaves (no./plant)
T1	10% Clorox + 5% Clorox	3.31±0.16[b]	4.68±0.48[b]	3.0±0.47[a]
T2	15% Clorox + 10%Clorox	3.20±0.09[c]	3.74±0.38[c]	2.6±0.69[b]
T3	0.05% $HgCl_2$	3.41±0.17[a]	5.04±0.67[a]	3.2±0.42[a]
T4	0.05% $HgCl_2$	3.40±0.21[a]	5.03±0.69[a]	3.1±0.31[a]
T5	0.1% $HgCl_2$	3.44±0.23[a]	5.10±0.71[a]	3.1±0.56[a]
T6	0.1% $HgCl_2$	3.40±0.20[a]	5.04±0.70[a]	3.3±0.48[a]

*Means±SD values within a column followed by the different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)

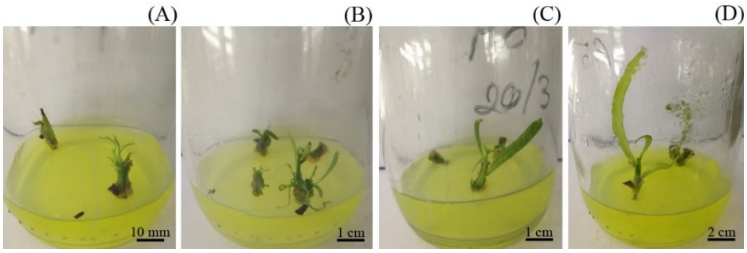


Fig. 3 *Acacia* hybrid on ½ MS medium after surface sterilization using 0.1% $HgCl_2$ for 10 minutes (T6), after 1 week (A), after 2 weeks (B), after 3 weeks (C), after 4 weeks (D)

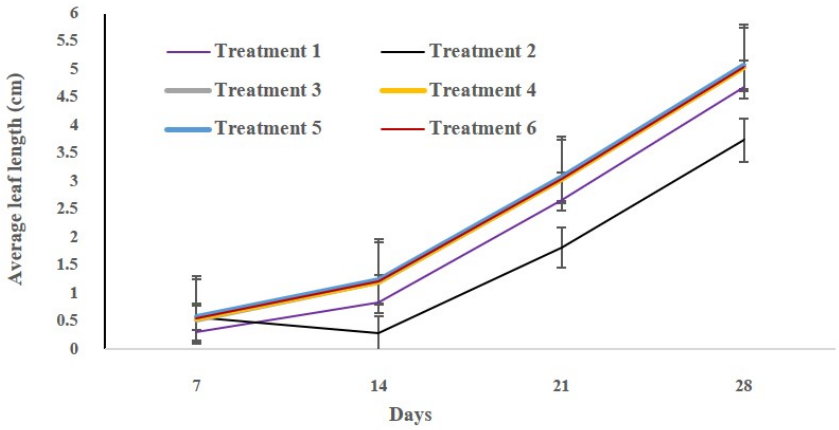


Fig. 4 Leaf development of *Acacia* hybrid after surface sterilization for 28 days (4 weeks)

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าหากใช้ $HgCl_2$ ที่มีความเข้มข้นสูงและใช้ระยะเวลาการฟอกฆ่าเชื้อที่นานขึ้นมีผลต่อพัฒนาการของพืช ซึ่งหากใช้ความเข้มข้นหรือระยะเวลาที่นานกว่าการทดลองครั้งนี้อาจส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเนื้อเยื่อ เนื่องจากได้รับอันตรายจาก $HgCl_2$ ถึงแม้จะควบคุมการปนเปื้อนได้สูง แต่ก็อาจทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อที่จะนำมาเพาะเลี้ยงได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการใช้สาร $HgCl_2$ ในการทำความสะอาดตัวอย่างเนื้อเยื่อที่จะนำเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ปราศจากเชื้อราและแบคทีเรียนั้น มักใช้ความเข้มข้นประมาณ 0.1–1.0 % เท่านั้น

และใช้ระยะเวลาในการฟอกไม่เกิน 10 นาที ทั้งนี้เนื่องจาก $HgCl_2$ เป็น**สารปรอทอนินทรีย์**ชนิดหนึ่งที่มีกลไกทางเคมีในการไประงับการทำงานของเอนไซม์ในสิ่งมีชีวิต จึงเรียกสารปรอทที่อยู่ในกลุ่มนี้ว่า Non Competitive Inhibitor โดยการไปทำลายกลุ่มซัลฟ์ไฮดริล (-SH) ของเอนไซม์เสื่อมฤทธิ์ ส่งผลให้เอนไซม์หลายชนิดของสิ่งมีชีวิตเสื่อมสภาพ จึงมักใช้ในการควบคุมโรคที่เกิดจากแบคทีเรียและราในพืชและยังถูกใช้เป็นส่วนผสมของยาฆ่าแมลงและฆ่าเชื้อราบางชนิดอีกด้วย (ไพโรจน์, 2525) จากการทดลองครั้งนี้ใช้ความเข้มข้นไม่เกิน 0.1% และใช้เวลาเพียง 10 นาที ก็พบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีกว่าการใช้ Clorox ฟอกฆ่าเชื้อถึง 2 ครั้ง ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการฟอกและลดระยะเวลาในการทำงานให้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามหากมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความเข้มข้นและระยะเวลาในการฟอกฆ่าเชื้อให้ต่างจากนี้อาจยืนยันผลการใช้สาร $HgCl_2$ ต่อการฟอกฆ่าเชื้ออะเคเซียลูกผสมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของอะเคเซียลูกผสม ซึ่งอาจทำให้ได้กระบวนการฟอกฆ่าเชื้อที่สามารถลดการปนเปื้อนได้น้อยกว่า 13% หรืออาจเป็น 0% เพื่อลดการสูญเสียตัวอย่างต้นพันธุ์จากการปนเปื้อนในกระบวนการฟอกฆ่าเชื้อได้ในอนาคต

สรุป

เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้ออะเคเซียลูกผสมที่มีประสิทธิภาพสูงสุดประกอบด้วย ขั้นตอนนอกตู้ปลอดเชื้อคือ ล้างน้ำไหลผ่าน 5 นาที ล้างด้วยน้ำยาล้างจาน 15% 1 นาที ขั้นตอนในตู้ปลอดเชื้อคือแช่ในแอลกอฮอล์ 70% เวลา 30 วินาที ล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 3 ครั้ง แช่ใน $HgCl_2$ ความเข้มข้น 0.1% เป็นเวลา 10 นาที 1 ครั้ง และล้างด้วยน้ำปลอดเชื้ออีก 4 ครั้ง พบเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 87% มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ 13% และเนื้อเยื่อมีความยาวยอด 3.40±0.20 ซม. ความยาวใบ 5.04±0.70 ซม. และจำนวนใบ 3.3±0.48 ใบต่อชิ้นเนื้อเยื่อ หลังเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ที่สนับสนุนทุนวิจัยและเอื้อเฟื้อสถานที่ทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2557. การพัฒนาไม้สายพันธุ์ดีเพื่อส่งเสริมการปลูกป่า. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2538. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ จ๋วงพานิช. 2525. หลักวิชาโรคพืช. สารมวลชน, กรุงเทพฯ.

มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์. 2560. ไม้โตเร็ว: เชื้อเพลิงทางเลือกเพื่อผลิตไฟฟ้า. วารสารประชาคมวิจัย 22: 11.

มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์, รุ่งเรือง พูลศิริ, ปิติ กันตังกุล, วราวุฒิ ศุภมิตรมงคล, วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2559. การรวบรวมข้อมูลการปลูกไม้โตเร็วสำหรับจัดทำแผนที่นำทางงานวิจัยการปลูกไม้โตเร็วเพื่อพลังงาน. ใน: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช: หลักการและเทคนิค. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

Banerjee, P. 2013. Rapid in vitro propagation of *Acacia auriculiformis* on solid and liquid media: Role of organic additive, antioxidant and plant growth regulators. Cibtech J. Bio-Protocols. 2: 39–49.

Ismail, H.S., Kumar, M., Aziah, M.Y., Hasnida, N.H. 2016. *In Vitro* micropropagation of *Acacia auriculiformis* from selected juvenile sources. Dendrobiology 75: 157–165.

Monteuuis, O., Galiana, A., Goh, D. 2013. *In Vitro* propagation of *Acacia mangium* and *A. mangium xA. auriculiformis*. In: Maurizio L. (Ed.). Protocols for Micropropagation of Selected Economically-Important Horticultural Plants, Methods in Molecular Biology. Springer. New York, USA, pp. 199–211.

Nagashree, B.R., Santosh Kumar, H.S., Gurumurthy, B.R., Nataraja Karaba, N., Shivannai, M.B. 2015. PCR-based RAPD technique to determine induced salinity tolerance in vitro in *Acacia auriculiformis*. Plant Biosyst. 149: 15–23.

Rathore, J.S., Rai, M.K., Shekhawat, N.S. 2012. Induction of somatic embryogenesis in gum arabic tree [*Acacia senegal* (L.) Willd.]. Physiol. Mol. Biol. Plants. 18: 387–392.

Rout, G.R., Senapati, S.K., Aparajeta, S. 2008. Micropropagation of *Acacia chundra* (Roxb.) DC. Hort. Sci. (prague) 35: 22–26.

ผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณภาพของไมโครกรีนไควาเระ (*Raphanus sativus* L.)

Effect of packaging on shelf life and quality of Kaiware-microgreens (*Raphanus sativus* L.)

จิราพร อ่อนศรีทอง, ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ, พรพรรณ เล็กขำ, วาริช ศรีละออง*

Jiraporn Oonsrithong, Nutthachai Pongprasert, Pornpan Lekkham, Varit Srilaong*

สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150

Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand.

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณสมบัติทางกายภาพและชีวเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของไมโครกรีนไควาเระโดยใช้บรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ถุงซิปชนิด LDPE ถุง Active และกล่อง Clamshell (ชุดควบคุม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณภาพทุก 2 วัน เป็นเวลา 8 วัน พบว่าการเก็บรักษาไมโครกรีนในถุงซิปชนิด LDPE มีอายุการวางจำหน่ายนานที่สุด 8 วัน และสามารถชะลอการเหลืองของใบซึ่งสอดคล้องกับค่า L* b* และ Hue angle ที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตามพบว่าการเก็บรักษาไมโครกรีนในกล่อง Clamshell มีปริมาณวิตามินซีและปริมาณกลูโคซิโนเลตมากที่สุด ในขณะที่ชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในไมโครกรีน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าถุงซิปชนิด LDPE ชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของไมโครกรีนไควาเระได้ดีแต่ไม่มีผลต่อการรักษาปริมาณสารสำคัญ

คำสำคัญ: กลูโคซิโนเลต, กล่อง Clamshell, ถุงซิปชนิด LDPE, ถุง Active, วิตามินซี

Abstract

The objective of present study was conducted to investigate the effects of packaging on shelf life and postharvest physio-biochemical properties of ‘Kaiware’ microgreens by using three packaging types: LDPE zip bag, active bag, and clamshell box (control), and stored at 10°C. Microgreens were sampled 2 days intervals until 8 days for analysis. The results showed that microgreens in LDPE zip bag had longest shelf life for 8 days. In addition, LDPE zip bag retarded the yellowing of leaves which corresponded with less changes of L*, b* and hue angle values. However, microgreens packed in clamshell box showed the highest vitamin C and glucosinolate contents. While, total chlorophyll content, antioxidant activity by DPPH assay and FRAP assay, and total phenolic compounds were not significantly difference among the packaging types. From these results showed that LDPE zip bag could preserve the external appearance of ‘Kaiware’ microgreens but no effect on maintaining the bioactive compounds.

Keywords: active bag, clamshell box, glucosinolates, LDPE Zip bag, vitamin C

คำนำ

ไมโครกรีนไควาเระหรือต้นอ่อนหัวไชเท้าเป็นต้นอ่อนชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น (อดิศักดิ์, 2559) เพราะไควาเระมีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์คือรสเผ็ดคล้ายวาซาบิสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายทั้งรับประทานสด ปรุงสุก ผสมน้ำปั่น หรือรูปแบบของผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และมีอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายที่หลากหลาย เช่น ไฟโตนิวเทรียนท์ ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ รูติน ที่ช่วยต้านการอักเสบ เควอซิทิน ที่ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดและหัวใจ ยับยั้งวงจรการเกิดมะเร็ง วิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา วิตามินบี ช่วยเสริมสร้างสารสื่อประสาทสมอง และ วิตามินซีที่เป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง (Kopsell and Sams, 2013) อย่างไรก็ตามสารสำคัญชนิดต่างๆ มีการสูญเสียได้ง่ายหลังจากการเก็บเกี่ยวเนื่องจากปัจจัยจากสภาพแวดล้อม (สายชล, 2528) ดังนั้นวิธีการเก็บรักษาไมโครกรีนจึงเป็นประเด็นที่สำคัญ สำหรับวิธีการในการรักษาปริมาณสารสำคัญในผลิตผลสดทางการเกษตรมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน (ภาณุมาศ, 2558) ซึ่งการใช้บรรจุภัณฑ์เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายต่อการปฏิบัติในระดับอุตสาหกรรม จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิดต่างๆ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรได้ (Han, 2014) ซึ่งฟิล์มพลาสติกแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจ (Exama et al., 1993) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการรายงานเรื่องผลของชนิดถุงพลาสติกต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและปริมาณสารสำคัญและความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระในระหว่างการวางจำหน่ายของไมโครกรีนไควาเระ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของถุงพลาสติกชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระระหว่างการวางจำหน่ายของไมโครกรีนหลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะเมล็ด

ทำการแช่เมล็ดไควาเระในอัตราส่วน 80 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำการกรองเมล็ดและสะเด็ดน้ำ หลังจากนั้นบ่มเมล็ดให้งอกที่อุณหภูมิ 21±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน ทำการโรยเมล็ดไควาเระลงถาดเพาะที่มีวัสดุปลูก แล้วเพาะต้นอ่อนในที่มืดที่มีอุณหภูมิ 21±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน หลังจากนั้นให้แสง LED สีขาว เป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการเก็บเกี่ยวไมโครกรีนไควาเระ

การเตรียมตัวอย่าง

นำไมโครกรีนไควาเระตัดส่วนรากที่ติดกับวัสดุปลูกและเปลือกเมล็ดออก โดยบรรจุไมโครกรีนไควาเระปริมาณ 35 กรัม ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ดังนี้

Treatment 1: กล่อง Clamshell ชนิด PET, ขนาด 9.5 × 13 × 6 เซนติเมตร

(ไม่สามารถระบุผู้ผลิตเนื่องจากจะมีผลในทางการค้า)

Treatment 2: ถุงซิปชนิด LDPE (Low Density Polyethylene), ขนาด 15 × 23 เซนติเมตร

(ไม่สามารถระบุผู้ผลิตเนื่องจากจะมีผลในทางการค้า)

Treatment 3: ถุง Active ชนิด Oxygen transmission rate 50,000 ขนาด 15 × 23 เซนติเมตร

(ไม่สามารถระบุผู้ผลิตเนื่องจากจะมีผลในทางการค้า)

ทำการเก็บรักษาไมโครกรีนไควาเระที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 2 วัน เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา

การวิเคราะห์ผลด้านคุณภาพ

- การเปลี่ยนแปลงสีใบ

วัดค่าการเปลี่ยนแปลงสีใบด้วยเครื่องใช้เครื่องวัดสียี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CHROMA METER CR-400 รายงานผลออกมาเป็นค่า L* a* b* และ Hue angle

- ปริมาณวิตามินซี (ดัดแปลงจาก Roe และคณะ, 1948)

นำตัวอย่าง 1.5 กรัม ผสมกับ 10 มิลลิลิตรของ Metaphosphoric acid 5% และทำการปั่นบดตัวอย่างด้วย Homogenizer จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ความเร็วรอบ 15,000 rpm เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำส่วนใส ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติม Indophenol 0.02% ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตรลิตร จะเกิดสีชมพูแดง ให้เติม Thiourea 2% ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร และ 2,4-DNP 2% ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ยกเว้น Blank) เติม H_2SO_4 85% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเติม 2,4-DNP 2% ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ในหลอด Blank ทำการวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Ascorbic acid ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

- ปริมาณกลูโคซิโนเลต (ดัดแปลงจาก Ippoushi และคณะ, 2007)

นำตัวอย่าง 1.5 กรัม ผสมกับ 10 มิลลิลิตรของ MeOH 70% และทำการปั่นบดตัวอย่างด้วย Homogenizer นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 15,000 rpm เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำส่วนใสปริมาตร 240 ไมโครลิตร มาเติมด้วย Sodium tetrachloropalladate (II) 0.58% ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร นำไปบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที ทำการวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้มาคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Sinigrin ที่ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 และ 160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

- ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (Moran, 1982; Wellburn, 1994)

นำตัวอย่าง 1 กรัม ผสมกับ 20 มิลลิลิตรของ N,N-Dimethylformamide (DMF) นำไปบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 664, 647 และ 440 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสมการ ดังนี้

สูตรคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ*

คลอโรฟิลล์ *เอ* (C_a) (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) = $11.65A_{664} - 2.69A_{647}$

สูตรคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ *บี*

คลอโรฟิลล์ *บี* (C_b) (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) = $20.81A_{647} - 4.53A_{664}$

สูตรคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) = $C_a + C_b$

- ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH *(ดัดแปลงจาก* Pintatum et al., 2014)

นำตัวอย่าง 1.5 กรัม ผสมกับ 10 มิลลิลิตรของ Ethanol 80% แล้วปั่นบดตัวอย่างด้วย Homogenizer นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 12,000 rpm เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ให้นำส่วนใส ปริมาตร 50 ไมโครลิตร มาเติมด้วย DPPH 0.8 mM ปริมาตร 200 ไมโครลิตร และ Ethanol 80% ปริมาตร 2.25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แสดงผลเป็นความสามารถต้านอนุมูลอิสระเทียบกับโทลอกซ์ (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; TEAC) ที่ความเข้มข้น 0–1.0 มิลลิโมลาร์

- ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน (Ferric ion reducing antioxidant power; FRAP assay) (ดัดแปลงจาก Lado และคณะ, 2004)

นำตัวอย่าง 1.5 กรัม ผสมกับ 10 มิลลิลิตรของ Ethanol 80% และทำการปั่นบดตัวอย่างด้วย Homogenizer นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 12,000 rpm เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำส่วนใส ปริมาตร 50 ไมโครลิตร เติม FRAP working solution (Acetate 300 mM buffer pH 3.6: TPTZ 1M: $FeCl_3$ 20 mM, 10:1:1) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร แสดงผลเป็นความสามารถต้านอนุมูลอิสระเทียบกับโทลอกซ์ (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; TEAC) ที่ความเข้มข้น 0–0.5 มิลลิโมลาร์

- ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (ดัดแปลงจาก ปิยาภรณ์ และคณะ, 2559)

นำตัวอย่าง 1.5 กรัมต่อ 10 มิลลิลิตรของ Ethanol 80% และทำการปั่นบดตัวอย่างด้วย Homogenizer นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 12,000 rpm เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำส่วนใส ปริมาตร 300 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร และเติม Folin & Ciocalteu's phenol reagent 62.5 ไมโครลิตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 6 นาที จากนั้นเติม 625 ไมโครลิตร ของ Sodium carbonate (Na_2CO_3) 7.5% นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้มาคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Gallic acid ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ

ผลการทดลองที่ได้เปรียบเทียบความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ สถิติ One Way ANOVA โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 1 ถุง ทำการวิเคราะห์ ด้วยวิธี Duncan's multiple-range test โดยใช้โปรแกรม SAS version 9 ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดคือ กล่อง Clamshell ถุงซิปชนิด LDPE และ ถุง Active เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการวางจำหน่ายในการเปรียบเทียบทางกายภาพและทางเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของไมโครกรีนไควาเระ พบว่าในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ไมโครกรีนไควาเระในกล่อง Clamshell มีการเปลี่ยนแปลงสีใบเป็นสีเหลืองมากกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ (Fig. 1) ซึ่งสอดคล้องกับค่า L* b* และ Hue angle ของใบไมโครกรีน (Fig. 2) โดยค่า L* และ b* ของไมโครกรีนที่บรรจุในกล่อง Clamshell มีค่าเพิ่มขึ้น และค่า Hue angle มีค่าลดลงมากกว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ทั้งนี้การลดลงของค่า Hue angle ที่เข้าใกล้ 90 องศาเป็นการบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีเหลือง สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าสีของไมโครกรีนไควาเระในถุง Active ให้ผลใกล้เคียงกันกับการบรรจุในกล่อง Clamshell ส่วนไมโครกรีนไควาเระบรรจุในถุงซิปชนิด LDPE มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีที่ค่อนข้างคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ตลอดการเก็บรักษา ผลการวิจัยสอดคล้องกับรัตนาภรณ์ และมยุรี (2561) ที่พบว่าการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกสามารถชะลอการเหลืองและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบตองได้เนื่องจากมีการสร้างสภาพบรรยายกาศดัดแปลงภายในถุง ซึ่งต่างกับการใช้กล่อง Clamshell ที่มีช่องเปิดทำให้ไมโครกรีนยังคงได้รับออกซิเจนและมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การเสื่อมสภาพ อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาไมโครกรีนไควาเระในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏภายนอกบรรจุภัณฑ์พบว่าถุงซิปชนิด LDPE มีไอน้ำมากกว่าถุง Active (Fig. 1) สอดคล้องกับ นิตยา และคณะ (2560) ที่พบว่าการรักษาผักกาดหอมตัดแต่งโดยใช้ถุง LDPE มีไอน้ำเกาะภายในถุงมากกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น เนื่องจากถุง LDPE มีคุณสมบัติการซึมผ่านของไอน้ำน้อยกว่าฟิล์มพลาสติกชนิดอื่นๆ สำหรับถุง Active ที่ใช้ในการวิจัยนี้มีการใช้พลาสติก PET ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี ซึ่งพบการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง Active มากกว่าการใช้ถุงซิปชนิด LDPE ส่งผลให้พบเกิดกลิ่นผิดปกติเมื่อเปิดถุง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Makhlouf et al. (1989) ที่พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติในระหว่างการเก็บรักษาบร็อคโคลี ในขณะที่ไมโครกรีนที่บรรจุในกล่อง Clamshell และ ถุงซิปชนิด LDPE ไม่พบกลิ่นที่ผิดปกติเมื่อเปิดถุงตลอดการเก็บรักษา การเก็บรักษาไมโครกรีนในกล่อง Clamshell ยังพบลักษณะเหี่ยว (Fig. 1) เนื่องจากกล่อง Clamshell มีช่องระบายอากาศไม่ปิดสนิทเหมือนบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศได้มากกว่าและทำให้เกิดการคายน้ำและสูญเสียน้ำมากกว่า

ปริมาณสารสำคัญและการต้านอนุมูลอิสระในไมโครกรีนไควาเระ ได้แก่ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณกลูโคซิโนเลต ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิก พบว่า ปริมาณวิตามินซี มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (Fig. 3A) โดยไมโครกรีนไควาเระในกล่อง Clamshell และถุงซิปชนิด LDPE มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุดตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ปริมาณวิตามินซีของไมโครกรีนในถุง Active มีแนวโน้มลดลงและน้อยกว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา จากการศึกษาของ Agar et al. (1999) พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีผลต่อการลดลงของปริมาณวิตามินซี เช่นในกีวีตัดแต่งพร้อมบริโภค ซึ่งอาจเกิดจากการยับยั้งการเปลี่ยนรูปของ dehydroascorbic acid ไปเป็นวิตามินซี โดยสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่พบว่า

การใช้ถุงชนิด Active มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นจึงทำให้มีปริมาณวิตามินซีในไมโครกรีนไควาเระลดลง อย่างรวดเร็ว

สำหรับปริมาณกลูโคซิโนเลตในไมโครกรีนไควาเระในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดมีแนวโน้มคงที่ตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา (Fig. 3B) โดยปริมาณกลูโคซิโนเลตของไมโครกรีนไควาเระในถุง Active ลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากวันที่ 4 จนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษาซึ่งพบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ Verkerk et al. (2009) ได้รายงานว่าการย่อยสลายของกลูโคซิโนเลตมีสาเหตุมาจากการเสียหายของเนื้อเยื่อหรือการสูญเสียของเซลล์จากการเสื่อมอายุ ซึ่งเป็นไปได้ว่าการเก็บรักษาไมโครกรีนในถุง Active เกิดความเครียดของเนื้อเยื่อจากสภาวะที่มีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการลดลงของกลูโคซิโนเลตในช่วงท้ายของการเก็บรักษา ในขณะที่ปริมาณกลูโคซิโนเลตของไมโครกรีนไควาเระในกล่อง Clamshell และถุงซิปชนิด LDPE ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาและมีปริมาณใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และ ปริมาณฟีนอลิกของไมโครกรีนไควาเระในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ (Figs. 4A, 4B, 4C, 5A, 5B and 5C) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา จากผลการทดลองสามารถอธิบายได้ว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมา อย่างไรก็ตามผลการทดลองพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์โดยวิธี DPPH scavenging และ FRAP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารประกอบฟีนอลที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในผักมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับปริมาณสารประกอบฟีนอล (Aryal et al., 2019)

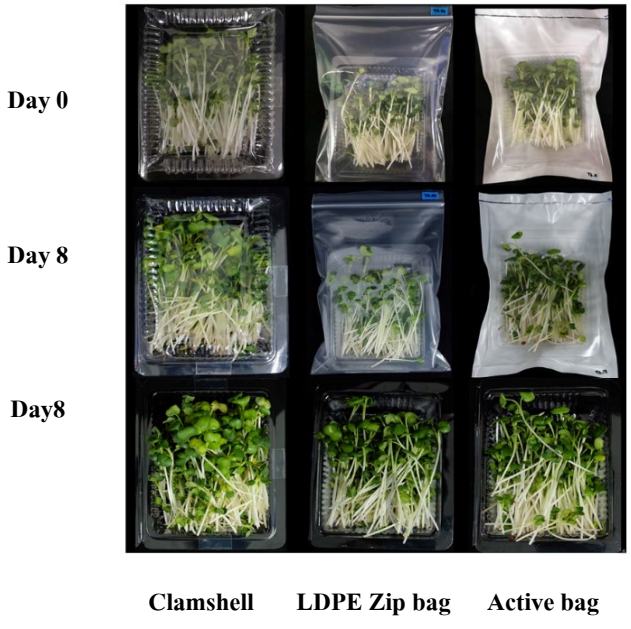


Fig. 1 Appearance of Kaiware-microgreen before and after storage at 10°C in clamshell box, LDPE zip bag and active bag. Upper row and middle row represent external quality of microgreen on day 0, and day 8 whereas the lower row represents an internal quality of microgreen on day 8.

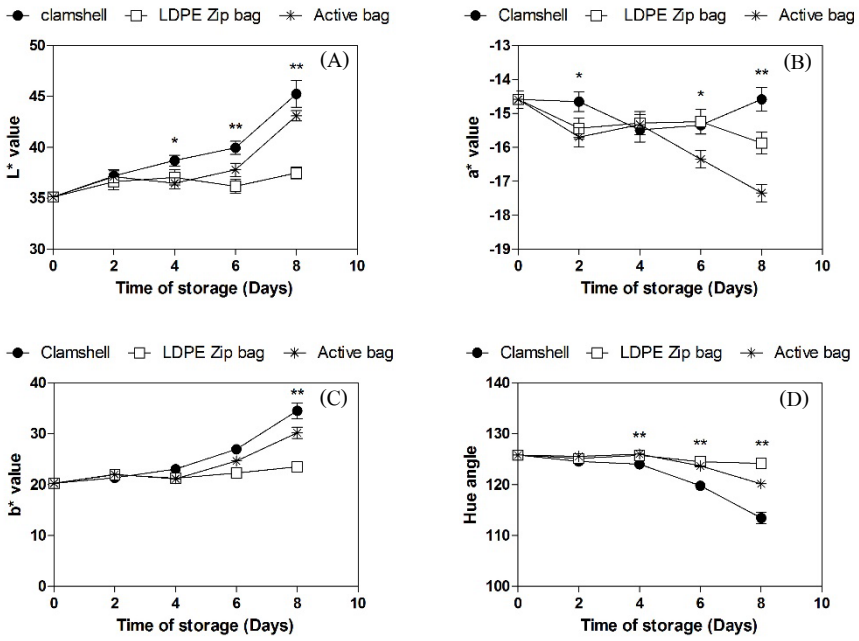


Fig. 2 The relationship between the color value: L* value (A), a*value (B), b* value (C) and hue angle (D) of Kaiware-microgreen during storage at 10˚C in clamshell box, LDPE zip bag and active bag

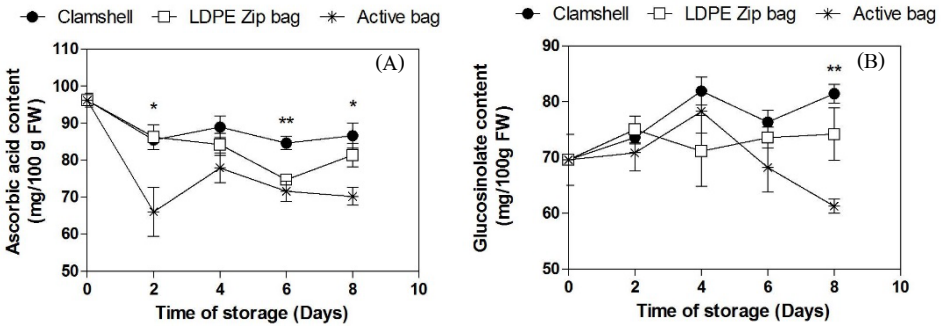


Fig. 3 The content of ascorbic acid (A) and glucosinolate (B) in Kaiware-microgreen during storage at 10°C in clamshell box, LDPE zip bag and active bag. * indicates a significant level at $p \leq 0.05$ and ** indicates significant level at $p \leq 0.01$

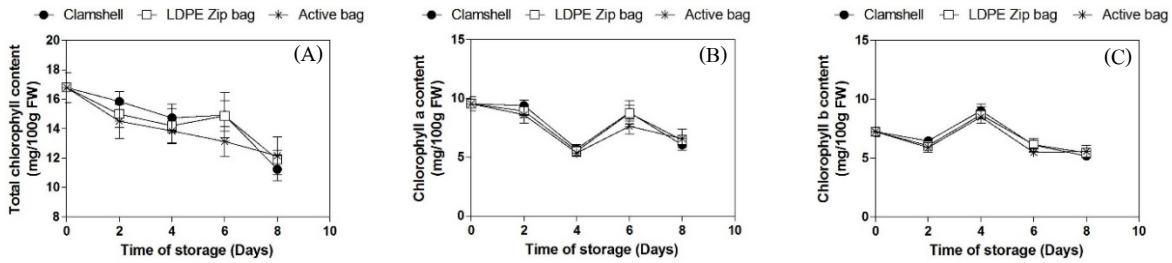


Fig. 4 The content of total chlorophyll (A), chlorophyll *a* (B) and chlorophyll *b* (C) in Kaiware-microgreen during storage at 10°C in clamshell box, LDPE zip bag and active bag

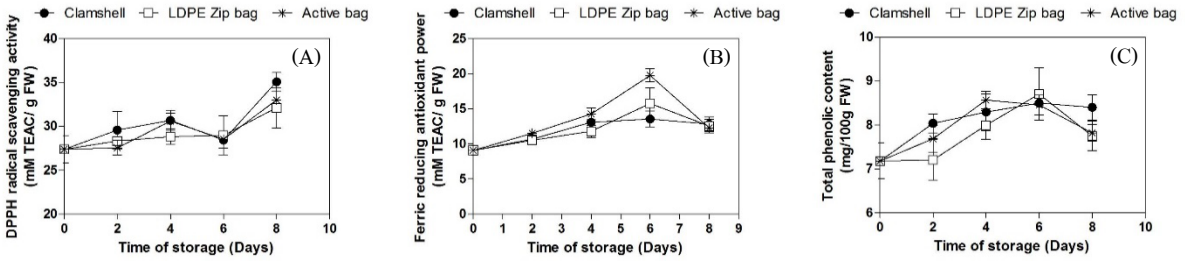


Fig. 5 Antioxidant content of DPPH radical scavenging activity (A), Ferric reducing antioxidant power (B) and Total phenolic content (C) in Kaiware-microgreen during storage at 10˚C in clamshell box, LDPE zip bag and active bag

สรุป

ผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณภาพของไมโครกรีนไควาเระในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ กล่อง Clamshell (ชุดควบคุม) ถุงซิปชนิด LDPE และ ถุง Active ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ถุงซิปชนิด LDPE สามารถชะลอการเหลืองของใบไมโครกรีน และชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า L* b* และ Hue angle ได้ดีที่สุด โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกของไมโครกรีนไควาเระในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการบรรจุไมโครกรีนไควาเระในถุงทั้งสองชนิดพบการลดลงของวิตามินซีและกลูโคซิโนเลตมากกว่าการใช้กล่อง Clamshell ดังนั้นการเก็บรักษาไมโคร กรีนไควาเระในถุงซิปชนิด LDPE จึงมีประสิทธิภาพในการคงคุณภาพด้านลักษณะปรากฏมากกว่าการรักษาปริมาณสารสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการการบ่มเพาะนักวิจัยศักยภาพสูงเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ภายใต้การสนับสนุนงบประมาณจาก หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

เอกสารอ้างอิง

นิตยา กาสกุล, พัชรีวรรณ ซาวบุญตัน, วิชญ์ วัชรวิภา, นันท์นภัสถ์ แก้วเสงี่ยม, สุฐพัศ คำไทย. 2560. ประสิทธิภาพของถุงบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหอมตัดแต่ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 48: 375–378.

ปิยาภรณ์ วรานุสันติกูล, สุชาดา โทผล, เจษฎา แพนาค, นิวัฒน์ กังวานรังสรรค์, ศรีสุดา หาญภาคภูมิ. 2559. การศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากสาบเสือ. วารสารวิจัย มสด สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 9: 31–57.

ภาณุมาศ โคตรพงศ์. 2558. การจัดการคุณภาพผลิตผลสดหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก. https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2227, 11 มกราคม 2564.

รัตนาภรณ์ รักษาสัตย์, มยุรี กระจายกลาง. 2561. ผลของบรรจุภัณฑ์แอคทีฟต่อการยืดอายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานีตัดใบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 49: 1–7.

สายชล เกตุษา. 2528. การสูญเสียคุณค่าทางอาหารของผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยว. ข่าวสารเกษตรศาสตร์. 30: 49–52.

อดิศักดิ์ เหล่าพิมพ์. 2559. วิธีการเพาะไควาเระต้นอ่อนหัวไชเท้า. https://www.organicfarmthailand.com/how-to-grow-white-radish-seedlings/, 11 มกราคม 2564.

Agar, I.T., Massantini, R., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. 1999. Postharvest CO_2 and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. J. Food Sci. 64:433–440. doi: 10.1111/j.1365-2621.1999.tb15058.x

Aryal, S., Baniya, M.K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., Koirala, N. 2019. Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from western Nepal. J. Plants. 8: 96. doi: 10.3390/plants8040096

Exama, A., Arul, J., Lencki, R.W., Lee, L.Z., Toupin, C. 1993. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. J. Food. Sci. 58: 1365–1370. doi: 10.1111/j.1365-2621.1993.tb06184.x

Han, J.H. 2014. Innovations in food packaging, 2nd ed. Academic Press. Cambridge, UK.

Ippoushi, K., Takeuchi, A., Ito, H., Horie, H., Azuma, K. 2007. Antioxidative effects of daikon sprout (*Raphanus sativus* L.) and ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) in rats. J. Food Chem. 102: 237–242. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.04.046

Kopsell, D.A., Sams, C.E. 2013. Increases in shoot tissue pigments, glucosinolates, and mineral elements in sprouting broccoli after exposure to short-duration blue light from light emitting diodes. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 138: 31–37. doi: 10.21273/JASHS.138.1.31

Lado, C., Then, M., Varga, L., Szoke, E., Szentmihályi, K. 2004. Antioxidant property of volatile oils determined by the ferric reducing ability. J. Biosci. 59: 354–358. doi: 10.1515/znc-2004-5-611

Lee, S.K., Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biol. Technol. 20: 207–220. doi: 10.1016/S0925-5214(00)00133-2

Makhlouf, J., Castaigne, F., Arul, J., Willemot, C., Gosselin, A.1989. Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. HortScience 24: 637–639.

Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N,N-dimethylformamide. Plant Physiol. 69: 1376–1381. doi: 10.1104/pp.69.6.1376

Pintatum, A., Suteerapataranon, S., Watla-iad, K. 2014. Antioxidant capacity of tea seed (*Canellia oleifera*) oil planted in the Northern of Thailand. In: The 26th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology and International Conference. Thailand.

Roe, J.H., Milles, M.B., Oesterling, M.J, Damron, C.M. 1948. The determination of diketo-l-gulonic acid, dehydro-l-ascorbic acid and l-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4-dinitrophenylhydrazine method. J. Biol. Chem. 174: 201–208. doi: 10.1016/S0021-9258(18)57387-7

Verkerk, R., Schreiner, M., Krumbein, A., Ciska, E., Holst, B., Rowland, I., Schrijver, R.D., Hansen, M., Gerhauser, C., Mithen, R., Dekker, M. 2009. Glucosinolates in Brassica vegetables: The influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health. J. Mol. Nutr. Food Res. 53: S219–S265. doi: 10.1002/mnfr.200800065

Wellburn, A.R. 1994. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. J. Plant Physiol. 144: 307–313. doi: 10.1016/S0176-1617(11)81192-2

ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและสีใบของผักสลัดเรดโอ๊คในแพลนท์แฟคทอรี่

Effects of light intensity on growth and leaf color of red oak lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) in plant factory

ธนิษฐ์ เรืองแสงอร่าม[a]*, ปริยานุช จุลกะ[a], เกรียงไกร โมสาลียานนท์[b]

Thanit Ruangsangaram[a]*, Pariyanuj Chulaka[a], Kriengkrai Mosaleeyanon[b]

[a]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 12120

[a]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand.

[b]BIOTEC, National Science and Technology Development Agency, Pathum Thani 12120, Thainald.

* Corresponding author. E-mail address: thanit.rua@ku.th

บทคัดย่อ

การปลูกผักสลัดใบแดงในแพลนท์แฟคทอรี่มักประสบปัญหาสีของใบไม่แดง ซึ่งอาจเป็นเพราะความเข้มแสงต่ำเกินไป การทดลองนี้จึงได้ศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและสีใบของผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกในแพลนท์แฟคทอรี่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดี 2 ระดับ คือ 200 และ 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น ย้ายปลูกต้นกล้าลงระบบปลูกไฮโดรพอนิกส์แบบน้ำลึกหมุนเวียน เปิดไฟ 16 ชั่วโมงต่อวัน ควบคุมอุณหภูมิห้อง 25±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70±10 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1,000±100 $\mu mol \cdot mol^{-1}$ บันทึกผลทุก 5 วันและเก็บเกี่ยวหลังย้ายปลูก 30 วัน จากการศึกษาพบว่าการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีน้ำหนักสด 245.09 กรัมต่อต้น และน้ำหนักแห้ง 8.89 กรัมต่อต้น สูงกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ค่าความสว่างใบ (L*) ลดลง และมีค่าเข้าหาสีแดง (a*) และน้ำเงิน (b*) เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ค่าสี, ผักสลัดเรดโอ๊ค,โรงงานผลิตพืช, หลอดไฟแอลอีดี

Abstract

Growing red-leaf lettuce in the plant factory often found a problem of leaf color does not turn red. The low light intensity may be a related factor. The objective of this experiment is to study effects of different LEDs intensities on growth and leaf color of red oak lettuce cultivated in plant factory. The experimental design was a completely randomized design which included 2 levels of LED light intensity; those were 200 and 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ with 4 replications and 5 plants in each replication. Lettuce seedlings were transplanted into DFT hydroponic system, with a 16-h photoperiod at 25 ±1°C, 70 ±10% relative humidity and 1,000 ±100 $\mu mol \cdot mol^{-1}$ CO_2 enrichment. The data were collected every 5 days and plants were harvested at 30 days after transplanting. The results showed red oak lettuce grown under 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ of light intensity had a significantly higher fresh weight (245 g/plant) and dry weight (8.89 g/plant) than those grown under 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ of light intensity. In addition, the leaf color of lettuces grown under higher light intensity showed lower lightness (lower L* value), and it was approached to be red (higher a* value) and blue (lower b* value).

Keywords: color value, light emitting diode, plant factory, red oak lettuce

คำนำ

ปัจจุบันทั่วโลกต่างได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรส่วนใหญ่ได้รับความเสียหายจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง และไม่เป็นไปตามฤดูกาล แม้ปัญหานี้มีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ขณะเดียวกันความต้องการบริโภคอาหารและสินค้าการเกษตรกลับเพิ่มขึ้นพร้อม ๆ กับการเพิ่มขึ้นจำนวนประชากรที่คาดว่าในอีก 30 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2593) โลกจะมีประชากรมากกว่าปัจจุบันอีก 25% หรือประมาณ 9.9 พันล้านคน (Kaneda et al., 2020) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมือง นับเป็นแรงผลักดันสำคัญให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาการผลิตพืชให้มีปริมาณและคุณภาพมากเพียงพอตลอดทั้งปีภายใต้พื้นที่จำกัด โดยลดการพึ่งพาธรรมชาติ

ไม่นานมานี้ในแวดวงธุรกิจการเกษตรของไทยเกิดกระแสความสนใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีขั้นสูงของการผลิตพืชในระบบปิดที่เรียกว่า "*Plant factory with artificial lighting; PFAL*" ซึ่งแปลความหมายตรงตัวว่า "โรงงานผลิตพืชโดยใช้แสงเทียม" แต่เนื่องจากต้นทุนก่อสร้างเริ่มต้นค่อนข้างสูงราว 4,700 USD (141,000 บาท) ต่อพื้นที่โรงงานผลิตพืช 1 ตารางเมตร (Liu and Teng, 2017) จึงเป็นข้อจำกัดใหญ่ของผู้ลงทุน แต่ข้อดีของโรงงานผลิตพืชคือสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตได้อย่างค่อนข้างสมบูรณ์ เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น ธาตุอาหาร และคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ได้ผลผลิตที่มีความสม่ำเสมอตลอดปี และมีการใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นการปลูกพืชในแนวตั้ง (vertical farming) อีกทั้งยังสามารถป้องกันและลดความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากแมลงศัตรูพืช ทำให้ได้ผลผลิตที่สด สะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Kozai et al., 2020)

"ผักสลัด" เป็นพืชที่นิยมปลูกในโรงงานผลิตพืชมากที่สุด (Azad et al., 2020) เนื่องจากให้ผลตอบแทนสูง ความสูงต้นเหมาะสมกับความสูงของชั้นปลูก เจริญเติบโตเร็ว และมีความต้องการของตลาดมาก (Moriyuki et al., 2018) จากการศึกษาพบว่าผักสลัดที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่หลายชนิดโดย เรดโอ๊ค (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) คือหนึ่งในผักสลัดที่ได้รับความนิยมสูงที่สุด (นฤมล และธีระ, 2558; ศิริรัตน์ และคณะ, 2562) ซึ่งปกติแล้วการปลูกผักสลัดระบบไฮโดรพอนิกส์ใช้เวลาถึง 40–45 วัน (อภิชาติ และณัฏฐ์ชญามนต์, 2558) จึงสามารถเก็บเกี่ยวได้ แต่สำหรับโรงงานผลิตพืชใช้เวลาเพียง 30 วันหลังย้ายปลูกก็สามารถเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิต (Okamura et al., 2014) และยังสามารถกระตุ้นให้ผักสลัดมีคุณค่าทางอาหารบางชนิดเพิ่มขึ้น จากการสร้างสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite) จากความเครียดของพืช (Shao et al., 2020)

โดยปกติแล้วโรงงานผลิตพืชจะนิยมใช้หลอด LED แทนแหล่งพลังงานแสงจากแสงอาทิตย์ เนื่องจากประหยัดพลังงาน อายุการใช้งานยาวนานและเกิดความร้อนต่ำ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของระดับความเข้มแสงของหลอด LED เพียง 200–300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ซึ่งอาจน้อยเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับแสงตามในธรรมชาติ (2,000 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) ส่งผลทำให้ผักสลัดใบแดงมีสีใบจางกว่าปกติ (จริญญา และอารักษ์, 2562; พิชญ์สินี และธรรมศักดิ์, 2560) ไม่แดงตรงตามพันธุ์และไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาดเหมือนกับผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกลงแปลงปลูกและระบบไฮโดรพอนิกส์โดยทั่วไป แม้จะมีงานวิจัยยืนยันว่าอิทธิพลของสัดส่วนสเปกตรัมของแสงที่แตกต่างกันจากหลอด LED มีส่วนช่วยเพิ่มความแดงของสีใบผักสลัด (Son, K.-H. et al., 2016) แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จดี ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจเกิดจากอิทธิพลของระดับความเข้มแสงที่ไม่เพียงพอ

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการติดตามและตรวจสอบผลของความเข้มแสงสองระดับต่อการเจริญทางน้ำหนักและสีแดงของผักสลัดเรดโอ๊ค ตั้งแต่เริ่มย้ายกล้าเรดโอ๊คตลอดจนเก็บเกี่ยวในโรงงานผลิตพืชโดยใช้

หลอดแอลอีดีสีขาว (full-spectrum white LED) ตาม Fig. 1 เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาผักสลัดใบแดงไม่แสดงสีแดงในช่วงการเจริญเติบโตที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมต้นกล้าผักสลัดเรดโอ๊ค

เพาะเมล็ดผักสลัดชนิดพอก (pelleted seed) พันธุ์เรดโอ๊คมอนได (Red Oak Mondai) ของ Rijk Zwaan ลงฟองน้ำที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำ 300 หลุมบนถาดโฟม จำนวน 4 ชุด และครอบปิดฝาด้วยถาดโฟมรองปลูกเป็นเวลา 2 วัน ก่อนเปิดออก และนำมาอยู่ใต้หลอดไฟแอลอีดี สีขาวที่ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ในสัดส่วนกลางวันต่อกลางคืน 12:12 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยไม่ให้สารละลายธาตุอาหาร หลังเพาะเมล็ดเป็นเวลา 10 วัน จึงเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์และใบจริงกางเต็มที่เฉพาะต้นที่มีความสูงสม่ำเสมอมาใช้ในการทดลอง

การควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมหลังการย้ายปลูก

ทำงานทดลอง ณ แพลนท์แฟคทอรี่ *อาคาร Innovation Cluster* 2 (INC2) *ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ* อุทยานวิทยาศาสตร์ฯ จังหวัดปทุมธานี สารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการทดลองคือ Enshi's nutrient solution (Shinohara and Suzuki, 1988) ความเข้มข้น 50 เท่า นำมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.5 เท่า หรือมีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) ประมาณ 1.2 mS/cm ควบคุมค่า pH ของสารละลายตลอดการทดลองให้ได้ 6.0 ด้วยกรดไนตริก (HNO_3) สั่งการจ่ายและปรับค่า EC และ pH อัตโนมัติด้วยระบบคอมพิวเตอร์ผ่านกระบวนการตรวจสอบทุก 1 นาที เพื่อปรับปริมาตรน้ำ RO (Reverse Osmosis) ในระบบปลูกความจุ 2,592 ลิตร วัดความเข้มแสง จากหลอดแอลอีดีแสงขาว (400-780 nm) ด้วยอุปกรณ์ Light Meter รุ่น Spectromaster C-7000 (Sekonic, Japan) ที่ความเข้มแสงเฉลี่ย 202.2 ± 66.5 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (T200) และ 303.7±35.5 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (T300) โดยปรับอุปกรณ์ควบคุมระดับการจ่ายพลังงาน (dimmer) และบันทึกที่ระยะห่างจากหลอดไฟลงมา 10 เซนติเมตร เพื่อเป็นตัวแทนของความสูงเหนือทรงพุ่มที่ได้รับแสงก่อนการเก็บเกี่ยว โดยแบ่งครึ่งของชั้นปลูกออกเป็นสองส่วนแนวราบที่มีความเข้มแสงต่างกัน อยู่บนชั้นปลูกเดียวกัน เว้นระยะห่างจากกันด้วยแผ่นโฟมเปล่าความยาว 0.9 เมตร เปิดหลอดไฟแอลอีดีเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน (05.00–21.00 น.) ภายใต้อุณหภูมิห้องคงที่ 25±1 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 70±10 เปอร์เซ็นต์ และควบคุมความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องปลูกที่ 1,000± 100 $\mu mol \cdot mol^{-1}$

คัดเลือกต้นกล้าผักสลัดที่มีขนาดเท่ากันและความสูงสม่ำเสมอ ย้ายลงแผ่นโฟมปลูกขนาด 60 x 90 เซนติเมตร จำนวน 12 ต้นต่อแผ่น (22.2 ต้น/ม.^{2}) ในระบบปลูกชนิดกึ่งน้ำลึกหรือ DRFT (Dynamic Root Floating Technique) และให้ทรีตเมนต์ความเข้มแสง 2 ระดับคือ T200 และ T300 แต่ละทรีตเมนต์แบ่งเป็น 4 ซ้ำ จัดแยกตามชั้นปลูก 4 ชั้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ สุ่มเก็บตัวอย่างพืชจำนวน 5 ต้นต่อซ้ำ โดยเก็บข้อมูลน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนต้นและราก ทุก 5 วัน จนครบระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 30 วัน คำนวณหาอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate; RGR) ตามวิธีการของ Evan (1972) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร $RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1)$ โดยที่ ln แทน natural logarithm, W_1 และ W_2 แทน น้ำหนักแห้งของพืช (กรัมต่อต้น) ที่วัดได้ครั้งก่อนและ

ครั้งหลัง ส่วน T_1 และ T_2 แทน ค่ากำหนดช่วงเวลา (วัน) เริ่มต้นและสิ้นสุดตามลำดับ ตรวจวัดค่าสีด้วย Colorimeter รุ่น CR-300 (Konica Minolta, Thailand) ในระบบสี CIELAB

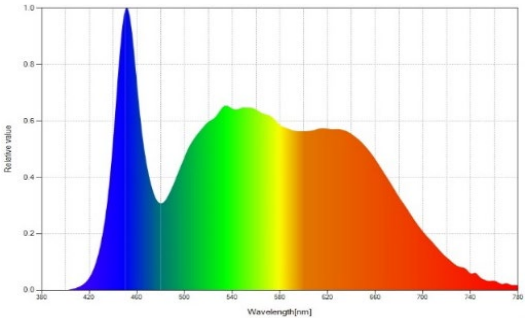


Fig.1 The spectral distribution of the white LED

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊ค

จากการศึกษาการเจริญเติบโตทางน้ำหนักของผักสลัดเรดโอ๊คในระบบแพลนท์แฟคทอรี่ภายใต้ความเข้มแสงที่แตกต่างกัน พบว่ามีเพียงต้นกล้าที่อายุ 5 วันหลังจากการย้ายปลูกที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักสดส่วนยอด ระหว่างความเข้มแสง 200 และ 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ แต่เมื่อเข้าสู่วันที่ 10 เป็นต้นไป ผักสลัดเรดโอ๊คมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) จนครบกำหนดเก็บเกี่ยว (30DAP) โดยที่ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีน้ำหนักสดส่วนยอดสูงกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ คือ 245.09 และ 168.04 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าถึง 45.85 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ พิชญ์สินี และธรรมศักดิ์ (2560) ซึ่งรายงานว่าอิทธิพลของความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเจริญเติบโตทางน้ำหนักของผักกาดหอม นอกจากนี้การปลูกในแพลนท์แฟคทอรี่ทำให้ได้น้ำหนักสดส่วนยอดสูงกว่าการปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คในระบบไฮโดรพอนิกส์ของเกษตรกร ที่อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด ได้น้ำหนักสดส่วนยอดเพียง 120 กรัมต่อต้น (พรคิด อั้นขาว, 2562) ดังนั้นการปลูกในแพลนท์แฟคทอรี่แม้จะใช้ความเข้มแสงเพียง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ อาจสามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่า 30 วันหลังย้ายกล้าก็ทำให้ได้น้ำหนักสดส่วนยอดไม่น้อยไปกว่าการปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ ส่วนน้ำหนักสดส่วนราก รวมถึงน้ำหนักแห้งส่วนยอดและราก มีความแตกต่างทางสถิติตั้งแต่ 5 วันหลังการย้ายปลูกจนถึงครบกำหนดเก็บเกี่ยว จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งส่วนยอดและรากมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ยิ่งส่วนยอดมีน้ำหนักแห้งมากน้ำหนักแห้งส่วนรากก็จะมากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ผักสลัดเรดโอ๊คจะมีการสะสมความชื้น (water content) ส่วนยอด เพิ่มขึ้นต่อเนื่องใน 20 วันแรกหลังการย้ายกล้าและคงที่ในช่วง 20–30 วันหลังการย้ายกล้า (Fig. 2)

ผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) ส่วนยอด ของวันที่ 5 และ 10 หลังการย้ายกล้า คือ 0.41 และ 0.44 g/g/5 days ซึ่งสูงกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ คือ 0.37 และ 0.42 g/g/5 days ตามลำดับ และมี RGR เท่ากันในวันที่ 15 20 25 และ 30 หลังย้ายปลูก (Fig. 2) เมื่อพิจารณา RGR ในแต่ละช่วงเวลาพบว่าถึงแม้ผักสลัดเรดโอ๊คจะได้รับความเข้มแสงที่แตกต่างกัน แต่

กลับมี RGR แตกต่างกันน้อยมากแค่เฉพาะในช่วงแรกคือ 5–10 วันหลังการย้ายกล้าเท่านั้น โดยมีค่า RGR สูงสุดในวันที่ 10 และค่อย ๆ ลดต่ำลงจนมีอัตราต่ำสุดในวันที่ 30 หลังการย้ายกล้า

Table 1 Fresh and dry weights of red oak lettuces under different light intensities every 5 days after transplanting

		Light intensity ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	Day after transplanting (DAT)					
			5	10	15	20	25	30
Fresh weight (g)	Shoot	200	0.18 ± 0.01	2.23 ± 0.23^{b}	15.21 ± 0.80^{b}	49.36 ± 4.14^{b}	100.09 ± 4.51^{b}	168.04 ± 7.12^{b}
		300	0.21 ± 0.01	2.70 ± 0.22^{a}	20.92 ± 1.06^{a}	69.91 ± 3.71^{a}	139.24 ± 2.09^{a}	245.09 ± 4.40^{a}
		p-Value	ns	*	**	**	**	**
	Root	200	0.07 ± 0.01^{b}	0.53 ± 0.04^{b}	2.69 ± 0.11^{b}	5.48 ± 0.54^{b}	10.97 ± 1.08^{b}	14.42 ± 1.74^{b}
		300	0.09 ± 0.01^{a}	0.84 ± 0.06^{a}	4.20 ± 0.12^{a}	7.82 ± 0.71^{a}	16.53 ± 2.31^{a}	21.61 ± 1.57^{a}
		p-Value	**	**	**	**	**	**
Dry weight (mg)	Shoot	200	16.67 ± 1.12^{b}	137.14 ± 8.71^{b}	779.27 ± 39.96^{b}	1993.64 ± 162.01^{b}	3908.51 ± 135.99^{b}	6420.93 ± 276.96^{b}
		300	20.74 ± 1.87^{a}	190.8 ± 11.87^{a}	1085.44 ± 22.33^{a}	2760.83 ± 187.75^{a}	54773.25 ± 98.31^{a}	8893.32 ± 164.76a
		p-Value	*	**	**	**	**	**
	Root	200	3.59 ± 0.16^{b}	21.99 ± 2.78^{b}	108.11 ± 5.44^{b}	213.01 ± 23.51^{b}	395.96 ± 23.41^{b}	513.74 ± 39.25^{b}
		300	4.52 ± 0.50^{a}	37.91 ± 2.67^{a}	166.88 ± 3.54^{a}	306.93 ± 19.78^{a}	571.46 ± 13.39^{a}	780.46 ± 48.68^{a}
		p-Value	*	**	**	**	**	**

Data are presented as means ± SE within a column by row under 2 different light intensities, * and ** indicate significance at $p \leq 0.05$ and 0.01 respectively. Different letters indicated significant differences between treatments according to independent sample T-Test.

ความแตกต่างของความเข้มแสงส่งผลต่อการเร่งอัตราการเจริญเติบโตโดยเฉพาะในช่วงแรกทำให้การเพิ่มน้ำหนักแบบทบต้น มีผลต่อการสะสมน้ำหนักเมื่อผักสลัดมีอายุเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตภายใต้ความเข้มแสงที่แตกต่างเป็นเพียงปัจจัยจำกัดที่ควรมีการตรวจสอบจุดอิ่มตัวของแสง (light saturation point) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชที่แตกต่างกัน

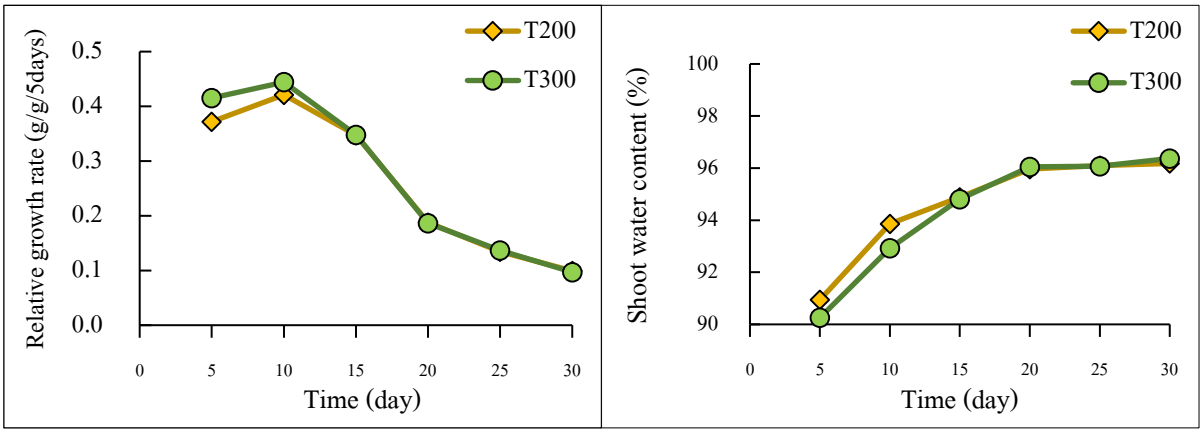


Fig. 2 Relative growth rate (left) and shoot water content (right) of red oak under different light intensities

ผลของความเข้มแสงต่อค่าสีของผักสลัดเรดโอ๊ค

ค่าความสว่าง (L*) ของใบผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีค่าสูงกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ทุกช่วงอายุตั้งแต่ 5 วันหลังย้ายกล้าลงระบบปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ยิ่งใบผักสลัดเรดโอ๊คมีค่า L* สูง หมายถึงมีความสว่างของสีสูงขึ้น สอดคล้องกับสีของใบที่สังเกตได้ว่า ผักสลัดที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีความสว่างหรือสีอ่อนกว่า การปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ โดยเฉพาะที่อายุ 5 10 และ 15 วัน สีของใบผักสลัดเรดโอ๊คมีแนวโน้มของค่า L* ต่ำกว่าที่อายุ 20 25 และ 30 วันหลังย้ายกล้าซึ่งมีค่าความสว่างค่อนข้างคงที่ (Table 2) นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีค่า a* สูงกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่า a* ในทิศทางบวกแสดงว่าตัวอย่างใบผักสลัดเรดโอ๊คยิ่งมีสีแดงมาก แต่ที่ระดับความเข้มแสงทั้งสองมีค่า a* ติดลบ (เป็นสีเขียว) และมีแนวโน้มของลดลง เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ส่วนค่า b* พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ ตั้งแต่อายุ 10 วันหลังย้ายกล้า โดยการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีค่าเป็นสีเหลืองน้อยกว่าและเข้าใกล้สีน้ำเงินมากกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ หากเทียบกับค่าสีของผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ของเกษตรกรภายใต้แสงธรรมชาติ ที่อายุเก็บเกี่ยว 45 วันหลังเพาะเมล็ด มีค่า L* และ a* ที่ 48.08 และ 0.48 ตามลำดับ ตามลำดับ (อดิศักดิ์ และนารท, 2559) ซึ่งผักสลัดเรดโอ๊คที่มีสีตามปกติควรมีค่า L* ต่ำ ค่า a* สูงในทิศทางบวกหรือค่าเข้าหาสีแดง และค่า b* ต่ำหรือมีค่าสีเหลืองน้อย แต่มีทิศทางเข้าหาสีน้ำเงิน โดยที่การแสดงสีแดงของใบผักสลัดนั้นจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารแอนโทไซยานินที่เพิ่มขึ้นด้วย (Massa et al., 2015)

Table 2 Color value of red-oak lettuce under different light intensities every 5 days after transplanting

Color parameter	Light intensity ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	Day after transplanting					
		5	10	15	20	25	30
L*	200	45.08 ± 1.67[a]	44.04 ± 1.46[a]	43.23 ± 0.88[a]	47.36 ± 0.95[a]	48.85 ± 0.48[a]	46.83 ± 1.97[a]
	300	40.00 ± 2.46[b]	38.82 ± 0.56[b]	38.26 ± 0.75[b]	43.51 ± 0.49[b]	43.98 ± 1.69[b]	43.28 ± 0.68[b]
	p-Value	*	**	**	**	**	*
a*	200	-7.78 ± 2.39[b]	-14.84 ± 0.88[b]	-15.64 ± 0.74[b]	-18.12 ±0.71[b]	-16.72 ±0.43[b]	-19.01 ±0.36[b]
	300	-1.84 ± 2.31[a]	-6.48 ± 1.30[a]	-9.25 ± 0.49[a]	-13.64 ±0.30[a]	-13.68 ±0.41[a]	-13.16 ±0.65[a]
	p-Value	*	**	**	**	**	**
b*	200	12.59 ± 1.12	22.31 ± 1.80[a]	21.98 ± 1.92[a]	24.14 ± 0.85[a]	21.19 ± 0.70[a]	24.36 ± 0.44[a]
	300	9.63 ± 2.67	13.23 ± 1.45[b]	14.95 ± 1.96[b]	18.34 ± 0.51[b]	17.61 ± 0.78[b]	15.85 ± 1.33[b]
	p-Value	ns	**	**	**	**	**
Hue angle (h^o)	200	121.14 ± 5.90[a]	123.69 ± 2.09[a]	125.49 ± 1.08[a]	126.90 ± 0.72	128.28 ± 0.34	127.60 ± 0.67
	300	89.85 ± 7.38[b]	115.91 ± 2.76[b]	121.90 ± 1.99[b]	126.64 ± 0.38	127.85 ± 1.05	129.76 ± 1.49
	p-Value	*	**	*	ns	ns	ns
Chroma (C^o)	200	14.86 ± 2.14[a]	26.81 ± 1.75[a]	26.98 ± 1.99[a]	30.19 ± 1.04[a]	26.99 ± 0.81[a]	31.07 ± 0.25[a]
	300	9.98 ± 2.80[b]	14.74 ± 1.83[b]	17.58 ± 1.92[b]	22.86 ± 0.57[b]	22.31 ± 0.78[b]	20.61 ± 1.38[b]
	p-Value	*	**	**	**	**	**

Data are presented as means ± SE within a column by row under 2 different light intensities, * and ** indicate significance at $p \leq 0.05$ and 0.01 respectively. Different letters indicated significant differences between treatments according to independent sample T-Test.

ส่วนค่า Hue angle พบว่า การปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ส่งผลทำให้ใบผักสลัดเรดโอ๊คมีเฉดสีในองศาที่ต่ำกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ อย่างมีนัยสำคัญที่อายุ 5 10 และ 15 วันหลังย้ายกล้า หลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (Fig. 3) เมื่อเปรียบเทียบเฉดสีในทุก 5 วัน สังเกตได้ว่าเฉดสีมีแนวโน้มไล่จากน้อยไปมากและคงที่ โดยเมื่อผักสลัดมีเฉดสีคงที่แล้วจะไม่มีความแตกต่างกันของเฉดสีที่วัดได้จากผักสลัดเรดโอ๊คที่ได้รับความเข้มแสงที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ค่าความอิ่มตัวของสี (Chroma) ของใบผักสลัดเรดโอ๊คที่การปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีค่าสูงกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ อย่างมีนัยสำคัญ ทั้ง 6 ช่วงอายุ ตั้งแต่ 5 วันหลังย้ายกล้าจนถึงเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตามสังเกตได้ว่าสีของใบผักสลัดเรดโอ๊คไม่มีความสม่ำเสมอกัน โดยเฉพาะต้นที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ พบว่าที่ขอบของใบที่อยู่บริเวณรอบนอกทรงพุ่มมีสีแดงปรากฏขึ้นเล็กน้อย (Fig. 3) อาจเพราะเป็นบริเวณที่ได้รับความเข้มแสงสูงกว่าบริเวณใบที่อยู่ด้านใน ซึ่งได้รับการบดบังแสงตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น (Shao et al., 2020)

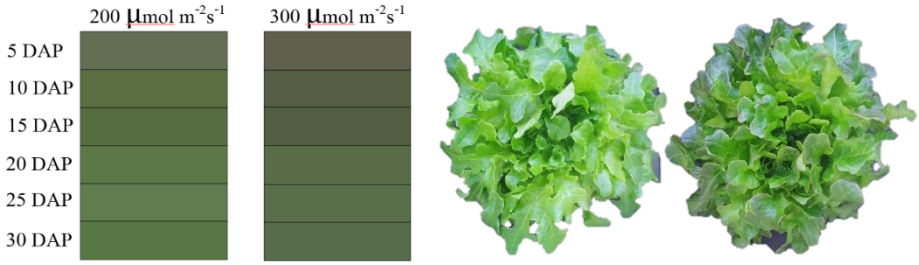


Fig. 3 Color converter from L* a* and b* by nixsensor.com of red oak lettuce every 5 days after transplanting (left) and red oak lettuce at 30 days after transplanting (right) under 200 and 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ respectively

สรุป

การปลูกผักสลัดเรดโอ๊คในโรงงานผลิตพืชภายใต้ความเข้มแสงที่แตกต่างกันสองระดับ พบว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ทำให้ผักสลัดมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งส่วนยอดและรากสูงกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ นอกจากนี้ระดับความเข้มแสงทั้งสองระดับมีผลต่อการสะสมปริมาณความชื้นและมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ในส่วนยอดแตกต่างกันเฉพาะ 5 และ 10 วันหลังย้ายกล้า ส่วนค่าสีใบผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 300 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ มีแนวโน้มแสดงสีแดงมากกว่าการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ในวันที่ 5 10 และ 15 หลังจากนั้นมีเฉดสีไม่แตกต่างกันในวันที่ 20 25 และ 30 วันหลังย้ายกล้า จากผลสรุปที่ได้สามารถเป็นแนวทางในการทดลองต่อยอดและปรับใช้ในการแก้ไขปัญหาผักสลัดใบแดงไม่แสดงสีแดงเมื่อปลูกในโรงงานผลิตพืชด้วยแสงเทียมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการ P1951788 การทดสอบระบบบริหารจัดการการผลิตพืชด้านคุณภาพ ประสิทธิภาพและการประเมินต้นทุนการผลิต ผัก 4 ชนิด ในโรงงานผลิตพืช และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่สนับสนุนสถานที่สำหรับการทดลองและเอื้อเฟื้อวัสดุการวิจัย รวมทั้งการอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานสำหรับทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จริญญา ฤทธิรัมย์, อารักษ์ ธีรอำพน. 2562. ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแพลนท์แฟคทอรี่. วารสารแก่นเกษตร. 47: 1243–1250.

นฤมล แสงสว่าง, ธีระ ฤทธิรอด. 2558. การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเลย. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. 10: 11–17.

พิชญ์สินี เพชรไทย, ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2560. ผลของความเข้มแสงและระยะเวลาการรับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอม. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 4: 54–59.

พรคิด อั้นขาว. 2562. ระบบควบคุมสารละลายธาตุอาหารแบบอัตโนมัติสำหรับปลูกผักไฮโดรโพนิกส์ด้วย Internet of Things (IoT). วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 11: 146–157.

ศิริรัตน์ สารแสง, กิตติศักดิ์ รสโสดา, กัญญารัตน์ โคตรชมพู, อรรถศาสตร์ วิเศียรศาสตร์. 2562. พฤติกรรมผู้บริโภคและปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคผักไฮโดรโปนิกส์ ในเขตอำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี. วารสารเกษตรพระวรุณ. 16: 129–141.

อดิศักดิ์ จูมวงษ์, นารท นาคเฉลิม .2559. สมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและการต้านอนุมูลอิสระของผักสลัดกรีนโอ๊คเรดโอ๊ค และเรดคอรอล. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ .3: 1–6.

อภิชาติ ศรีสอาด, ณัฏฐ์ชญามนต์ ดินรมรัมย์. 2558. ปลูกผักสลัดเชิงการค้า. นาคา อินเตอร์มีเดีย, กรุงเทพฯ.

Azad, M.O.K., Kjaer, K.H., Adnan, M., Naznin, M.T., Lim, J.D., Sung, I.J., Park, C.H., Lim, Y.S. 2020. The evaluation of growth performance, photosynthetic capacity, and primary and secondary metabolite content of leaf lettuce grown under limited irradiation of blue and red led light in an urban plant factory. Agriculture. 10: 28 doi.org/10.3390/agriculture10020028

Evans, G.C. 1972. The Quantitative Analysis of Plant Growth. Blackwell Scientific. Oxford, UK.

Kaneda, T., Greenbaum, C., Kline, K. 2020. 2020 World population data sheet shows older populations growing, total fertility rates declining. https://www.prb.org/2020-world-population-data-sheet/, 13 January 2021.

Kozai, T., Niu, G. 2020. Conclusions: Resource-Saving and Resource-Consuming Characteristics of Pfals. In: Kozai, T., Niu, G., Takagaki, M. (Eds.). Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. Academic Press. California, USA, pp. 471–475.

Liu, S., Teng, P. 2017. High-Tech Plant Factories: Challenges and Way Forward, Nanyang technological university, Singapore.

Massa, G., Graham, T., Haire, T., Flemming, C., Newsham, G., Wheeler, R. 2015. Light-emitting diode light transmission through leaf tissue of seven different crops. HortScience 50: 501–506.

Moriyuki, S., Kaneda, H., Miyagi, Y., Sugimura, N., Fukuda, H. 2018. Profit models based on the growth dynamics of lettuce populations in a plant factory. Environ. Control Biol. 56: 143–148.

Okamura, K.i., Matsuda, Y., Igari, K., Fukuda, H., Murase, H. 2014. The optimal harvesting time of vaccine-producing transgenic lettuce cultivated in a closed plant factory. Environ. Control Biol. 52: 57–61.

Shao, M., Liu, W., Zha, L., Zhou, C., Zhang, Y., Li., B. 2020. Differential effects of high light duration on growth, nutritional quality, and oxidative stress of hydroponic lettuce under red and blue led irradiation. Sci. Hortic-Amsterdam. 268. doi.org./10.1016/j.scienta.2020.109366

Shinohara, Y., Suzuki, Y. 1988. Quality improvement of hydroponically grown leaf vegetables. J. Acta Hort. 230: 279–286.

Son, K.-H., Jeon, Y.-M., Oh, M.-M. 2016. Application of supplementary white and pulsed light-emitting diodes to lettuce grown in a plant factory with artificial lighting. Hortic. Environ. Biotechnol. 57: 560–572.

การเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกจากห้าแหล่งปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

The growth and yield of Asiatic pennywort from five locations in hydroponic system

หนึ่งฤทัย ด่านเขตร์แดน[a]*, คมกฤษณ์ แสงเงิน[a], อนันต์ พิริยะภัทรกิจ[b], ณัฐพงค์ จันจุฬา[b]

Neungruethai Dankhetdean[a]*, Komgrit Saengngoen[a], Anan Piriyaphattarakit[b], Nattapong Chanchula[b]

[a]สาขาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

[b]ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เทคโนธานี ปทุมธานี 10220

[a]Agricultural Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani 13180, Thailand.

[b]Expert Center of Innovative Agriculture (InnoAg), Thailand institute of Science and Technological Research, Technopolis, Pathum Thani 10220, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Neungruethaidankhetdean@gmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกจาก 5 แหล่งปลูก ได้แก่ เชียงใหม่ อุบลราชธานี ระยอง ปราจีนบุรี และกระบี่ โดยปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ Deep Flow Technique (DFT) ใช้สารละลายธาตุอาหารพืช Stock Solution A และ Stock Solution B ในพื้นที่ทดลองของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต. คลองห้า อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ซึ่งประกอบด้วย 5 ตำรับทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น พบว่า บัวบกจากแหล่งปลูกอุบลราชธานีมีจำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบต่อต้น และผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 17.50 ใบ 32.22 ตารางเซนติเมตร และ 46.98 กรัม ตามลำดับ ส่วนบัวบกจากแหล่งปลูกปราจีนบุรีมีความยาวไหล จำนวนไหลต่อต้นและจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุด เท่ากับ 71.55 เซนติเมตร 3.95 ไหล และ 8.40 ต้น ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต, บัวบก, ผลผลิต, แหล่งปลูก, ไฮโดรโปนิกส์

Abstract

Studying growth and yield of Asiatic pennywort obtained from 5 locations, including those from Chiang Mai, Ubon Ratchathani, Rayong, Prachinburi and Krabi. The plants were cultivated in a deep flow technique (DFT) hydroponic system using commercial nutrient solution, Stock Solution A and Stock Solution B. The experiments were conducted at Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani. The experimental plan was a randomized complete block design (RCBD) consisting of 5 treatments with 3 replications of 10 plants in each replicate. The results showed that the highest number of leaves, leaf area and average yield was found in Asiatic pennywort from Ubonratchathani which were 17.50 leaves, 32.22 cm^2 and 46.98 g, respectively. Whereas, Asiatic pennywort from Prachinburi provided the highest stolon length, number of stolons per plant and number of plants per stolon which were 71.55 cm, 3.95 stolon and 8.40 plants, respectively

Keywords: Asiatic pennywort, growth, hydroponics, locations, yield

คำนำ

บัวบก (Asiatic pennywort) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Centella asiatica* (Linn.) Urban. อยู่ในวงศ์ Umbelliferae เป็นพืชเขตร้อน พบขึ้นทั่วไปตามที่ชื้นแฉะ เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี ลำต้นเลื้อยไปตามพื้นดิน แตกรากฝอยตามข้อ ใบเดี่ยวเรียงสลับหรือออกเป็นกระจุกๆ ละ 3–5 ใบ ใบรูปไต ขอบใบหยัก ก้านใบยาวชูขึ้น ดอกสีม่วง ออกดอกเป็นช่อตามซอกก้านใบ ช่อหนึ่งมี 2-3 ดอก มีดอกประดับรูปรีหุ้มอยู่ ดอกมีขนาดเล็ก กลีบดอกรูปไข่สีม่วงเข้ม ก้านดอกสั้น ผลสีเขียวหรือขาว ค่อนข้าง กลม ขนาดเล็ก ยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร เมื่อแก่แตกได้ ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด และปักชำไหล (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2545)

บัวบกปลูกได้ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ เก็บเกี่ยวได้รวดเร็วและสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปี เป็นพืชสมุนไพรที่มีโอกาสพัฒนาได้ เนื่องจากมีราคาสูงสุดที่เกษตรกรจำหน่ายได้ (บาท/กิโลกรัม) สูงกว่าพืชการเกษตรหลักบางชนิด เช่น ข้าว สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่เกษตรกรได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งการผลิตเพื่อจำหน่ายผลผลิตสด แปรรูปเป็นสินค้า เพื่อบำรุงสุขภาพ ผลิตเพื่อเป็นยารักษาโรค หรือแม้แต่นำไปสกัดในรูปแบบเครื่องประทินผิวและความงาม บัวบกสกัดให้สารสำคัญเป็นสารกลุ่ม triterpenoid เป็นสารที่กระตุ้นการสร้างคอลลาเจน (collagen) ในเนื้อเยื่อผิวหนังกลับคืนสู่สภาพปกติ จึงนิยมนำไปใส่ในเครื่องประทินผิวและความงาม รวมทั้งจากมีบาดแผลเสริมสร้างเนื้อเยื่อให้แข็งแรงและมีความยืดหยุ่น สารสกัดจากบัวบกจึงจัดว่าเป็นสารที่ปลอดภัยเมื่อรับประทาน (บุษกร, 2559)

การผลิตบัวบกในเชิงการค้ามีต้นทุนการผลิตรวม 19,530 บาทต่อไร่ ได้ผลผลิตรวม 8,000 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรขายได้กิโลกรัมละ 40 บาท ทำให้มีรายได้สุทธิ 300,470 บาทต่อไร่ (บุษกร, 2559)

การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ พืชจะได้รับธาตุอาหารในรูปสารละลาย เรียกว่า “สารละลายธาตุอาหารพืช” ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพราะมีการปรับค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) และ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ตลอดเวลา ข้อดีของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ คือ สามารถทำการปลูกผักในบริเวณ ที่พื้นดินไม่เหมาะสมหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกผัก ใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อยและสามารถทำการผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ ควบคุม สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตได้ เช่น การควบคุมปริมาณ ธาตุอาหาร และ pH เป็นการปลูกผักที่ใช้น้ำและธาตุอาหารพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่าย ในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558)

ในปัจจุบันประเทศไทยยังขาดการวิจัยและพัฒนาควบคุมประสิทธิภาพ มาตรฐาน และขาดการทดสอบประสิทธิภาพเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้สมุนไพรไทยได้รับการรับรองมาตรฐานเพื่อให้เข้าสู่ตลาดโลก (บุษกร, 2559) และจากการศึกษา พบว่าการเพาะปลูกบัวบกในประเทศไทย จะปลูกโดยใช้วิธีการปลูกแบบทั่วๆ ไป คือ ปลูกในกระถางและปลูกในแปลง นิยมใช้พันธุ์พื้นบ้านที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่น ส่วนการปลูกในทางการค้ายังมีน้อย มีเพียงบางพื้นที่ เนื่องจากบัวบกแต่ละสายพันธุ์ (accession) มีความแตกต่างกันตั้งแต่ลักษณะทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต รวมทั้งปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ที่มีอยู่ภายในใบบัวบก ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกบัวบกจาก 5 แหล่งปลูกที่มีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์สูงสุดจากการศึกษาที่ผ่านมา (อนันต์, 2562) ได้แก่ แหล่งปลูกเชียงใหม่ อุบลราชธานี ระยอง ปราจีนบุรี และกระบี่ มาปลูกเลี้ยง อีกทั้งยังไม่มีงานศึกษาการปลูกบัวบกในระบบ

ไฮโดรโปนิกส์ งานวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกแหล่งปลูกบัวบกที่เหมาะสมต่อการพัฒนาการผลิตบัวบก ให้ได้บัวบกที่มีผลผลิตและคุณภาพที่ดี เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลอง

บัวบกที่มีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์สูงสุดจำนวน 5 แหล่งปลูก ที่คัดเลือกจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในประเทศไทยจำนวน 16 แหล่งปลูก จากการศึกษาที่ผ่านมา (อนันต์, 2562) ได้แก่ บัวบกจากแหล่งปลูกเชียงใหม่ บัวบกจากแหล่งปลูกอุบลราชธานี บัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดระยอง บัวบกจากแหล่งปลูกปราจีนบุรี บัวบกจากแหล่งปลูกกระบี่

การปลูกเลี้ยงบัวบก

ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ ภายนอกโรงเรือนปลูกพืชโดยให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากผักในระดับลึก Deep Flow Technique (DFT) ในวงท่อซีเมนต์ขนาด 40×60 เซนติเมตร ใส่น้ำในบ่อปลูกให้มีความสูงขนาด 40 เซนติเมตร เตรียมปั๊มออกซิเจน เพื่อเพิ่มปริมานออกซิเจนในน้ำ เติมสารละลายธาตุอาหาร ย้ายกล้าบัวบกลงระบบปลูก ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ตั้งแต่เดือนเมษายน จนถึงเดือนสิงหาคม 2562 วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น

สูตรสารละลายธาตุอาหาร Stock Solution A และ Stock Solution B

ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร A (X g/L $MgSO_4$ 2,000 g, KNO_3 3,200 g, $(NH_4)H_2PO_4$ 500 g, KH_2PO_4 320 g, Mn 20 g และจุลธาตุรวม 40 g) และสารละลายธาตุอาหาร B ($(Ca(NO_3)_2$ 4,000 g, Fe-EDTA 13% 240 g และจุลธาตุรวม 80 g) ความเข้มข้น 200 เท่า (ผสมอัตราส่วน 1 ลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร)

การบันทึกข้อมูล

บันทึกการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 1, 2 เดือน ดังนี้ จำนวนใบต่อต้น ความยาวก้านใบ ความยาวไหล จำนวนไหลต่อต้น จำนวนต้นต่อไหลและความยาวราก รวมทั้งวัดพื้นที่ใบต่อต้นด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (leaf area meter) ของบริษัท LI-COR Inc., U.S.A. และบันทึกผลผลิตสดเฉลี่ยต่อพื้นที่

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

หาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey ด้วยโปรแกรม SPSS 15.0 (SPSS, Inc, 2006)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของบัวบกแต่ละแหล่งปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ เมื่อปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์ ระยะเวลา 1 เดือน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด เฉลี่ย 13.80 ใบ รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี กระบี่ และเชียงใหม่ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.80 11.00 และ 9.90 ใบ ตามลำดับ ส่วนบัวบกแหล่งปลูกระยอง มีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุด เฉลี่ย 7.85 ใบ เมื่อวัดความยาวก้านใบ พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีความยาวก้านใบมากที่สุด เฉลี่ย 11.23 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี เชียงใหม่ และระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.93 7.35 และ 6.61 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนบัวบกแหล่งปลูกกระบี่ มีความยาวก้านใบสั้นที่สุด เฉลี่ย 5.75 เซนติเมตร

เมื่อนับจำนวนไหล พบว่า บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่และแหล่งปลูกปราจีนบุรี มีจำนวนไหลมากที่สุด เฉลี่ย 3.20 ไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี และแหล่งปลูกระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93 และ 1.75 ไหล ตามลำดับ เมื่อวัดความยาวไหล พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีความยาวไหลยาวที่สุด เฉลี่ย 36.81 เซนติเมตร รองลงมา คือ แหล่งปลูกปราจีนบุรี แหล่งปลูกเชียงใหม่ และแหล่งปลูกระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.10 19.53 และ 17.65 เซนติเมตรตามลำดับ สำหรับนับจำนวนต้นต่อไหล พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีจำนวนต้นมากที่สุด เฉลี่ย 3.00 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ แหล่งปลูกปราจีนบุรี แหล่งปลูกเชียงใหม่ และแหล่งปลูกระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.95 2.55 และ 1.45 ไหล ตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม พบว่าบัวบกแหล่งปลูกกระบี่เป็นพันธุ์เดียวที่ยังไม่เกิดไหล

เมื่อเก็บความยาวราก พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีความยาวรากมากที่สุด เฉลี่ย 11.23 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี แหล่งปลูกเชียงใหม่ และแหล่งปลูกระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.92 9.43 และ 6.61 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่บัวบกแหล่งปลูกกระบี่ มีความยาวรากสั้นที่สุด เฉลี่ย 5.75 เซนติเมตร (Table 1)

Table 1 The growth of Asiatic Pennywort When cultivated in a hydroponic system for a period of 1 month

Locations	Number of leaves	Petiole length (cm)	No. of stolons per plant	No. of plants per stolon	Stolon length (cm)	Root length (cm)
Chiang Mai	9.90^{bc}	7.35^{c}	3.20^{a}	2.55^{a}	19.53^{b}	9.43^{b}
Ubon Ratchathani	13.80^{a}	11.23^{a}	2.93^{a}	3.00^{a}	36.81^{a}	11.23^{a}
Rayong	7.85^{c}	6.61^{cd}	1.75^{b}	1.45^{b}	17.65^{b}	6.61^{c}
Prachin Buri	11.80^{ab}	9.93^{b}	3.20^{a}	2.95^{a}	33.10^{a}	9.92^{ab}
Krabi	11.00^{ab}	5.75^{d}	0^{d}	0^{d}	0^{d}	5.75^{d}
F-test	*	*	*	*	*	*
%CV	44.04	21.62	33.17	35.76	39.76	27.22

Note: *There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

$^{a, b, c}$ Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

เมื่อบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เดือนที่ 2 พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด เฉลี่ย 17.50 ใบ รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกกระบี่ เชียงใหม่ และปราจีนบุรี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.70 13.30 และ12.60 ใบ ตามลำดับ ส่วนบัวบกแหล่งปลูกระยอง มีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุด เฉลี่ย 7.90 ใบ วัดความยาวก้านใบ พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีก้านใบยาวที่สุด เฉลี่ย 17.35 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี เชียงใหม่ และระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.90 7.76 และ 7.22 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่บัวบกแหล่งปลูกกระบี่ มีก้านใบสั้นที่สุดเฉลี่ย 6.46 เซนติเมตร สอดคล้องกับอนันต์และคณะ (2552) รายงานว่า จากการศึกษาการผลิตบัวบกในระบบเกษตรอินทรีย์ พบว่า เมื่อนับจำนวนใบและวัดพื้นที่ใบต่อต้น พบว่า บัวบกทุกสายต้นอายุ 2 เดือน มีจำนวนใบต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย 11.69 ใบ ส่วนพื้นที่ใบ พบว่า บัวบกสายต้นปราจีนบุรี มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 105.54 ตารางเซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมของการปลูก ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 22.80 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ย 15.3 มิลลิเมตร และความชื้นสัมพัทธ์ 75.90 เปอร์เซ็นต์ อาจมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นและใบ ส่งผลให้บัวบกสายต้นดังกล่าวมีใบขนาดใหญ่ ดังนั้นพื้นที่ใบจึงมากกว่าทุกสายต้น

เมื่อนับจำนวนไหล พบว่า บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี มีจำนวนไหลมากที่สุด เฉลี่ย 3.95 ไหล รองลงมา คือ แหล่งปลูกเชียงใหม่ อุบลราชธานี และระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 3.45 และ 2.44 ไหล ตามลำดับ วัดความยาวไหล พบว่า บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี มีความยาวไหลยาวที่สุด เฉลี่ย 71.55 เซนติเมตร รองลงมา คือ แหล่งปลูกอุบลราชธานี ระยอง และเชียงใหม่ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.65 51.59 และ 47.80 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนบัวบกแหล่งปลูกกระบี่ มีไหลสั้นที่สุด เฉลี่ย 6.77 เซนติเมตร และเมื่อนับจำนวนต้นต่อไหล พบว่า บัวบกแหล่งปลูกแหล่งปลูกปราจีนบุรี มีจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุด เฉลี่ย 71.55 ต้น รองลงมา คือ แหล่งปลูกระยอง อุบลราชธานี และเชียงใหม่ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.35 6.20 และ 5.55 ต้น ตามลำดับ ในขณะที่บัวบกแหล่งปลูกกระบี่ มีความจำนวนต้นไหลน้อยที่สุด เฉลี่ย 1.00 ต้น สอดคล้องกับ อนันต์และคณะ (2552) รายงานว่า จากการศึกษาการผลิตบัวบกในระบบเกษตรอินทรีย์ พบว่า ในช่วงเดือนแรกจำนวนไหลต่อต้นของบัวบกมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า จึงมีผลทำให้จำนวนไหลต่อต้นไม่ต่างกันแต่เริ่มเห็นความแตกต่างตั้งแต่เดือนที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบัวบกมีการฟื้นตัวจากการปลูกโดยวิธีปักชำไหลจึงเจริญเติบโตและแตกไหลมากขึ้น และสอดคล้องกับการทดลองของ สมชาย (2544) พบว่า บัวบกแต่ละสายต้นสามารถเจริญเติบโต และมีจำนวนไหลต่อต้นเพิ่มขึ้นมากในช่วงเดือนที่ 2 หลังปลูก ซึ่งจากการทดลองได้รายงานว่า บัวบกสายต้นปราจีนบุรี และอุบลราชธานี มีจำนวนไหลต่อต้นมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ไหล ส่วนสายต้นนครศรีธรรมราช และระยอง มีจำนวนไหลต่อต้นน้อยที่สุด เมื่อวัดความยาวราก พบว่า บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ มีความยาวรากมากที่สุด เฉลี่ย 22.02 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.30 17.57 และ 11.85 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่บัวบกแหล่งปลูกกระบี่ มีความยาวรากสั้นที่สุดเฉลี่ย 9.57 เซนติเมตร (Table 2)

Table 2 The growth of Asiatic Pennywort When cultivated in a hydroponic system for a period of 2 months

Locations	Number of leaves	Petiole length (cm)	No. of stolons per plant	No. of plants per stolon	Stolon length (cm)	Root length (cm)
Chiang Mai	13.30[b]	7.76[c]	3.60[a]	5.55[b]	47.80[b]	22.02[a]

Table 2 (continued).

Locations	Number of leaves	Petiole length (cm)	No. of stolons per plant	No. of plants per stolon	Stolon length (cm)	Root length (cm)
Ubon Ratchathani	17.50[a]	17.35[a]	3.45[a]	6.20[b]	67.65[a]	18.30[b]
Rayong	7.90[c]	7.22[c]	2.44[b]	6.35[b]	51.59[b]	11.85[c]
Prachin Buri	12.60[b]	10.90[b]	3.95[a]	8.40[a]	71.55[a]	17.57[b]
Krabi	13.70[b]	6.46[c]	1.62[c]	1.00[c]	6.77[c]	9.57[c]
F-test	*	*	*	*	*	*
% CV	43.54	23.85	48.17	35.40	47.58	28.03

Note: * There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

[a, b, c] Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

นอกจากนี้ยังพบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมีพื้นที่ใบต่อต้น เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 32.22 ตารางเซนติเมตร รวมทั้งมีผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 46.98 กรัม รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี เชียงใหม่ และระยอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.64 17.39 และ 8.60 กรัม ตามลำดับ และบัวบกแหล่งปลูกกระบี่ที่มีน้ำหนักสดเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 3.85 กรัม (Table 3) สอดคล้องกับอนันต์และคณะ (2552) รายงานว่า การศึกษามวลสดต้นและรากของบัวบกแต่ละสายต้นพบว่า เมื่อบัวบกมีอายุ 3 เดือน สายต้นนครศรีธรรมราช ปราจีนบุรี และอุบลราชธานี มีค่าเฉลี่ยมวลสดต้นแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสายต้นระยอง มีค่าเฉลี่ยดังกล่าวน้อยที่สุด เท่ากับ 5.70 กรัม อาจเป็นเพราะบัวบกสายต้นระยองมีก้านใบสั้น และพื้นที่ใบต่อต้นน้อยกว่าสายต้นอื่นๆ จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยมวลสดต้นมีค่าน้อยที่สุด

Table 3 The yield of Asiatic Pennywort at harvest age is 75–80 days

Locations	Fresh weight (g)
Chiang Mai	17.39[c]
Ubon Ratchathani	46.98[a]
Rayong	8.60[d]
Prachin Buri	27.64[b]
Krabi	3.85[e]
F-test	*
% CV	32.43

Note: * There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

[a, b, c, d] Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

สรุป

จากการปลูกเลี้ยงบัวบก แต่ละแหล่งปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่า บัวบก 3 แหล่งปลูก คือ แหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ มีจำนวนใบต่อต้น จำนวนไหลต่อต้นและจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า บัวบกทั้ง 3 แหล่งนั้น สามารถเจริญเติบโตในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้ดี มีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นถ้าจะปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์ เพื่อจำหน่ายผลผลิตของใบสด ควรเลือกปลูกบัวบกทั้ง 3 แหล่งนี้ แต่สำหรับเกษตรกรที่ต้องการปลูกบัวบกเพื่อขายผลผลิตแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตยาสมุนไพรอาจต้องคำนึงถึงปริมาณสาระสำคัญด้วย จึงควรมีการศึกษาและพัฒนาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการ “การสร้างภาคีในการผลิต บัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก” รวมทั้งการเอื้อเฟื้อสถานที่วัสดุ และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2558. การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

บุษกร ฟิตประยูร. 2559. สถานการณ์การผลิตพืช 2558/59, สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2545. พรรณพืชอนุรักษ์โครงการอนุรักษ์และพัฒนาพืชสมุนไพรพืชพื้นเมืองและจุลินทรีย์. สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

สมชาย เชื้อจีน. 2544. การจำแนกสายพันธุ์และหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตบัวบก, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ประภาพร ตั้งกิจโชติ, ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2552. การผลิตบัวบกในระบบเกษตรอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 40: 205–208.

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, พรกมล รูปเลิศ, กนกอร อัมพรายน์, ณัฐพงค์ จันจุฬา. 2562. การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของบัวบกสายพันธุ์ต่าง ๆ. Thai Journal of Science and Technology 8: 1–12

อัตราการติดผล และการพัฒนาของผลเสาวรสสีม่วงกับสุคนธรส

Fruit setting rate and fruit development of purple maracuja (*Passiflora edulis*) and giant granadilla (*P. quadrangularis)*

จุฑามาศ บุญรอต[a]*, คมกฤษณ์ แสงเงิน[a], อนันต์ พิริยะภัทรกิจ[b], ณัฐพงศ์ จันจุฬา[b]

Jutamat Boonrot[a]*, Komgrit Saengngoen[a], Anan Piriyaphattarakit[b], Nattapong Chanchula[b]

[a]สาขาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

[b]ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เทคโนธานี ปทุมธานี 10220

[a]Agricultural Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani 13180, Thailand.

[b]Expert Center of Innovative Agriculture (InnoAg), Thailand institute of Science and Technological Research, Technopolis, Pathum Thani 10220, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Jutamat_boonrot.crop@hotmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาอัตราการติดผลและการพัฒนาของผลเสาวรสสีม่วง (*P. edulis*) กับสุคนธรส (*P. quadrangularis*) โดยใช้พืชสกุลเสาวรส 2 ชนิด ได้แก่ เสาวรสสีม่วง และสุคนธรส พบว่าเสาวรสสีม่วง มีอัตราการผสมติดมากที่สุด 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลการพัฒนาของผล พบว่า สุคนธรสมีขนาดความกว้างผลมากที่สุด 9.86 เซนติเมตร ขนาดความยาวผลมากที่สุด 14.34 เซนติเมตร มีน้ำหนักหลังการเก็บเกี่ยวมากที่สุด 1,009.0 กรัม ความหนาเปลือก พบว่าสุคนธรสมีความหนาเปลือกมากที่สุด 1.90 เซนติเมตร จำนวนเมล็ด/ผลไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เสาวรสสีม่วงมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุด 15.68°บริกซ์

คำสำคัญ: ลูกผสม, วิธีการผสมเกสร, เสาวรสสีม่วง, สุคนธรส

Abstract

A study of the fruit setting rate and the development of purple maracuja and giant granadilla. By using 2 species of the genus passion fruit, purple maracuja (*P. edulis*) and giant granadilla (*P. quadrangularis*). The result found that purple maracuja has the highest fruit setting rate of 70%. When collecting data on fruit growth. Found that the giant granadilla was the largest width was 9.86%. Maximum fruit length 14.34 cm. The giant granadilla was heavy post-harvest most of the average 1,009.0 g, Giant granadilla has the highest shell thickness in all 1.90 cm. Number of seeds / fruit not significantly different. Total soluble solids found that purple maracuja was the highest total dissolved solids, averaging 15.68°brix.

Keywords: giant granadilla, hybrids, pollination approach, purple maracuja

คำนำ

เสาวรสสีม่วงและสุคนธรส จัดอยู่ในพืชสกุล *Passiflora* ประเทศไทยมีการนำเข้าสายพันธุ์เสาวรสเข้ามาปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2498 (ธิดารัตน์, 2532) เสาวรสสีม่วง (*P. edulis*) เป็นไม้ผลประเภทเถาเลื้อย มีอายุหลายปี ใบมีสีเขียวเข้มหรือเขียวแซมแดงม่วงขึ้นอยู่กับชนิด ผลมีหลายลักษณะคือ ผลกลม รูปไข่ และผลรียาว เมื่อผลสุกจะมีสีม่วงเข้ม ม่วงแดงส้ม เมล็ดจะมีรกเป็นเยื่อเมือก สีเหลืองหรือสีส้ม มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว สามารถรับประทานสดหรือใช้ผสมทำเป็นอาหารและเครื่องดื่มได้ นับว่าเป็นผลไม้ที่สร้างอนาคตให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างดี (ประเสริฐ, 2531) ส่วนสุคนธรส (*P. quadrangularis*) เป็นไม้ผลเถาเลื้อยมีอายุหลายปีเช่นกัน ผลมีขนาดใหญ่กว่าเสาวรสมาก รูปทรงของผลเป็นทรงกระบอกแกมรี หรือรูปไข่ ผลแก่เปลือกจะเป็นสีเหลืองหรือสีส้มอมน้ำตาล เมล็ดแบนมีถุงคัพภะ ที่เป็นเนื้อเยื่อห่อหุ้มเมล็ดสีเหลืองอมส้ม ในส่วนเนื้อเยื่อสีเหลืองอมส้มของสุคนธรส นำมาคั้นเป็นน้ำสุคนธรสสดได้ (ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง จังหวัดกาญจนบุรี, มปป) แต่สุคนธรสยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากสุคนธรสยังไม่เป็นที่รู้จัก และอาจไม่มีข้อมูลการสนับสนุนเกี่ยวกับสุคนธรส ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสุคนธรส โดยเริ่มจากศึกษาอัตราการติดผลและการพัฒนาของผลเสาวรสสีม่วง (*P. edulis*) กับสุคนธรส(*P. quadrangularis*) จนกระทั่งถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อตรวจสอบเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การติดผลของเสาวรสสีม่วงกับสุคนธรส

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลอง

เสาวรสสีม่วง (*P. edulis*) และสุคนธรส (*P. quadrangularis*) จากแหล่งจังหวัดน่าน ณ อำเภอทุ่งช้าง ซึ่งมีขนาดและอายุของต้นสม่ำเสมอกัน จำนวน 2 ชนิด ชนิดละ 20 ซ้ำ ระยะเวลาทดลองช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่ม (Randomized Completely Block Design: RCBD)

วิธีการ

- ทำการตอนเกสรเพศผู้ (emasculation) ช่วงเวลา 9.00–11.00 น. โดยใช้ปากคีบหรือกรรไกรตัดออก และเก็บเกสรพ่อพันธุ์ใส่กล่องพลาสติก ใช้ถุงตาข่ายครอบดอก เพื่อรอทำการผสม เมื่อดอกบานเต็มที่ ในช่วงเวลา 12.00–18.00 น.

-นำเกสรพ่อพันธุ์ที่ตัดเก็บไว้ในกล่องพลาสติกมาทำการผสมเกสรโดยใช้พู่กันแตะใส่ปลายยอดเกสรตัวเมีย และใช้ถุงตาข่ายครอบดอกที่ทำการผสมไว้ ทำสัญลักษณ์ดอกที่ทำการผสมเกสร ระบุวันที่ผสมเกสร และใช้ป้ายผูกทำเครื่องหมาย

การบันทึกข้อมูล

บันทึกเปอร์เซ็นต์การติดผล และการพัฒนาของผล, วัดการขยายขนาดผล โดยวัดความกว้าง และความยาวของผล และบันทึกผลการทดลองหลังการเก็บเกี่ยว เช่น น้ำหนักของผล, วัดความหนาของเปลือก จำนวนเมล็ด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

หาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey ด้วยโปรแกรม SPSS 15.0 (SPSS, Inc, 2006)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การติดผลของเสาวรสสีม่วง (*P. edulis*) สุคนธรส (*P. quadrangularis*) ทั้ง 2 ชนิด พบว่า เสาวรสสีม่วง มีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุดที่ 70 เปอร์เซ็นต์ และสุคนธรสมีเปอร์เซ็นต์การติดผลน้อยที่สุดที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันส่วนใหญ่การผสมเกสรด้วยมือยังไม่พบเห็นมากนักกับการผสมพืชชนิดต่างๆ เนื่องจากเกษตรกรไม่มีเวลาในการลงมือทำการผสมเอง หรือสภาพอากาศไม่เอื้อ อำนวย มีการติดผลน้อยหรือผสมไม่ติด โดยส่วนใหญ่แล้วการผสมเกสรของพืชอาศัยลมและแมลงช่วยในการกระจายละอองเรณู (Table 1)

Table 1 Fruit setting rate of *P. quadrangularis* and *P. edulis*

Species	Fruit setting rate (percent)
P. quadrangularis	60[b]
P. edulis	70[a]
F-test	*
CV(%)	25.86

Note: * There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

[a, b] Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

Table 2 Fruit width size of *P. quadrangularis* and *P. edulis*

Species	Fruit width size (cm) during fruit development period (week)					
	1	2	3	4	5	6
P. quadrangularis	6.94[a]	7.48[a]	8.08[a]	8.62[a]	9.16[a]	9.66[a]
P. edulis	1.80[b]	2.48[b]	3.08[b]	4.28[b]	5.12[b]	5.48[b]
F-test	*	*	*	*	*	*
CV(%)	6.85	8.32	6.26	7.41	5.40	5.26

Note: *There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

[a, b] Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

เมื่อบันทึกข้อมูลการพัฒนาขนาดความกว้างผล และขนาดความยาวผล ของผลสุคนธรส และเสาวรสสีม่วง ครบ 6 สัปดาห์

พบว่า สุคนธรส มีขนาดความกว้างผลมากกว่าเสาวรสสีม่วงในแต่ละช่วงสัปดาห์ โดยมีค่าขนาดความกว้างผลมากที่สุด ในช่วง 1–6 สัปดาห์ เท่ากับ 6.94, 7.48, 8.08, 8.62, 9.16 และ 9.66 (เซนติเมตร) ตามลำดับ (Table 2)

ทางด้านขนาดความยาวผล ครบ 6 สัปดาห์ พบว่า สุคนธรสมีขนาดความยาวผลมากที่สุด ในแต่ละช่วงสัปดาห์ เท่ากับ 14.34, 15.28, 15.68, 16.10, 16.26 และ16.68 (เซนติเมตร) ตามลำดับ และเสาวรสสีม่วงมีขนาดความยาวผลน้อยที่สุด เท่ากับ 2.24, 2.50, 3.26, 4.62, 5.06, 6.36 และ 6.36 (เซนติเมตร) ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Fruit length size of *P. quadrangularis* and *P. edulis*

Species	Fruit length size (cm) during fruit development period (week)					
	1	2	3	4	5	6
P. quadrangularis	14.34[a]	15.28[a]	15.68[a]	16.10[a]	16.26[a]	16.68[a]
P. edulis	2.24[b]	2.50[b]	3.26[b]	4.62[b]	5.06[b]	6.36[b]
F-test	*	*	*	*	*	*
CV(%)	10.67	5.71	4.57	3.57	3.22	5.26

Note: *There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

[a, b]Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

หลังจากการเก็บเกี่ยวได้ทำการเปรียบเทียบ น้ำหนัก(กรัม) ความหนาเปลือก(เซนติเมตร) จำนวนเมล็ด/ผล และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของ สุคนธรส และเสาวรสสีม่วง

น้ำหนักหลังการเก็บเกี่ยวของ พบว่า สุคนธรส มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1,009.0 กรัม และเสาวรสสีม่วง มีขนาดความกว้างผลเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 59.9 กรัม (Table 4)

ความหนาเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวของ สุคนธรส และเสาวรสสีม่วง พบว่า สุคนธรส มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.40 เซนติเมตร และเสาวรสสีม่วง มีขนาดความกว้างผลเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 0.80 เซนติเมตร (Table 4)

จำนวนเมล็ด/ผลของ สุคนธรส และเสาวรสสีม่วง พบว่า เสาวรสสีม่วงมีจำนวนเมล็ด/ผล เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 99.60 เมล็ด โดยสุคนธรสมีจำนวนเมล็ด/ผล เฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 94.20 เมล็ด (Table 4) และค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของ สุคนธรส และเสาวรสสีม่วง พบว่า เสาวรสสีม่วง มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำเฉลี่ยได้มากที่สุด 15.68°บริกซ์ และสุคนธรสมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำเฉลี่ยได้น้อยที่สุด 11.20°บริกซ์ ซึ่งสอดคล้องกับ (มยุรา, 2561) รายงานว่าการสูญเสียน้ำไประหว่างการเก็บรักษาทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น

Table 4 Weight after harvest, Shell thickness, Number of seeds / fruit, total dissolved solids of *P. quadrangularis* and *P. edulis* for 80 days

Species	Weight after harvest (g)	Shell thickness (cm)	Number of seeds / fruit(seeds)	total dissolved solids (^{0}brix)
P. quadrangularis	1,009.0[a]	1.90[a]	94.20[b]	11.20[b]
P. edulis	59.9[b]	0.84[b]	99.60 [a]	15.68[a]
F-test	*	*	*	*
CV(%)	19.45	10.70	29.99	22.33

Note: *There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

[a, b]Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

สรุป

อัตราการผสมติดและการพัฒนาของผลเสาวรสสีม่วงกับสุคนธรส พบว่าสุคนธรสมีอัตราการผสมติดจะน้อยกว่า เสาวรสสีม่วง แต่ระยะการพัฒนาของผล เช่น ขนาดความกว้าง ขนาดความยาว น้ำหนักหลังการเก็บเกี่ยว ความหนาเปลือก และจำนวนเมล็ด/ผล นั้นมีมากกว่าเสาวรสสีม่วง แต่ในทางตรงกันข้าม เสาวรสสีม่วง มีรสชาติที่หวานกว่า เมื่อเทียบปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบ ดังข้อมูลในตาราง สุคนธรสให้ปริมาณทางผลผลิต ทางด้านน้ำหนักหลังการเก็บเกี่ยว ความหนาเปลือกมากว่าเสาวรสสีม่วง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการ “การสร้างภาคีในการผลิต บัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก” รวมทั้งการเอื้อเฟื้อ สถานที่ วัสดุ และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)และขอขอบคุณ คุณ ศรีสวลัย คำรังษี อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ธิดารัตน์ ไชยเสน. 2532. อุตสาหกรรมน้ำเสาวรส. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 83–91.

ประเสริฐ สายสิทธ์. 2531. น้ำเสาวรส: น้ำผลไม้ของโลกเขตร้อน. วารสารอาหาร. 18: 165–177.

มยุรา ล้านไชย. 2561. การผสมเกสรที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของน้อยหน่าลูกผสมพันธุ์เพชรปากช่อง. Thai Journal of Science and Technology. 7: 261–271.

ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง จังหวัดกาญจนบุรี. มปป. การปลูกเสาวรส. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. กรุงเทพฯ.

การเพาะเมล็ดเท้ายายม่อม และการชักนำให้เกิดแคลลัส

Seedling *Tacca leontopetaloides* (L.) kuntze. and callus induction

กนกวรรณ ยิ่งวันเจริญ[a]*, คมกฤษณ์ แสงเงิน[a], กนกอร อัมพรายน์[b], ณัฐพงค์ จันจุฬา[b]

Kanokwan Yingwancharoen[a]*, Komgrit Saeng-ngoen[a], Khanok-on Amprayn[b], Natthapong Chanchula[b]

[a] สาขาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

[b]ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เทคโนธานี ปทุมธานี 10220

[a]Agricultural Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani 13180, Thailand.

[b]Expert Center of Innovative Agriculture (InnoAg), Thailand institute of Science and Technological Research, Technopolis, Pathum Thani 10220, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Kanokwan0777@gmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดเท้ายายม่อมโดยการใช้กรดซัลฟูริกความเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที ย้ายเลี้ยงบนอาหารสูตร MS พบว่า เมื่อแช่กรดซัลฟูริกในระยะเวลา 10 นาที ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดได้มากสุดเท่ากับ 97.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นย้ายต้นกล้าลงบนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin (0, 0.1, 0.5, 1, 2, 4 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร) BA (0, 0.1, 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ 2,4-D (0, 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) เพื่อชักนำให้เกิดแคลลัส เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่า ต้นกล้าเท้ายายม่อมที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม Kinetin ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า 2.98±0.28 เซนติเมตร แคลลัสมีลักษณะแบบเกาะตัวกันแน่นเป็นก้อน สามารถนำไปขยายหรือชักนำให้เกิดต้นต่อไปได้

คำสำคัญ: การชักนำแคลลัส, การทำลายการพักตัวของเมล็ด, เท้ายายม่อม

Abstract

This study aimed to break seed dormancy of the arrowroot by using sulfuric acid 98%, For a period of 0, 10, 20 and 30 minutes transferred to the MS formula. When soaking in sulfuric acid for 10 minutes, the highest seed germination percentage was 97.33%, which was a statistically significant difference. The seedlings were then transferred to an MS formula containing Kinetin (0, 0.1, 0.5, 1, 2, 4 and 8 mg / l), BA (0, 0.1, 0.5, 1 and 2 mg / l) and 2,4-D (0, 0.05 and 0.1 mg / l) to induce calluses. When cultured for 90 days, it was found that arrowroot seedlings cultured on MS diet containing 0.1 mg / l of Kinetin were 2.98 ± 0.28 cm. Compact callus appearance. Can be extended or induced to continue

Keywords: breaking of seed dormancy, callus induction, *Tacca leontopetaloides* (L.) kuntze.

คำนำ

เท้ายายม่อม *Tacca leontopetaloides* (L.) kuntze เป็นพืชในวงศ์เดียวกับเนระพูสีไทย บุกฤษี และหนวดเสือ เป็นพืชที่มีหัว มีใบ 1–3 ใบ ดอกเป็นช่อยาว ผลกลม หัวของพืชชนิดนี้นำไปทำแป้ง เรียกแป้งเท้ายายม่อม มีลักษณะเบา นุ่ม เป็นละออง เมื่อได้รับความร้อนจะมีความหนืดพอเหมาะ ใส และแวววาว นิยมใช้ทำขนมหวาน และใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารคาวชนิดต่างๆ ส่วนแป้งมันสำปะหลังทำมาจากหัวมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงสีขาว จับผิวสัมผัสของแป้งจะเนียน ลื่นมือ เมื่อทำให้สุกจะเหลวเหนียวหนืด เมื่อพักให้เย็นจะมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะ คงตัว นิยมนำมาผสมกับอาหารที่ต้องการความเหนียวหนืดและใส ในการทำขนมหวานนิยมนำแป้งมันสำปะหลังมาผสมกับแป้งชนิดอื่น เพื่อให้ขนมมีความเหนียวนุ่มกว่าการใช้แป้งชนิดเดียว (ทัศนัย, 2546)

ต้นเท้ายายม่อมมีเพียงการผลิตเชิงอนุรักษ์ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นทางแถบภาคตะวันออก และประสบปัญหาไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด เนื่องจากต้นเท้ายายม่อมเจริญเติบโตจนเก็บผลผลิตได้เพียงปีละ 1 ครั้ง ช่วงเดือน สิงหาคม–กันยายน และ 1 ต้น จะให้ผลผลิตเพียง 1 หัว การปลูกต้นเท้ายายม่อมด้วยเมล็ดจะต้องให้ต้นเติบโตอย่างน้อย 2 ปี ก่อนเก็บหัว เพราะหัวเจริญช้ากว่าการปลูกด้วยหัวย่อย แต่การใช้หัวย่อยสามารถเก็บหัวมาแปรรูปหลังปลูก 1 ฤดูปลูก หรือ 1 ปี ทั้งนี้ การปลูกเท้ายายม่อมควรปลูกในต้นฤดูฝน ประมาณต้นเดือนพฤษภาคม เพื่อให้ต้นได้งอก และเติบโตในช่วงฝน และการเก็บหัวของต้นเท้ายายม่อมจะเก็บในช่วงปลายฤดูหนาว-ต้นฤดูแล้ง ประมาณเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ ซึ่งใบจะเริ่มเหลือง และเหี่ยวหรือยุบตัวแห้งตาย การขยายพันธุ์ต้นเท้ายายม่อมสามารถขยายพันธุ์ได้ 2 วิธี คือ 1. การเพาะด้วยเมล็ด โดยใช้เมล็ดแก่หลังต้นแห้งตายแล้ว แต่ควรเก็บเมล็ดไว้สักระยะ 2–3 เดือน เพื่อให้เมล็ดพักตัวก่อน 2. การใช้หัว โดยใช้หัวลูกหรือหัวย่อยที่เจริญออกจากหัวแม่ โดยหัวหลักจะใช้ทำแป้ง ส่วนลูกหัวหรือขนาดเล็กจะเก็บไว้ปลูกในปีถัดไป (กนิษฐิกา, 2542)

แต่การขยายพันธุ์โดยการใช้เมล็ดในพืชหลายชนิด พบว่าหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดเกิดการพักตัวทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำและงอกช้า ซึ่งการพักตัวของเมล็ดอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากเปลือกหุ้มเมล็ด เอ็มบริโอหรือส่วนประกอบภายในเกิดการพักตัวการพักตัวเนื่องมาจากมีสารยับยั้งการงอก เช่น กรดแอบไซสิก ไซยาไนด์ คูมาริน สะสมอยู่บริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดหรือเยื่อหุ้มเมล็ด และการพักตัวของเมล็ดที่เกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน (วสุ, 2546)

ซึ่งสาเหตุของการพักตัวของเมล็ดเหล่านี้เป็นปัญหาที่สำคัญในการปลูกพืช ทำให้ต้องเสียเวลาในการทำลายการพักตัวของเมล็ดเท้ายายม่อมก่อนนำออกปลูก เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์เท้ายายม่อมสำหรับออกปลูกและผลิตหัวสำหรับแปรรูปเป็นแป้งมากขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการขยายพันธุ์พืช โดยชักนำให้เกิดแคลลัส เพื่อขยายพันธุ์และเตรียมต้นพันธุ์เท้ายายม่อมสำหรับออกปลูกได้ในปริมาณที่มากขึ้น และได้ต้นพันธุ์ที่ปลอดโรค เมื่อนำออกปลูกในสภาพธรรมชาติ ต้นพันธุ์มีอัตราการรอดชีวิตสูง (สมิทธิชัย, 2560)

อุปกรณ์และวิธีการ

การฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนพืช

นำเมล็ดเท้ายายม่อมมาล้างน้ำสบู่ซันไลท์เอาคราบฝุ่นละอองออก จากนั้นนำมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยยากันรา (Captan) 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ (Clorox, 1.4% sodium

hypochlorite) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ล้าง 3 ครั้ง ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ

ศึกษาการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดเท้ายายม่อม

นำเมล็ดที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแช่กรดซัลฟูริกความเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที มาเพาะบนอาหารสูตรอาหาร MS โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) นำไปวางเลี้ยงภายใต้แสงสีขาวความเข้มแสง 60±5 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

1) เปอร์เซ็นต์ความงอก (germination percentage) และประเมินผลของความงอกหลังเพาะเมื่ออายุ 45 วัน โดยการตรวจนับต้นกล้าที่งอกปกติ (normal seedling) (ISTA, 2013)

2) ความเร็วในการงอก (speed of germination index) สามารถคำนวณได้จาก Equation 1

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \Sigma\left[\frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติในวันที่ตรวจนับ}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะที่ตรวจนับ}}\right] \quad (1)$$

3) เวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time; MGT) ตรวจนับต้นกล้าปกติเป็นเวลา 45 วัน นำข้อมูลมาคำนวณหาเวลาเฉลี่ยใน การงอกจาก Equation 2 (Ellis and Roberts, 1980)

$$\text{MGT} = \frac{(G_1D_1)+(G_2D_2)+(G_3D_3)+\cdots+(G_nD_n)}{\text{Total normal seedling}} \quad (2)$$

$G_{1,2,\ldots n}$ คือ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในวันที่ 1, 2, ..., n (n=45)

$D_{1,2,\ldots n}$ คือ จำนวนวันที่ 1, 2, ..., n (n=45) นับหลังจากวันเพาะเมล็ด

ศึกษาการชักนำแคลลัสจากต้นกล้าเท้ายายม่อม

นำต้นกล้าที่ได้จากกรรมวิธีที่ 1 (แช่กรดซัลูริก) มาเพาะบนอาหารสูตรต่างๆ ประกอบด้วย 13 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 10 ซ้ำ คือ อาหาร MS ที่เติม Kinetin (0, 0.1, 0.5, 1, 2, 4 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร) BA (0, 0.1, 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร) หรือ 2,4-D (0, 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) นำไปวางเลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 60±5 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 เดือน บันทึกผล ขนาดแคลลัส และสีแคลลัส

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความเร็วในการงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก

จากการศึกษาผลของวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดเท้ายายม่อมต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ระยะเวลาแตกต่างกัน โดยใช้วิธีที่แช่เมล็ดในกรดซัลฟูริก (sulfuric acid) ที่ความเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อแช่กรดซัลฟูริกเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การงอกมากที่สุด คือ 97.33 เปอร์เซ็นต์ (Table 1, Fig. 1) การใช้กรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้นสูงแช่เมล็ด เป็นการกร่อนเปลือกหุ้มเมล็ด ทำให้น้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดได้มากขึ้น (มนทนา, 2536)



Fig. 1 Arrowroot seedlings after destruction of seed dormancy by soaking in sulfuric acid for 10 minutes.

Table 1 Germination of arrowroot seeds after seed destruction for 45 days

Treatment	Germination percentage	Speed of germination index	Mean germination time
1. control	56.00[b]	28.00[b]	7.16[b]
2. 10 minutes	97.33[a]	48.66[a]	12.01[a]
3. 20 minutes	88.66[a]	44.33[a]	11.38[a]
4. 30 minutes	77.33[ab]	38.66[ab]	9.68[ab]
F-test	*	*	*
%CV	16.24	16.24	16.27

Note: * There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

[a, b] Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

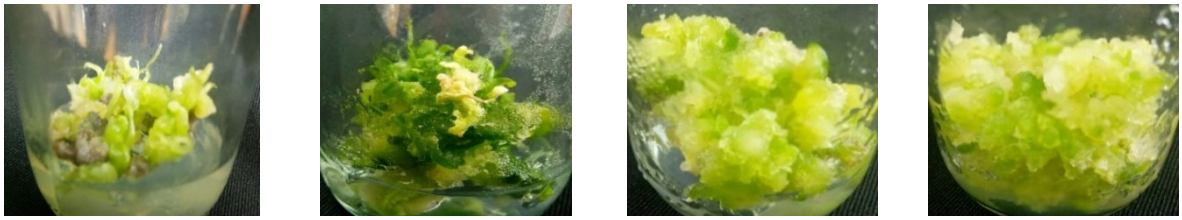
ผลของการชักนำแคลลัสจากต้นกล้าเท้ายายม่อม

เมื่อนำต้นกล้าเท้ายายม่อมมาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารสูตร MS เติม Kinetin ความเข้มข้น 0.1, 0.5, 1, 2, 4 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าการเกิดแคลลัสจากต้นกล้าเท้ายายม่อมมากที่สุดบนอาหาร MS ที่เติม Kinetin ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ก้อนแคลลัสมีขนาด 1.17 เซนติเมตร มีลักษณะแคลลัสแบบคอมแพค (Compact callus) เกาะตัวกันแน่นเป็นก้อน มีสีเขียว ซึ่งสามารถนำไปขยาย หรือชักนำให้เกิดต้นต่อไปได้

เมื่อนำต้นกล้าเท้ายายม่อมมาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารสูตร MS เติม BA ความเข้มข้น 0.1, 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ระยะเวลา 60 วัน เกิดแคลลัสมากที่สุดบนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ก้อนแคลลัสมีขนาด 1.31 เซนติเมตร มีลักษณะแคลลัสแบบคอมแพค (Compact callus) เป็นแคลลัสที่เกาะกันแน่นเป็นก้อน มีสีเขียว แต่ระยะเวลาที่ 90 วัน พบว่า MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ลักษณะแคลลัสแบบคอมแพค มีสีเขียว ซึ่งสามารถนำไปขยาย หรือชักนำให้เกิดต้นต่อไปได้

เมื่อนำต้นกล้าเท้ายายม่อมมาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารสูตร MS เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ระยะเวลา 30 วัน การเกิดแคลลัสบนสูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า 1.48 เซนติเมตรสูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ก้อนแคลลัสมีขนาด 3.13 เซนติเมตร และในระยะเวลาที่ 90 วัน พบว่าแคลลัสเจริญได้ดีในสูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ก้อนแคลลัสมีขนาด 3.47 เซนติเมตร มีลักษณะแคลลัสแบบไฟรเอเบิล (Friable callus) เป็นแคลลัสที่เกาะตัวแบบหลวมและฟู มีสีแคลลัส คือ สีเขียว ซึ่งแคลลัสแบบนี้ไม่นิยมนำไปย้ายเลี้ยงต่อเนื่องจากแคลลัสไม่สามารถพัฒนาไปเป็นต้นได้

ลักษณะของแคลลัสที่เป็นที่ต้องการ คือ แคลลัสแบบคอมแพ็ค เนื่องจากมีลักษณะเกาะกันแน่นเป็นก้อน มีสีเขียว สามารถชักนำให้เกิดต้นต่อไปได้ แต่แคลลัสไฟรเอเบิล มีลักษณะเกาะตัวแบบหลวมและฟู ฉ่ำน้ำ ซึ่งแคลลัสแบบนี้ไม่นิยมนำไปย้ายเลี้ยงต่อเนื่องจากแคลลัสไม่สามารถพัฒนาไปเป็นต้นได้ (สุชาดา, 2546) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าสูตรอาหารที่ดีที่สุดที่ทำให้ได้แคลลัสตามที่ต้องการ คือ MS ที่เติม Kinetin และ BA ตามลำดับ แต่จะเห็นว่าสูตร MS ที่เติม Kinetin มีการใช้ปริมาณ Kinetin ที่น้อยกว่า แต่ปริมาณแคลลัสที่ได้ใกล้เคียงกัน จึงใช้ Kinetin ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 2, Fig. 2)



(A) (B) (C) (D)

Fig. 2 Characteristics of arrowroots after culturing on MS formula fed with various growth regulators for 90 days (A) No growth regulators (B) added Kinetin at a concentration of 0.1 mg/L (C) added BA. 0.1 mg/L (D) add 2,4-D with concentration 0.05 mg/L

Table 2 Callus characteristics of arrowroot after cultured on different food formulas for 90 days

Treatment	Callus color	Callus characteristics	Callus size (cm)		
			30 days	60 days	90 days
1 MS	Green	Compact	1.11±0.27^{bcde}	1.45±0.46^{ef}	2.15±0.86^{c}
2 MS + Kinetin 0.1 (mg/L)	Green	Compact	1.17±0.24^{bcd}	2.55±0.35^{bc}	3.41±0.14^{a}
3 MS + Kinetin 0.5 (mg/L)	Green	Compact	0.97±0.17^{def}	2.03±0.63^{cd}	3.12±0.38^{ab}
4 MS + Kinetin 1 (mg/L)	Green	Compact	1.01±0.29^{cdef}	1.51±0.99^{de}	2.06±1.27^{c}
5 MS + Kinetin 2 (mg/L)	Green	Compact	1.11±0.15^{bcde}	2.29±0.55^{bc}	2.73±0.21^{bc}
6 MS + Kinetin 4 (mg/L)	Yellowish white	Friable	0.89±0.12^{ef}	0.92±0.36^{fg}	1.14±0.47^{d}
7 MS + Kinetin 8 (mg/L)	Brownish white	Friable	0.86±0.15^{ef}	0.74±0.11^{g}	0.74±0.11^{d}
8 MS + BA 0.1 (mg/L)	Green	Compact	1.31±0.41^{ab}	2.35±0.84^{bc}	2.91±0.96^{ab}
9 MS + BA 0.5 (mg/L)	Yellowish green	Compact	0.79±0.17^{f}	2.33±0.46^{bc}	3.12±0.41^{ab}
10 MS + BA 1 (mg/L)	Yellowish green	Compact	1.25±0.42^{abc}	2.65±0.41^{ab}	2.98±0.28^{ab}
11 MS+BA 2 (mg/L)	Green	Compact	1.32±0.32^{ab}	2.32±0.65^{bc}	2.70±0.40^{bc}
12 MS+2,4-D 0.05 (mg/L)	Green	Friable	1.48±0.18^{a}	2.52±0.65^{bc}	3.47±0.05^{a}
13 MS+2,4-D 0.1 (mg/L)	Green	Friable	0.92±0.29^{def}	3.13±0.22^{a}	3.10±0.46^{ab}
F-test			**	**	**
%CV			23.93	27.44	21.85

Note: **There was a statistically significant difference at a 95 percent confidence level.

$^{a, b}$ Comparison of mean by means of Least Significant Difference (LSD)

Friable callus is loose and fluffy.

Compact callus are sticking together as a pack.

สรุป

การแช่กรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 10 นาที สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดเท้ายายม่อมได้ดี ช่วยให้อัตราการงอกของเมล็ดเท้ายายม่อมเพิ่มขึ้นประมาณ 97.33 เปอร์เซ็นต์ และสามารถชักนำแคลลัสชนิดคอมแพคจากต้นกล้าเท้ายายม่อมสำหรับนำไปชักนำเป็นต้นต่อไปได้ด้วยการย้ายต้นกล้าและเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร นำไปวางเลี้ยงภายใต้แสงสีขาวความเข้มแสง 60±5 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วัน

เอกสารอ้างอิง

กนิษฐิกา ตันติสุนทร. 2542. ผลของชิ้นส่วนที่เลี้ยงและสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดต่อการเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นเท้ายายม่อม. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทัศนัย อรรถพรพิทักษ์. 2546. สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสตาร์ชเท้ายายม่อม *Tacca leontopetaloides* Ktze. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุชาดา เวียรศิลป์. 2546. การผลิตเมล็ดสังเคราะห์แบบแห้งของพริกหวาน. สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมิทธิชัย สุกปลั่ง. 2560. เท้ายายม่อม แป้งจากพืชที่เหมาะกับมนุษย์ที่สุด. ไข้. https://www.technologychaoban.com/thai-local-wisdom/article_28959, 3 มิถุนายน 2562

วสุ อมฤตสุทธิ์. 2546. การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.

มนทนา รุจิระศักดิ์. 2536. วิทยาการเมล็ดพันธุ์พืชไร่. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, นครศรีธรรมราช.

Ellis, R.H., Roberts, E.H. 1980. The influence of temperature and moisture on seed viability Period in barley (*Hordeum distichum*). Ann. Bot. 45: 31–37.

ISTA. 2013. International Rules for Seed Testing. The international Seed Testing Association. Glattbrugg, Switzerland.

ผลของอายุการเก็บเกี่ยวที่มีต่อน้ำหนักแห้งและความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

Effect of harvesting time on seed dry weight and germination of marigold

พรอนันต์ แข็งขันธ์[a], ทิพย์ดรุณี สิทธินาม[b], มะนิต สารุณา[c], อำนวย อรรถลังรอง[d]

Phornanan Khaengkhan[a], Tipdarunee Sittinam[b], Manit Saruna[c], Amnuai Adthalungrong[d]

[a]ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย เลย 42160

[b]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี กาญจนบุรี 71000

[c]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครพนม นครพนม 48000

[d]สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[a]Loei Horticultural Research Center, Loei 42160, Thailand.

[b]Kanchanaburi Agriculture Research and Development Center, Kanchanaburi 71000, Thailand.

[c]Nakhon Phanom Agriculture Research and Development Center, Nakhon Phanom, 48000, Thailand.

[d]Horticultural Research Institute, Department of Agriculture, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: khaengkhan.p@hotmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาระยะเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมของดาวเรืองพันธุ์ 112 ดำเนินการทดลอง ในเดือนตุลาคม 2559 ถึงเดือนมีนาคม 2560 ณ โรงเรือนทดลอง สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร โดยผูกดอกดาวเรืองด้วยไหมพรมสีต่างกันทุก 3 วัน โดยเริ่มจากวันที่ดอกบาน ถึง 36 วันหลังดอกบาน โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ พบว่า ดาวเรืองพันธุ์ 112 เริ่มงอกได้เมื่ออายุ 9 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักเมล็ดสดสูงสุดคือ 0.70 กรัม/100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งสูงสุด 0.34 กรัม/100 เมล็ด เมื่อ 21 หลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ด โดยมีความงอก 96.0 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 9.5 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเมล็ดจะมีความชื้นและความงอกลดลง โดยที่ 36 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีความงอก 86.6 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 3.8 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองพันธุ์ 112 คือ 21 วันหลังดอกบาน

คำสำคัญ: สุกแก่ทางสรีรวิทยา, ระยะเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์

Abstract

The optimum harvesting time of marigold seeds cv. ‘112’ was studies during October 2016 to March 2017 at the experimental greenhouse, Horticultural Research Institute, Department of Agriculture. Flowers were tagged at three-day intervals, started from first day after anthesis to 36 days after anthesis (DAA). The result revealed that marigold seeds cv. ‘112’ started to germinated at 9 DAA, the highest seed fresh weight was 0.70 g/100 seed and highest seed dry weight was 0.34 g/100 seed at 21 DAA which reached its physiological maturity (PM). Seed germination and moisture content was 96.0% and 9.5 %, respectively. After that, seed germination and moisture content were decreased at 36 DAA with 86.6% and 3.8%, respectively. Therefore, the optimum harvesting time of marigold seed cv. ‘112’ was 21 DAA.

Keywords: harvesting index, physiological maturity

คำนำ

ดาวเรือง (*Tagestes erecta* L.) เป็นพืชในวงศ์ Asteraceae ดอกมีสีสันสวยงาม คนไทยนิยมปลูกกันมาก เนื่องจากปลูกเลี้ยงง่าย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560; Manoj et al., 2018) ใช้ประโยชน์เป็นไม้ตัดดอก จัดสวน ร้อยพวงมาลัย และในปัจจุบันยังมีการสกัดสารสำคัญเพื่อใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางและอาหารสัตว์ ดาวเรืองเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีการส่งออกเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง ปริมาณ 5,333 กิโลกรัม มูลค่า 141 ล้านบาท (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2563) ทั้งประเทศมีพื้นที่ปลูกดาวเรือง 3,876 ไร่ คลอบคลุม 40 จังหวัด โดยจังหวัดที่มีการปลูกมากใน 3 อันดับแรก ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ จันทบุรี และตาก (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562)

ดาวเรืองเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ซึ่งภายในต้นเดียวกันจะมีการบานของดอกไม่พร้อมกัน ซึ่งหากต้องเก็บเกี่ยวเป็นรุ่น จำเป็นต้องหาระยะที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากหากเก็บเกี่ยวเมล็ดที่อายุน้อยเกินไป การพัฒนาของเมล็ดยังไม่สมบูรณ์จะทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลง (วัชราภรณ์, 2554) ซึ่งจากการศึกษาของ Bhaskaran and Ranjeet (2016) พบว่าการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดี มีผลผลิตเพิ่มขึ้น 10–20 เปอร์เซ็นต์ โดยปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ คือ การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ระยะแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสม เนื่องจากหากเก็บเกี่ยวเร็วเกินไป จะทำให้การพัฒนาของเมล็ดไม่สมบูรณ์ ซึ่งนอกจากจะทำให้ผลผลิตลดลงแล้ว ยังส่งผลให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ และหากมีการเก็บเกี่ยวช้าเกินไป อาจจะเพิ่มความเสี่ยงในการทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี

อุปกรณ์และวิธีการ

1) ปลูกดาวเรืองพันธุ์ 112 โดยการเพาะเมล็ดในถาดหลุม ในเดือน ธันวาคม 2559 เมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 8 นิ้ว จำนวน 60 กระถาง โดยแบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 20 กระถาง เมื่อดาวเรืองมีใบจริง 4 คู่ เด็ดยอดให้เหลือใบจริง 3 คู่ ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 10 กรัมต่อกระถางทุก 10 วัน ให้น้ำทุกวัน และพ่นสารป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟและไรแดงทุกสัปดาห์หลังออกดอก

2) วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ โดยเมื่อถึงระยะออกดอก ทำการผูกดอกดาวเรืองที่ดอกย่อยชั้นนอกเริ่มบาน ทุกๆ 3 วัน จำนวน 13 ครั้ง ได้แก่ 0 (วันที่ดอกบาน), 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33 และ 36 วันหลังดอกบาน ทำเครื่องหมายโดยการผูกไหมพรมสีต่างกันในแต่ละวัน แล้วครอบดอกด้วยซองกระดาษเพื่อให้เกิดการผสมตัวเองภายในดอก เมื่อครบอายุเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวดอกในแต่ละอายุมาบันทึกข้อมูล จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อดอก น้ำหนักเมล็ดสด น้ำหนักเมล็ดแห้ง ความชื้นเมล็ด และความงอกของเมล็ด

3) ศึกษาความงอกของเมล็ด โดยการนำเมล็ดจากดอกแต่ละระยะมาเพาะด้วยวิธี top of paper ทำ 3 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ประเมินความงอกครั้งแรกโดยการนับต้นกล้าที่ปกติที่อายุ 8 วันหลังเพาะ (first count) และครั้งสุดท้าย (final count) ที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด นับต้นกล้าปกติ ต้นกล้าผิดปกติ และเมล็ดตาย

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะดอกและเมล็ด

กลีบดอกของดาวเรืองพันธุ์ 112 จะเริ่มเหี่ยวเมื่ออายุ 12 วันหลังดอกบาน และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มมากขึ้นเมื่ออายุ 15–36 วันหลังดอกบาน (Fig. 1) ส่วนลักษณะเมล็ด พบว่า ในช่วงวันที่ดอกบาน เมล็ดจะมีสีขาวถึงขาวอมเทา ส่วนปีกจะมีสีเขียวอ่อน ในช่วง 6 วันหลังดอกบาน เมล็ดจะมีสีเทาและพบเมล็ดที่มีสีดำมากขึ้น โดยเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีดำทั้งหมดเมื่ออายุ 12 วันหลังดอกบาน (Fig. 2)

จำนวนเมล็ด

ดาวเรืองพันธุ์ 112 ในช่วงที่ดอกบานจนถึงอายุ 9 วันหลังดอกบาน มีจำนวนเมล็ดทั้งหมดภายในดอกอยู่ระหว่าง 88.9–99.8 เมล็ดต่อดอก และในช่วง 12–36 วันหลังดอกบาน มีปริมาณเมล็ดเพิ่มขึ้น โดยอยู่ระหว่าง 108.2–130.7 เมล็ดต่อดอก ส่วนจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ พบว่า ในช่วงที่ดอกบานจนถึงอายุ 6 วันหลังดอกบาน ยังไม่มีการพัฒนาเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ แต่เมื่อดอกดาวเรืองมีอายุ 9 วันหลังดอกบาน จะพบว่ามีเมล็ดสมบูรณ์จำนวน 18 เมล็ดต่อดอก และมีความงอก 25.7 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออายุ 12–36 วัน มีจำนวนเมล็ดสมบูรณ์อยู่ระหว่าง 32.0–43.3 เมล็ดต่อดอก (Fig. 3)

น้ำหนักเมล็ด

ดาวเรืองพันธุ์ 112 จะมีการสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามอายุดอกหรืออายุของเมล็ด โดยในวันที่ดอกบาน เมล็ดสดจะมีน้ำหนัก 0.57 กรัม/100 เมล็ด และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 0.70 กรัม/100 เมล็ด เมื่อ 9 วันหลังดอกบาน และหลังจากนั้นน้ำหนักจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนมีน้ำหนัก 0.33 กรัม/100เมล็ด และเริ่มคงที่ไปจนถึงอายุ 36 วันหลังดอกบาน ซึ่งจะสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด โดยเมล็ดจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงที่สุด คือ 79.0 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึง 13.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ 18 วันหลังดอกบาน และเริ่มคงที่ไปจนถึงอายุ 36 วันหลังดอกบาน ส่วนน้ำหนักแห้ง พบว่า เมล็ดมีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดคือ 0.10 กรัม/100 เมล็ด เมื่ออายุ 0 วัน (ดอกบานวันแรก) และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 0.34 กรัม/100 เมล็ด ในวันที่ 21 หลังดอกบาน และคงที่ไปจนถึง 36 วันหลังดอกบาน (Fig. 4)

เปอร์เซ็นต์ความงอก

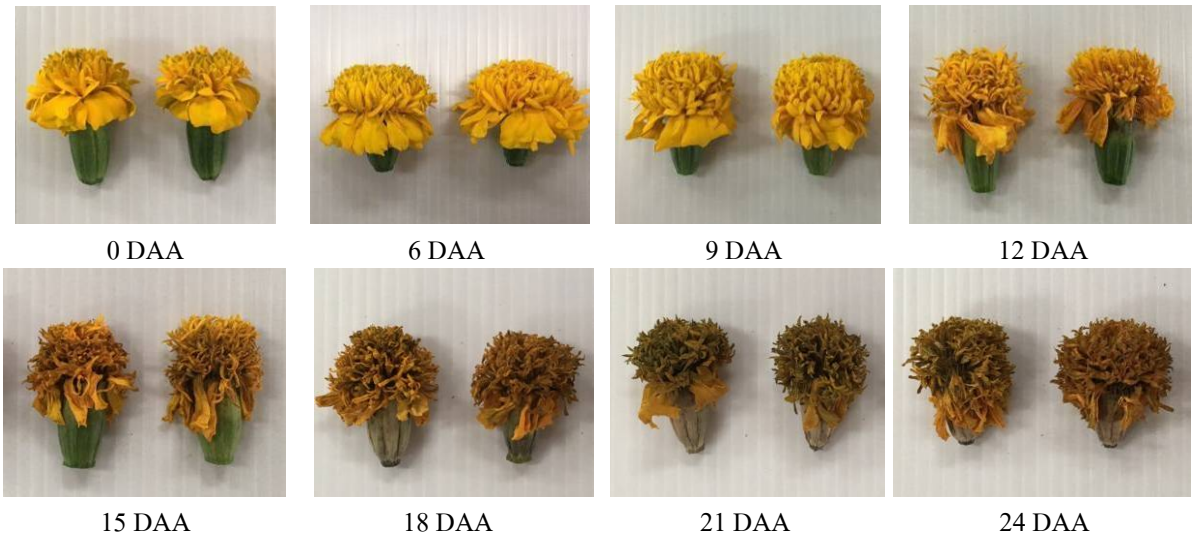
ในช่วงแรกของการพัฒนาเมล็ดดาวเรือง พบว่า เมล็ดเริ่มงอกเมื่อมีอายุ 9 วันหลังดอกบาน โดยมีความงอก 25.7 เปอร์เซ็นต์หลังจากนั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและมีความงอกสูงสุดเป็น 96.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 21 วันหลังดอกบาน และเริ่มลดลงเมื่อเมล็ดมีอายุ 36 วันหลังดอกบาน โดยมีความงอกของเมล็ด 86.6 เปอร์เซ็นต์ (Fig. 4)

ในช่วง 0–18 วันหลังดอกบาน เมล็ดดาวเรืองจะมีน้ำแห้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และมีน้ำหนักแห้งสูงสุดเมื่อ 21 วันหลังดอกบาน และคงที่ไปจนถึงอายุ 36 วันหลังดอกบาน ทั้งนี้เนื่องจากหลังการปฏิสนธิ เมล็ดมีการสะสมอาหารไว้ภายในเนื้อเยื่อ ในขณะเดียวกันเมล็ดมีการใช้อาหารที่สะสมไว้ แต่ปริมาณที่สะสมไว้มีมากกว่า จึงมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเมล็ดเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด เนื่องจากมีการพัฒนาเข้าสู่ระยะแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งในระยะนี้การ

สะสมอาหารจากส่วนต่างๆ ของลำต้นมาที่เมล็ดหยุดชะงัก ประกอบกับอัตราการสะสมอาหารเท่ากับอัตราการใช้ หลังจากระยะนี้ไป เมล็ดจึงมีน้ำหนักแห้งลดลง เนื่องจากไม่มีอาหารส่งไปสะสม แต่เมล็ดยังมีการใช้อาหารไปเพื่อกิจกรรมทางชีวเคมีภายในเมล็ด (จวงจันทร์, 2529)

ในช่วง 0–6 วันหลังดอกบาน ไม่มีการงอกของเมล็ดดาวเรือง แต่เริ่มงอกเมื่อดอกอายุ 9 วันหลังดอกบาน และมีความงอกสูงสุดเป็น 96 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ 21 วันหลังดอกบาน และคงที่ไปจนถึงอายุ 27 วันหลังดอกบาน ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดพืชทุกชนิดสามารถงอกได้ก่อนที่เมล็ดจะแก่ทางสรีรวิทยา พืชบางชนิดสามารถงอกได้หลังปฏิสนธิเพียงไม่กี่วัน ซึ่งหลังการปฏิสนธิแล้วเมล็ดจะมีอัตราการงอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีความงอกสูงสุดในระยะแก่ทางสรีรวิทยา โดยจะคงอยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่ง แล้วจะค่อยๆ ลดลง เนื่องจากเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพ (deterioration) (จวงจันทร์, 2529) ดังเช่นการศึกษาของ วัชราภรณ์ และสุดสงวน (2554) เมล็ดถั่วพร้าที่อายุ 110 หลังปลูก มีความงอกเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อถึงอายุ 160 หลังปลูก ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว มีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาของ ธวัชชัย (2543) เมล็ดถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์สุรนารี 1 ในช่วง 6–8 วันหลังดอกบานมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเมื่อ 20 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะแก่ทางสรีรวิทยา โดยมีน้ำหนักแห้งสูงสุด 163.37 มิลลิกรัม/เมล็ด นอกจากนี้จากการศึกษาของ ชนันดา และคณะ (2559) พบว่า เมล็ดของกระเจี๊ยบแดงในช่วง 3–15 วันหลังดอกบาน มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำมาก และ 18 วันหลังดอกบานเป็นต้นไปมีความงอกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 39 วันหลังดอกบาน กระเจี๊ยบแดงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด 80.5 เปอร์เซ็นต์

หลังระยะแก่ทางสรีรวิทยา เมล็ดจะเริ่มเสื่อมคุณภาพ เนื่องจากไม่มีอาหารสะสมเพิ่มขึ้น ในขณะที่ภายในเมล็ดยังมีการหายใจ จึงมีการเผาผลาญอาหารที่เก็บสะสมไว้ (จวงจันทร์, 2529) ซึ่งจากการทดลอง เมล็ดดาวเรืองพันธุ์ 112 เมื่อ 36 วันหลังดอกบาน จะมีความงอกลดลง และจากการศึกษาของ ชนันดา และคณะ (2559) พบว่าเมื่อ 45 วันหลังดอกบาน กระเจี๊ยบแดงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง ดังนั้น การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ระยะแก่ทางสรีรวิทยา และลดความชื้นด้วยวิธีการที่เหมาะสม จะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด



0 DAA 6 DAA 9 DAA 12 DAA

15 DAA 18 DAA 21 DAA 24 DAA



Fig. 1 Flower development of marigold cv. '112'

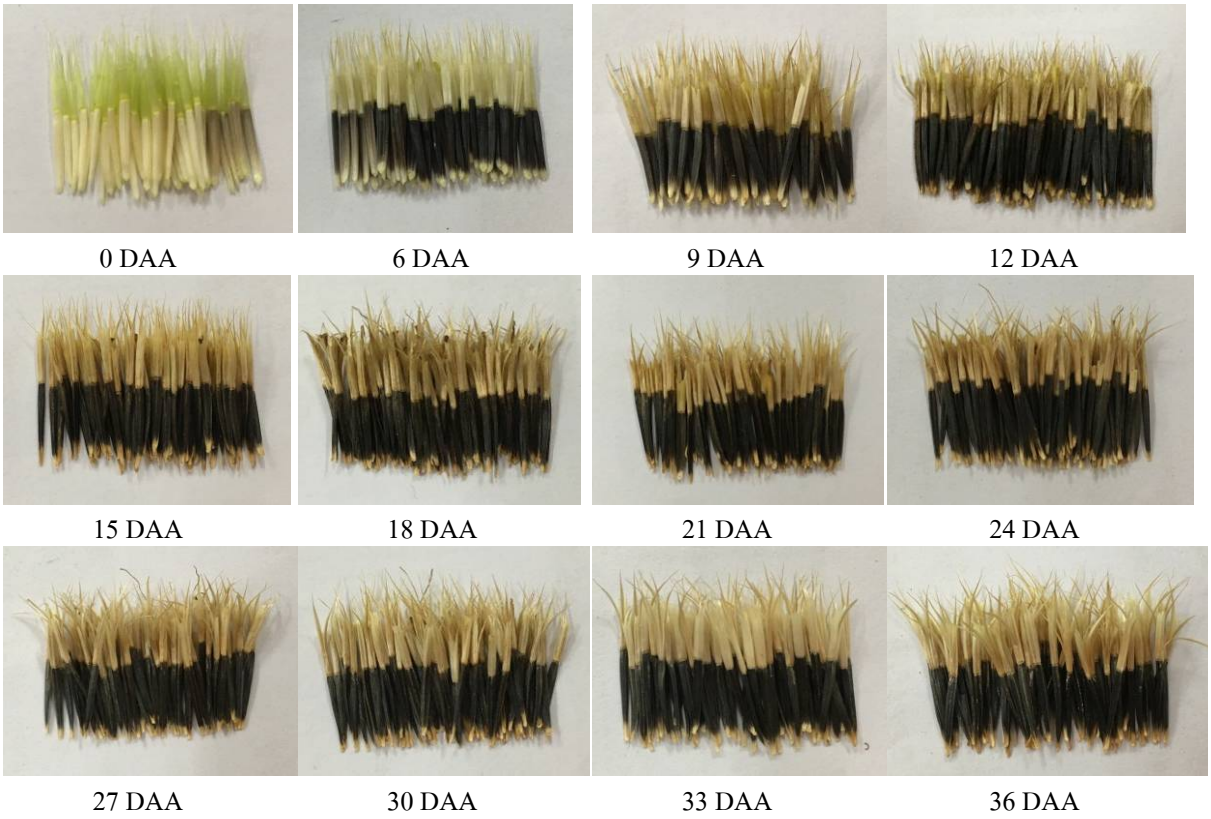


Fig. 2 Seed development of marigold cv. '112'

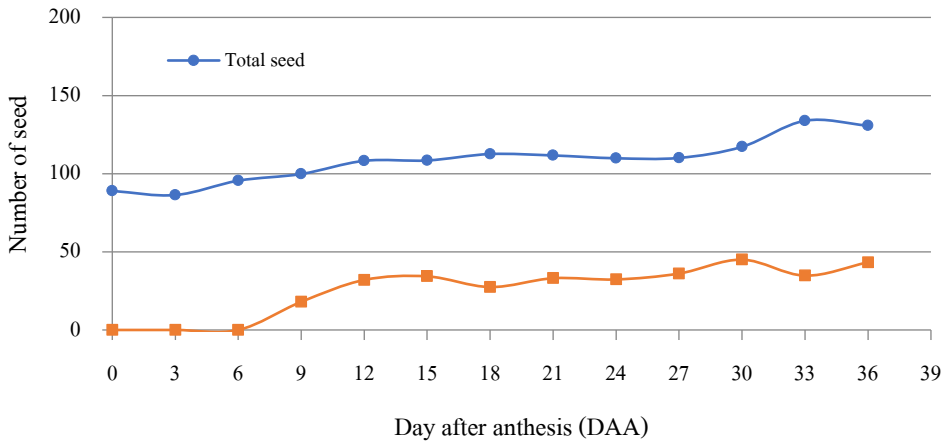


Fig. 3 Total seed and mature seed per flower of marigold cv. '112' at 36 DAA

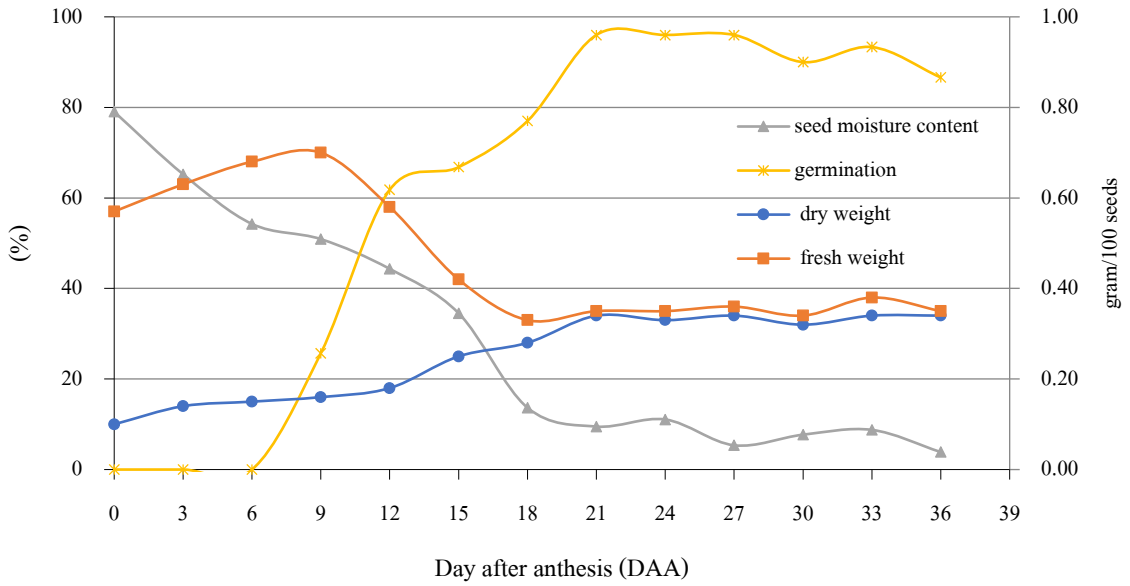


Fig. 4 Changes of fresh weight, dry weigh, seed moisture content and germination of marigold cv. '112' at 36 DAA

สรุป

ดาวเรืองเริ่มงอกเมื่อดอกมีอายุ 9 วันหลังดอกบาน และเมล็ดแก่ทางสรีรวิทยาเมื่อ 21 วันหลังดอกบาน โดยมีน้ำหนักเมล็ดแห้งสูงสุด 0.34 กรัม/100 เมล็ด และมีความงอกสูงสุด 96.0 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองพันธุ์ 112 คือ ที่อายุ 21 วันหลังดอกบาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณสุภัตรา เผื่อชาติ คุณศรัณญา ชุ่มชื่น จากสถาบันวิจัยพืชสวน และนางสาวนันทภรณ์ บุตรพรม เจ้าหน้าที่การเกษตร ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานทดลอง จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ. เอกสารคำแนะนำที่ 5/2560. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชนันดา ศรีบุญไทย และคณะ. 2559. พัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบแดง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 4: 333–341.

ธวัชชัย ทีฆชุณหเถียร. 2543. การพัฒนาของเมล็ดและระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์สุรนารี 1. ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยสุรนารี.

วัชราภรณ์ จันทบุตร, สุดสงวน เทียมไชสงค์. 2554. การศึกษาระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า. แก่นเกษตร 39 ฉบับพิเศษ 3: 342–347.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. ดาวเรือง: ปีเพาะปลูก 2561. http://production.doae.go.th/, 20 ธันวาคม 2563.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2563. ข้อมูลการส่งออกสินค้าเกษตร (พืช) ไปต่างประเทศ ปี 2562 ที่มีการขอออกใบรับรองสุขอนามัยพืช. กรมวิชาการเกษตร.

Manoj J.P., Gajbhiye R.P., Patil S., Bhute P.N. 2018. Yield and Quality of African marigold as Influenced by Different Varieties under Vidarbha Conditions. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. Special Issue: 1493–1498.

ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันด้วยปริมาณรังสีต่ำต่ออัตราการเกิดแคลลัสของ *Haworthia transiens*

Effect of low dose of acute gamma irradiation on rate of callus induction of *Haworthia transiens*

ปริญาเชษฐ ลักษณโสภณ[a], คทารัตน์ ชูศรีเอี่ยม[b], เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์[a,*]

Pariyachet Luksanasophon[a], Katarut Chusreeaeom[b], Shermarl Wongchaochant[a,*]

[a]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Applied Radiation and Isotopes, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrsmw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

Haworthia transiens เป็นพืชอวบน้ำที่ได้รับความนิยมปลูกเป็นไม้ประดับ นิยมขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการชำใบ การแยกหน่อ หรือการชำยอด ซึ่งใช้ระยะเวลานานในการเกิดยอดใหม่และได้จำนวนน้อย งานวิจัยนี้จึงใช้เทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันในปริมาณรังสีต่ำ เพื่อศึกษาผลจากการได้รับรังสีต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส โดยนำใบของ *H. transiens* ขนาด 2.5 เซนติเมตรในสภาพปลอดเชื้อ ไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสี 0 (ชุดควบคุม) และ 10 เกรย์ (Gy) เพาะเลี้ยงใบบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่มีน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร หลังจากได้รับรังสี 60 วัน พบว่าใบที่ได้รับปริมาณรังสี 10 Gy มีอัตราการเกิดแคลลัสเฉลี่ยเร็วกว่าชุดควบคุม 4.35 วัน มีการพัฒนาของแคลลัสเป็นหน่อใหม่จากใบที่ได้รับปริมาณรังสี 10 Gy จำนวนมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และรากของหน่อที่เกิดจากใบที่ได้รับปริมาณรังสี 10 Gy มีจำนวนรากเฉลี่ยน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การฉายรังสีแกมมา, การฉายรังสีที่ปริมาณรังสีต่ำ, การสร้างแคลลัส, ฮาโวเทีย

Abstract

Haworthia transiens is one of succulent plant, which often uses as an ornamental plant. Asexual propagation i.e., leaf cutting, offset division or shoot cutting is generally used for propagating this plant, though it takes time and less shoot number. Therefore, this research aimed to study the effects of using tissue culture technique gathering with low dose of acute gamma irradiation on callus induction. The 2.5 cm size leaves of *in vitro H. transiens* were acute gamma irradiated at dose 0 (control) and 10 Gy. The irradiated leaves were cultured on MS semi-solid media supplemented with sucrose 30 g/l for 60 days. The results showed that 10 Gy gamma irradiated leaves produced callus faster than control for 4.35 days. The inducing callus from 10 Gy gamma irradiated leaves was developed to new shoots with statistically significantly higher average number of new shoots than control. Average number of roots producing from new shoots deriving from 10 Gy gamma irradiated leaves was significantly less than control.

Keywords: callus induction, gamma irradiation, *Haworthia*, low dose-irradiation

คำนำ

ฮาโวเทีย (*Haworthia*) เป็นสกุลของพืชอวบน้ำขนาดเล็กถูกจัดจำแนกอยู่ในวงศ์ Asphodelaceae (APG IV, 2016) มีความหลากหลายทางชีวภาพมากถึง 74 ชนิด 123 พันธุ์ (POWO, 2019) กระจายพันธุ์อยู่ในทวีปแอฟริกาใต้แถบประเทศนามิเบีย ประเทศสวาซิแลนด์ และประเทศโมซัมบิกฮาโวเทียเป็นพืชที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพืชสกุล *Aloe*, *Gasteria*, *Kniphofia*, *Poellnitzia* และ *Astroloba* ฮาโวเทียเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และเป็นพืชหลายฤดู (perennial plant) (Bayer, 1982) ที่นิยมใช้เป็นไม้ประดับอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เนื่องจากฮาโวเทียสามารถปรับตัวได้ดีใน สภาวะแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น ความเข้มแสงสูง สภาพแห้งแล้ง สามารถปลูกเลี้ยงได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร อีกทั้งยังมีความหลากหลายของรูปทรงต้น สีสัน และลวดลายบนผิวใบ (Roberts, 2019)

Haworthia transiens (Poelln.) M. Hayashi หรือที่รู้จักอีกชื่อคือ *Haworthia cymbiformis* var. *transiens* (Poelln.) M.B.Bayer เป็นอีกหนึ่งชนิดที่เป็นที่นิยมในกลุ่มนักสะสมของพืชกลุ่มนี้เนื่องจากปลายใบโปร่งแสง มีลายบนผิวใบคล้ายตาข่ายซึ่งเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตช้าและได้จำนวนหน่อเกิดใหม่น้อย โดยการขยายพันธุ์ฮาโวเทียแบบดั้งเดิมสามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ โดยการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือ วิธีการเพาะเมล็ด ส่วนการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ คือ การชำใบ การชำราก การยกยอด การแยกหน่อจากต้นแม่ หรือแยกหน่อที่เจริญบนช่อดอก (Pilbeam, 1983) ซึ่งการขยายพันธุ์แบบดั้งเดิมนี้ใช้ระยะเวลานาน และได้จำนวนน้อย ดังนั้นปัจจุบันการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการเพิ่มจำนวนพืชสกุลนี้ เนื่องจากวิธีการนี้เป็นวิธีการที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถปลูกพืชได้ในทุกฤดูกาล สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ และสามารถผลิตพืชได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น โดยมีการใช้เทคนิคนี้กับพืชอวบน้ำสกุลต่าง ๆ เช่น *Kalanchoe* (Jaiswal and Sawhney, 2006), *Aloe* (Bairu et al., 2007), *Notocactus* (Seol et al., 2008), *Cotyledon* (Kumari et al., 2016), *Pelecyphora* (Badalamenti et al., 2016) และฮาโวเทียหลายชนิด เช่น *Haworthia turgida* (Liu et al., 2017), *H. retusa* (Kim et al., 2019) และ *H.* 'Sansenjyu' (*H. obtusa* × *H.comptoniana*) (Chen et al., 2019) โดยสามารถใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของฮาโวเทียได้ เช่น วงของเกสรเพศเมีย (gynoecium) (Mycock et al., 1997) ช่อดอก(inflorescences) (Pandey et al., 1979; Richwine et al., 1995) ตาดอก (flower buds) (Ogihara and Tsunewaki 1978; Sun et al.,1987) และใบ (leaves) (Wessels et al., 1976; Beyl and Sharma, 1983)

มีการศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators:;PGRs) ในการเพิ่มศักยภาพของการเพิ่มจำนวนฮาโวเทียหลายชนิด เช่น *Haworthia variegata*, *H. chloracantha*, *H. truncata* x *H. setata*, *H. atrofusca*, *H. angustifolia* var. *albensis*, *H. maughanii*, *H. turgida* var. *pallidifolia* และ *H. retusa* (Kaul และ Sabharwal, 1972) H. 'Sansenjyu' (H. obtusa × H.comptoniana) (Chen et al., 2019), Haworthia turgida (Liu et al., 2017) ทั้งนี้ยังมีการรายงานของ Kim et al. (2019) พบว่าการใช้ PGRs กลุ่ม auxin เช่น 2,4-D, IAA, IBA และ NAA กับ *H. retusa* ยังสามารถก่อให้เกิดความแปรผันทางสัณฐานวิทยาได้ เช่น เกิดใบสีเขียวอ่อน ใบด่างสีขาว ต้นด่างมีแถบใบด่างสีขาว ต้นด่างมีแถบใบด่างสีแดง

ปัจจุบันมีการนำรังสีมาใช้ในการชักนำให้เกิดแคลลัส และจำนวนยอดที่เพิ่มขึ้นในพืชหลายชนิดร่วมกับวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เช่น การศึกษาของ Valencia-Botín และคณะ (2020) โดยการนำ *Agave tequilana* ฉายรังสีที่ปริมาณ รังสี 10, 20 และ 30 Gy พบว่าการฉายรังสีแกมมาด้วยปริมาณรังสีต่ำ (10–20 Gy) ชักนำให้เกิดแคลลัสในทางกลับกันที่ปริมาณรังสีที่สูงขึ้น (30 Gy) พบว่ายับยั้งการชักนำให้เกิดแคลลัส ในพืชสกุลอื่น เช่น *Pisum*

sativum (Zaka et al., 2004) และ Moghaddam et al. (2011) พบว่าการฉายรังสีแกมมาด้วยปริมาณรังสีที่ต่ำใน *Centella asiatica* ยังมีผลต่อการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ และการเจริญและพัฒนาของ

Haworthia เกิดแคลลัสโดยกระบวนการเกิดและพัฒนาของเอมบริโอจากเซลล์ร่างกาย (somatic embryogenesis) ก่อนพัฒนาเป็นยอด (Kim et al., 2019) ปัจจุบันยังไม่มีการรายงานผลของรังสีแกมมาปริมาณต่ำต่อการเกิดแคลลัสของฮาโวเทีย จึงเป็นที่มาของงานวิจัยเพื่อศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันด้วยปริมาณรังสีต่ำในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของ *H. transiens*

อุปกรณ์และวิธีการ

การฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน

นำต้นฮาโวเทียที่เตรียมจาก clean culture อายุ 1 ปีไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ณ ศูนย์บริการฉายรังสี แกมมาและนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ ด้วยเครื่อง Mark-I Gamma irradiation โดยมี Cs-137 เป็นแหล่งกำเนิดรังสี ฉายรังสีแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสี 0 และ 10 Gy และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) โดยแบ่งออกเป็น 2 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 15 ซ้ำ (15 ขวด) โดยเพาะเลี้ยงชิ้นพืชในขวดขนาด 4 ออนซ์ 1 ขวด วางใบพืช 3 ใบ และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม Microsoft® Excel® 2019

หลังจากได้รับรังสีนำชิ้นส่วนพืชทั้งหมดมาตัดปลายใบออกเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสในการดูดซึมอาหารของพืชก่อนย้ายลงอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (Murashige and skoog, 1962) ที่มีน้ำตาลซูโครสปริมาณ 30 กรัมต่อลิตร และวุ้นผง (agar) ปริมาณ 8 กรัมต่อลิตร โดยปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช เพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ให้แสงเป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 60 วัน เพื่อดูผลของรังสีแกมมาต่อ *H. transiens* เก็บข้อมูลของระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแคลลัส จำนวนยอด จำนวนราก โดยเก็บข้อมูลเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 และ 60 วัน โดยไม่มีการเปลี่ยนขวดอาหารเพาะเลี้ยง

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่าใบ *H. transiens* ในรุ่น M_1V_1ที่ได้รับปริมาณรังสี 0 Gy ใช้ระยะเวลาในการสร้างแคลลัสเฉลี่ยอยู่ที่ 17.71 วัน และใบที่ได้รับปริมาณรังสี 10 Gy ในรุ่น M_1V_1 ใช้ระยะเวลาในการสร้างแคลลัสเฉลี่ยอยู่ที่ 13.36 วัน (Table 1) หลังจาก 60 วัน พบว่ามีการสร้างแคลลัสครบทุกใบในทุกซ้ำ

ผลของจำนวนยอดที่เกิดใหม่พบว่า ใบของชุดควบคุม มียอดเกิดใหม่จำนวนเฉลี่ย 3 ยอด และใบที่ฉายรังสีปริมาณ 10 Gy มียอดเกิดใหม่เฉลี่ยจำนวน 4.33 ยอด (Fig. 1) ซึ่งมีจำนวนเฉลี่ยของยอดใหม่มากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลของจำนวนรากเฉลี่ยพบว่าใบของชุดควบคุมมีจำนวนรากอยู่ที่ 2.4 ราก และใบที่ได้รับรังสีปริมาณ 10 Gy มีจำนวนรากเฉลี่ย 1.49 ราก ซึ่งจำนวนรากเฉลี่ยของใบที่ได้รับรังสีนั้นมีจำนวนน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

โดยปกติแล้วรังสีก่อไอออน เช่น รังสีแกมมานั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช โดยเป็นที่ทราบกันว่า หากฉายรังสีก่อไอออนด้วยปริมาณรังสีต่ำจะมีผลไปกระตุ้นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต

ของพืช การแบ่งเซลล์ และการเจริญเติบโตของพืช ในทางกลับกันที่การฉายรังสีแกมมาด้วยปริมาณรังสีสูง มีผลชักนำให้เกิดผลที่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่นเดียวกับการลดลงอย่างชัดเจนของผลผลิตและประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Dehgahi and Joniyasa, 2017) เมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมาที่ต่ำกับอัตราการสร้างแคลลัสของ *H. transiens* พบว่าปริมาณรังสีที่ต่ำ (10 Gy) กระตุ้นให้ใบพืชสร้างแคลลัสเร็วขึ้น 4.35 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบผลของจำนวนหน่อใหม่ที่เกิดขึ้น พบว่าใบของ *H. transiens* ที่ได้รับรังสีที่ปริมาณ 10 Gy มีจำนวนหน่อที่เกิดขึ้นมากกว่าชุดควบคุม 1.33 หน่อ ซึ่งสอดคล้องกันกับ Valencia-Botín et al. (2020) ใช้ปริมาณรังสีต่ำ (10 และ20 Gy) ในการฉายรังสีให้กับต้น *Agave tequilana* พบว่าเกิดการชักนำให้เกิดแคลลัสอย่างมีนัยสำคัญ Kapare et al. (2017) ใช้ปริมาณรังสีต่ำ 10 Gy ในการฉายรังสีให้กับ *Sesuvium portulacastrum* พบว่าเปอร์เซ็นต์ยอดที่เกิดใหม่สูงกว่าชุดควบคุม 70 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งผลการทดลองนี้ยังสนับสนุน Sakr et al. (2013) ที่กล่าวว่าการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่ำนั้นเพิ่มจำนวนยอดใน *Dracaena surculose* และ สอดคล้องกับการรายงานของ Hasbullah et al. (2012) ที่กล่าวว่าผลของรังสีแกมมาต่อการเกิดยอดใหม่ภายหลังจากการฉายรังสีของ *Gerbera jamesonii* พบว่าจำนวนหน่อลดลงอย่างมากเมื่อพืชถูกฉายรังสีที่ปริมาณรังสีสูง ในขณะที่ปริมาณรังสีต่ำนั้นมีผลกระตุ้นให้เกิดการสร้างหน่อใหม่เฉลี่ย 6.6 หน่อ อีกทั้งการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่ำใน *Cucumis melo* นั้นมีประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดยอดในกระบวนการการเพิ่มจำนวนยอด ในขณะที่ปริมาณรังสีที่สูงมีผลในการลดการสร้างยอดใหม่ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าพืชมีความไวต่อรังสีแกมมา (Venkateshwarlu, 2008) แม้ว่าในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิดจะมีการฉายรังสีที่ปริมาณแตกต่างกัน Kumari et al. (2013) รายงานว่า จำนวนของการเกิดยอดใหม่นั้นลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีการเพิ่มปริมาณรังสีแกมมา และหน่อที่เจริญพัฒนาขึ้นมาได้นั้นมีขนาดเล็ก แข็งแรงน้อยกว่าและมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าชุดควบคุม

Table 1 Period of callus formation, shoot and root number of M_1V_1 of *H. transiens* explants after culturing for 60 days

Gamma irradiation doses (Gy)	Number of date for callus formation (day)	Average shoot number (cm)	Average root number (cm)
0 (control)	17.71 ± 4.03	3.00 ± 1.17	2.40 ± 1.08
10 Gy	13.36 ± 1.95	4.33 ± 1.64	1.49 ± 0.63
T-test	*	*	*
C.V. (%)	19.25	38.26	43.89

*Mean values superscripted with different uppercase superscripts within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) between time points; different lowercase superscripts within each row indicate significant differences ($p < 0.05$) between treatments

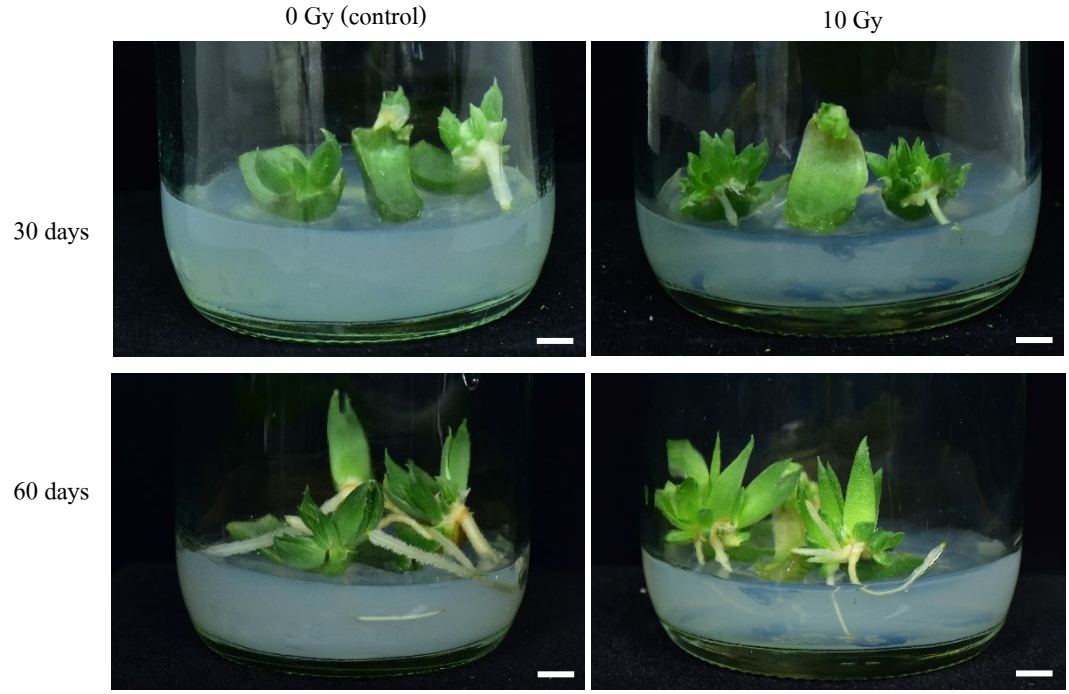


Fig. 1 Plantlet formation of *H. transiens* after 0 Gy and 10 Gy gamma irradiation and culturing for 30 days and 60 days. Scale bar: 0.5 cm

สรุป

ใบที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 10 Gy มีอัตราการเกิดแคลลัสเฉลี่ยเร็วกว่าชุดควบคุม 4.35 วัน มีการพัฒนาหน่อใหม่จากใบที่ได้รับปริมาณรังสี 10 Gy โดยมีจำนวนหน่อ 4.33 หน่อ ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีจำนวนหน่อ 3 หน่อ และรากของใบที่ได้รับรังสี 10 Gy มีจำนวน 1.49 ราก ซึ่งน้อยกว่าจำนวนรากของชุดควบคุมซึ่งมี 2.4 ราก ดังนั้นหากต้องการชักนำให้ *H. transiens* เกิดแคลลัสเร็วขึ้นและจำนวนยอดมากขึ้น ควรฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 10 Gy

เอกสารอ้างอิง

Badalamenti, O., Carra, A., Oddo, E., Carimi, F., Sajeva, M. 2016. Is *in vitro* micrografting a possible valid alternative to traditional micropropagation in Cactaceae? *Pelecyphora aselliformis* as a case study. Springerplus 5:1–4.

Bairu, M.W., Stirk W.A., Dolezal K., Staden, V.J. 2007. Optimizing the micropropagation protocol for the endangered *Aloe polyphylla*: Can *meta*-topolin and its derivatives serve as replacement for benzyladenine and zeatin?. Plant. Cell. Tiss. Org. 90: 15–23.

Bayer, B. 1982. The new *Haworthia* handbook. ThriftBooks-Chicago. Aurora, IL, USA.

Beyl, C.A., Sharma, G.C. 1983. Picloram induced somatic embryogenesis in *Gasteria* and *Haworthia*. Plant. Cell. Tiss. Org. 2: 23–132.

Byng, W.J., Chase, M.W., Christenhusz, et al. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Bot. J. Linn. Soc. 181: 1–20.

Chen, Y.M., Huang, J.Z., Hou, T.W., Pan, I.C. 2019. Effects of light intensity and plant growth regulators on callus proliferation and shoot regeneration in the ornamental succulent *Haworthia*. Bot. Stud. 60:1–8.

Dehgahi, R., Joniyasa, A. 2017. Gamma irradiation-induced variation in *Dendrobium Sonia*-28 orchid protocorm- like bodies (PLBs). Fungal Genom Biol. 7: 1–11.

Valencia-Botín, A.J., Espino, A.A., Serrano, C.R., Calleros, G.V., Barrios, E.P., Guzmán, E.R. 2020. Indirect somatic embryogenesis on mutants of *Agave tequilana* Weber cultivar Blue induced with CO^{60} gamma rays. Tropical and Subtropical Agroecosystems 23: 1–9.

Hasbullah, N.A., Taha, R.M., Saleh, A., Mahmad, N. 2012. Irradiation effect on in vitro organogenesis, callus growth and plantlet development of *Gerbera jamesonii*. Hortic. Bras. 30: 252–257.

Jaiswal, S., Sawhney, S. 2006. Modulation of TDZ-induced morphogenetic responses by anti-auxin TIBA in bud-bearing foliar explants of *Kalanchoe pinnata*. Plant. Cell. Tiss. Org. 86: 69–76.

Kapare, V., Satdive, R., Fulzele, D.P., Malpathak, N. 2017. Impact of gamma irradiation induced variation in cell growth and phytoecdysteroid production in *Sesuvium portulacastrum*. J. Plant. Growth. Regul. 36: 919–930.

Kaul, K., Sabharwal, P.S. 1972. Morphogenetic studies on *Haworthia*: Establishment of tissue culture and control of differentiation. Am. J. Bot. 59: 377–385.

Kim, D.H., Kang, K.W., Sivanesan, I. 2019. Influence of auxins on somatic embryogenesis in *Haworthia retusa* Duval. Biologia 74: 25–33.

Kumari, A., Baskaran P., Staden V.J. 2016. *In vitro* propagation and antibacterial activity in *Cotyledon orbiculata*: a valuable medicinal plant. Plant. Cell. Tiss. Org. 124: 97–104.

Kumari, V., Chaudhary, H.K., Prasad, R., Kumar, A., Jambhulkar, S., Sharma, S. 2013. Effect of gamma radiations on *in vitro* regeneration in *Brassica carinata* A. Braun. Int. J. Sci. Res. Publ. 3: 1–6.

Liu, B., Fang, H., Meng, C., Chen, M., Chai, Q., Zhang, K., Liu, S. 2017. Establishment of a rapid and efficient micropropagation system for succulent plant *Haworthia turgida* Haw. HortScience 52: 1278–1282.

Moghaddam, S.S., Jaafar, H., Ibrahim, R., Rahmat, A., Aziz, M.A., Philip, E. 2011. Effects of acute gamma irradiation on physiological traits and flavonoid accumulation of *Centella asiatica*. Molecules 16: 4994–5007.

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

Mycock, D.J., Watt, M.P., Hannweg, K.F., Naicker, K., Makwarela, M., Berjak, P. 1997. Somatic embryogenesis of two indigenous South African *Haworthia* spp. (*H. limifolia* and *H. koelmaniorum*). S. Afr. J. Bot. 63: 345–350.

Ogihara, Y., Tsunewaki, K. 1978. Tissue culture in *Haworthia* I. effects of auxins and kinetin on callus growth. Bot. Mag. Tokyo. 91: 83–91.

Pandey, K.N., Sabharwal, P.S., Calkins, J. 1979. Effects of ionizing radiation (60 Co gamma rays) on growth and morphogenesis of *Haworthia mirabilis*, haw. Callus tissue. In vitro 15: 246–251.

Pilbeam, J. 1983. Haworthia and Astroloba: A collector's guide B.T. Batsford, London, UK.

Richwine, A.M., Tipton, J.L., Thompson, G.A. 1995. Establishment of *Aloe*, *Gasteria* and *Haworthia* shoot cultures from inflorescence explants. HortScience 30: 1443–1444.

Plants of the World Online (POWO). 2019. Haworthia. http://www.plantsoftheworldonline.org/?q= haworthia, 22 March 2021.

Roberts, T. 2020. The Haworthia society. https://www.haworthia.org/, 12 December 2020.

Sakr, S.S., El-Khateeb, M.A., Taha, H.S., Esmail, S.A. 2013. Effects of gamma irradiation on in vitro growth, chemical composition and anatomical structure of *Dracaena surculosa* (L.). J. Appl. Sci. Res. 9: 3795–3801.

Seol, E., Jung Y., Lee J., Cho C., Kim T., Rhee Y., Lee S. 2008. In planta transformation of *Notocactus scopa* cv. Soonjung by *Agrobacterium tumefaciens*. Plant. Cell. Rep. 27: 1197–1206.

Sun, Y., Heil, B.M., Kahl, G., Kohlenbach, H.W. 1987. Plant regeneration from protoplasts of the monocotyledonous *Haworthia magnifica* v. Poelln. Plant. Cell. Tiss. Org. 8: 91–100.

Venkateshwarlu, M. 2008. Effect of gamma rays on different explants of callus treatment of multiple shoots in *Cucumis melo* cv. Bathasa. J. Environ. Biol. 29: 789–792.

Wessels, D.C., Groenewald, E.G., Koeleman, A. 1976. Callus formation and subsequent shoot and root development from leaf tissue of *Haworthia planifolia* cf. var. *setulifera* v. Poelln. Z. Pflanzenphysiol. 78: 141–145.

Zaka, R., Chenal, C., Misset, M.T. 2004. Effects of low doses of short-term gamma irradiation on growth and development through two generations of *Pisum sativum*. Sci. Total. Environ. 320: 121– 129.

โอกาสการพบสารพิษตกค้างในเปลือกและเนื้อของทุเรียนในจังหวัดชุมพร

The opportunity of pesticide residue in peel and flesh of durian from Chumphon Province

ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล[a,b,*], พิสุทธิ์ เขียวมณี[a], รัติยา พงศ์พิสุทธา[a], สรรเสริญ รังสุวรรณ[a], สัณฐิติ บินคาเดอร์[a], วีระวัฒน์ จิระวงศ์[c], วีระพันธ์ จิตตวงศ์ชวลิต[c]

Chainarong Rattanakreetakul[a,b,*], Pisut Keawmanee[a], Ratiya Pongpisutta[a], Sansern Rangsuwan[a], Santiti Bincader[a], Veerawat Jirawongse[c], Veerapan Jittawongchawalit[c]

[a]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[b]ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานสินค้าเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

[c]สมาคมชาวสวนผลไม้จังหวัดชุมพร ชุมพร 86130

[a]Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[b] Research and Development of Agricultural Standard, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[c]Chumphon Fruit Growers Association, Chumphon 86130, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrcnr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้สารเคมีเพื่อควบคุมศัตรูพืชเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงได้ยาก และส่งผลให้พบสารพิษตกค้างตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 พ.ศ. 2560 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง จากการตรวจสารพิษตกค้างในทุเรียน ทำการสกัดสารพิษตกค้างด้วยวิธี QuEChERS และตรวจสอบสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง Gas chromatography mass spectrometry เทียบผลสารพิษตกค้างจำนวน 116 พารามิเตอร์ ผลการวิเคราะห์ทุเรียนแบบแยกระหว่างเปลือกและเนื้อ พบสารพิษตกค้างที่เกินค่าในเปลือกของทุเรียนชนิด cypermethrin 2 ตัวอย่าง (1.23 และ 2.62 ppm) และ fipronil 1 ตัวอย่าง (0.045 ppm) จากเกณฑ์ 1 ppm และ 0.005 ppm สำหรับเนื้อของทุเรียนไม่พบสารตกค้าง โอกาสการตรวจพบสารพิษตกค้างที่สะสมบริเวณเปลือกมีมากกว่าที่พบบริเวณเนื้อของทุเรียน ทั้งนี้ทุเรียนที่พบสารตกค้างเกินมาจากสวนที่ใช้สารเคมีก่อนเก็บเกี่ยว 10 วัน และการพบสารตกค้างที่ต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดเป็นทุเรียนจากสวนที่งดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชแล้ว 25 วัน

คำสำคัญ: คุณภาพสินค้า, ทุเรียน, สารพิษตกค้าง

Abstract

Avoid pesticide spraying to crop is difficult, and it can cause a higher pesticide residue against the Ministry of Public Health Notification No. 387 B.E. 2560. In our works, durian fruit samples were collected from Chumphon province. QuEChERS was used for the extraction and clean-up process. Extractant was analyzed with Gas chromatography mass spectrometry for 116 pesticides residue detection. Result of durian residue analysis of rind and flesh showed two durian rind samples were found with cypermethrin (1.23 and 2.62 ppm) and one sample for fipronil (0.045 ppm) at over the limit of residue control on 1 ppm and 0.005 ppm, respectively. While the durian flesh samples showed lower or not detection of pesticide residue. Samples of higher residue were sought for the origin and found be collect from a field that apply the pesticide 10 days before harvest. The lower pesticide residue resulted from a longer pre-harvest interval after pesticide spraying for more than 25 days.

Keywords: durian, pesticide residue, product quality

คำนำ

คุณภาพของสินค้าเกษตรเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ตลาดสินค้าของประเทศไทย ยังคงเป็นที่ต้องการของคู่ค้า ทุเรียน เป็นไม้ผลสำคัญที่ประเทศไทยมีการจำหน่ายสู่ต่างประเทศ ทุเรียนเป็นผลไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่มไม้ผลเขตร้อน ประกอบไปด้วยพืชอื่น เช่น ฝรั่ง ลองกอง ทุเรียน เงาะ และมังคุด โดยพื้นฐานของทุเรียนซึ่งเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้น มีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี และมีการกระจายตัวของฝนดี นอกเหนือจากการใช้บริโภคในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งออกทำรายได้มูลค่าสูงให้กับประเทศ โดยในปี 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกทุเรียนรวม 937,607 ไร่ ให้ผลผลิต 724,730 ไร่ มีผลผลิตรวม 1,017,097 ตัน ประมาณการผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 1,403 กิโลกรัม/ไร่ พื้นที่ที่มีการปลูกทุเรียนมากที่สุดในภาคใต้ รองลงมา คือ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคกลาง แต่พื้นที่ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงที่สุด คือ ภาคตะวันออก รองลงมาคือ ภาคใต้ (กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก, 2563)

ตลาดทุเรียนเป็นตลาดผลไม้ขนาดใหญ่ ปัญหาที่พบในการจำหน่าย ได้แก่ คุณภาพความสุกแก่ของผลที่ส่งผลต่อคุณภาพกับลูกค้า การพบปัญหาแมลงศัตรูพืชที่ติดไปกับผลผลิตชนิด เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย รวมถึง หนอนเจาะเมล็ด การเกิดโรคในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว และรวมไปถึงโอกาสการปนเปื้อนจากสารตกค้างในผลผลิต สภาพการแข่งขันในการจำหน่ายทุเรียนไปยังประเทศจีนค่อนข้างสูง โดยการส่งออกของทุเรียน อาจต้องเผชิญกับคู่แข่งที่เพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากเมื่อเดือนพฤษภาคม 2562 ทางประเทศจีนได้อนุมัติการนำเข้าทุเรียนพันธุ์มูซังคิง (Musan King) ในรูปการส่งออกทุเรียนแช่แข็งแบบมีเปลือกทั้งลูกจากมาเลเซียได้ ในขณะที่เวียดนาม และฟิลิปปินส์ยังไม่ได้รับอนุมัติจากจีน แต่มีรายงานว่า แหล่งปลูกทุเรียนในฟิลิปปินส์ เมืองดาเวา (Davao) ได้เพิ่มพื้นที่ปลูกทุเรียน ดังนั้นการพัฒนาเรื่องคุณภาพผลผลิตจึงเป็นเรื่องที่ประเทศไทยพึงระวัง (กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก, 2563)

ทั้งนี้สอดคล้องกับการแจ้งของทางภาครัฐ นายชลธี นุ่มหนู ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จันทบุรี (สวพ.6) กรมวิชาการเกษตร กล่าวว่า ปัจจุบันสาธารณรัฐประชาชนจีนได้เพิ่มความเข้มงวดในการตรวจสอบการนำเข้าผลไม้สดไทย 5 ชนิด คือ ทุเรียน มังคุด ลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วงมากขึ้น พร้อมกำชับให้ทางการไทยปฏิบัติ พิธีสารว่าด้วยข้อกำหนดการตรวจสอบและกักกันโรคสำหรับผลไม้เมืองร้อนส่งออกไปจีนต้องเข้มงวดในการขึ้นทะเบียนและได้รับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร (GAP) และโรงคัดบรรจุต้องผ่านมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) มากขึ้น (ฐานเศรษฐกิจ, 2563)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานสินค้าเกษตร ร่วมมือกับภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน ได้เล็งเห็นความสำคัญในการติดตามปัญหาการใช้สารเคมี และการจัดการคุณภาพผลผลิตทุเรียน จึงได้ร่วมมือกับสมาคมชาวสวนผลไม้จังหวัดชุมพร ในการศึกษาโอกาสของการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในทุเรียนที่นำออกมาจำหน่าย เพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานในการนำไปจัดการในระบบควบคุมคุณภาพทุเรียน

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกแปลงเป้าหมาย

ประสานงานกับสมาคมชาวสวนผลไม้จังหวัดชุมพร เพื่อติดตามข้อมูลการปฏิบัติของสมาชิกในพื้นที่ปลูกจังหวัดชุมพร และสุ่มตรวจผลผลิตทุเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานการจัดการของระบบ ทำให้ทราบความเสี่ยงในผลิตผล โดยคัดเลือกผลผลิตจากแปลงที่ผ่านการขอระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร (GAP) และไม่มีการขอระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร (GAP) โดยเลือกจากแปลงที่มีการติดผลทุเรียนระยะเดียว และแปลงที่ติดผลหลายระยะในแปลง ก่อนการเก็บตัวอย่างได้สอบถามข้อมูลการจัดการพ่นสารเคมี เพื่อนำข้อมูลการปฏิบัติของเกษตรกรและข้อมูลสารตกค้างมาเปรียบเทียบกัน

การเก็บตัวอย่างทุเรียนจากแปลง เพื่อนำมาวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

นำตัวอย่างบรรจุในถุงพลาสติกระบุรายละเอียดและส่งห้องปฏิบัติการ โดยทางห้องปฏิบัติการทำชักตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน มกษ. 9025-2551 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551) การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ประยุกต์ใช้วิธีสกัดแบบ QuEChERS ด้วย EN 15662 method (Anastassiades *et al*., 2003) ทำการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำนวน 116 ชนิด โดยใช้เครื่อง Gas chromatograph mass spectrometry เตรียมตัวอย่างโดย แยกตัวอย่างทุเรียนเป็นส่วนของเปลือกและเนื้อพร้อมเมล็ด นำตัวอย่างมาหั่นและบดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม acetonitrile 10 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้ว เขย่านาน 1 นาที เติม QuEChERS extract pouch, EN Method (Agilent Technology, USA) เขย่านาน 1 นาที หลังจากผสมกันดีแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที จากนั้นดูด ส่วนใสด้านบน 6 มิลลิลิตร ใส่ลงใน dispersive 15 mL, Hight Pigment (Agilent Technology, USA) เขย่านาน 1 นาที ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที จากนั้นของเหลวส่วนบนไประเหยให้เหยด้วย N_2-evaporator และละลายกลับด้วย acetone:ethyl acetate:cyclohexane (2:1:1) และนำไปตรวจวิคราะห์ด้วยเครื่อง Gas chromatograph mass spectrometry รุ่น Agilent 7000D Triple Quadrupole Mass Spectrometer (Agilent Technology, USA) ทำการตรวจสอบสารพิษตกค้างโดยใช้ GC/MS/MS multiple reaction monitoring (MRM) ที่เทียบสัญญาณโครมาโทแกรมการแตกตัวของมวลหลักเทียบกับมวลหลักของสารมาตรฐานที่กำหนด เพื่อกำหนดการติดตามชนิดของสารและเทียบความเข้มของสัญญาณแปรผลเป็นปริมาณสารพิษตกค้างที่พบ ก่อนนำไปคำนวณกับค่าสัดส่วนการสกัดได้จากตัวอย่าง แล้วจึงสรุปค่าออกมาเป็นปริมาณสารพิษตกค้างที่พบ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อไปเทียบกับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRL) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 พ.ศ. 2560 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง (ราชกิจจานุเบกษา, 2560)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อให้ผู้บริโภคได้ทราบถึง โอกาสการตรวจพบสารตกค้างในทุเรียน และเพื่อเตรียมรับมือความเข้มงวดของการตรวจสอบด้านคุณภาพสารพิษตกค้างจากประเทศลูกค้าของทุเรียนที่ส่งออก จากความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดย

ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานสินค้าเกษตร และภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน ในการดำเนินการร่วมกับสมาคมชาวสวนผลไม้จังหวัดชุมพร ที่ได้มีความร่วมมือในการให้ความรู้ในการจัดการผลผลิตทุเรียนและการปรับตัวตามระบบมาตรฐานเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ตั้งแต่ปี 2561 เป็นต้นมา การตรวจสอบผลผลิตทุเรียนในครั้งนี้ เพื่อเป็นการประเมินสถานการณ์และการเตรียมการปรับตัวในนโยบายการค้าที่เข้มข้นขึ้น

Table 1 Raw data of pesticide residues (ppm) from peel and flesh of durian sample harvested from different orchard management. The data output received from GC/MS/MS which was referred to pesticide content in the extraction sample

Pesticide type	Non GAP orchard				With GAP orchard					
	One fruit stage		Multi fruit stage		One fruit stage		One fruit stage		Multi fruit stage	
	20 DAS*		10 DAS*		15 DAS*		25 DAS*		10 DAS*	
	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh
Bifenthrin	0.002	0.007	0.004	0.008	0.005	0.002	0.005	0.009	0.004	0.010
Chloroneb	0.027	0.019	0.032	0.037	0.045	0.035	0.042	0.074	0.017	0.035
Cyfluthrin	-	0.001	0.014	0.005	-	-	-	0.005	0.379	0.008
Cypermethrin	0.014	0.002	2.621	0.018	-	0.002	0.003	0.003	1.230	0.011
Fipronil	-	-	0.045	-	-	-	-	-	0.009	-
Flusilazole	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-
Flutriafol	-	0.058	-	-	0.001	0.211	0.004	0.097	-	0.439
Isazofos	-	-	-	-	-	0.002	-	0.002	-	-
Lambda-cyhalothrin	-	-	0.008	-	-	-	-	-	-	-
Malathion	-	0.033	0.004	-	-	-		0.036		0.010
Metalaxyl	0.140	-	0.153	0.002	0.228	0.020	-	-	-	-
Permethrin	0.002	0.022	0.011	0.022	0.011	0.005	0.013	0.026	0.003	0.032
Prochloraz	0.341	0.351	-	0.354	-	0.248	-	0.294	-	-
Procymidone	0.002	-	-	-	-	-	-	-	0.004	-
Propisochlor	-	-	-	-	0.002	-	-	-	-	-
Prothiofos	-	0.004	-	0.148	0.001	0.015	0.006	0.004	-	0.001
Pyridaben	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-
Quinalphos	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	0.003
Tebuconazole	-	-	-	-	-	-	0.007	-	-	-
Tetradifon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001
Tetramethrin	-	0.002	0.002	0.003	0.005	0.004	-	-	-	-
Triadimenol	-	0.003	-	0.021	-	-	-	0.007	-	0.017
Triazophos	-	-	0.407	-	-	-	0.053	-	-	-

*Days after spray

จากผลการตรวจสอบการตกค้างโดยใช้วิธีสกัดแบบ QuEChERS และตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างโดยการจดจำมวลของสารกำจัดศัตรูพืชหลักเมื่อเกิดการแตกตัวหรือการตรวจสอบค่า MRM (Multiple Reaction Monitoring) วิธีนี้ทำให้มีโอกาสตรวจพบสารตกค้างของสารกำจัดแมลงจำนวนหลายชนิดได้จากการฉีดตรวจสอบเพียงครั้งเดียว เมื่อพิจารณาข้อมูลจาก Table 1 พบว่าเครื่องมือการตรวจวิเคราะห์ชนิด GC/MS/MS ได้จำแนกการตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างได้หลายชนิดดังที่กล่าวไว้ใน Table 1 ซึ่งมีโอกาสพบการตกค้างของสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ชนิด malathion, prothiofos และสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ ชนิด tetramethrin, bifenthrin, cyfluthrin และ cypermethrin สำหรับสารกำจัดโรคพืชที่พบในหลายตัวอย่างได้แก่ chloroneb, metalaxyl และ prochloraz ในผลผลิตทุเรียนจากทุกพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามในการสรุปผลของสารดังกล่าวดังข้อมูลการวิเคราะห์ Table 1 จำเป็นที่ผู้วิจัยต้องพิจารณาข้อมูลความเหมือนหรือต่างของการแตกตัวจากสารตกค้างแต่ละชนิดอีกครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิด ทั้งนี้ข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุเรียนได้แสดงไว้ใน Table 2

Table 2 Analytical report of pesticide residues after compare to food regulations notification No. 387, 2017

Pesticide type (MRL in durian)	Non GAP orchard				With GAP orchard					
	One fruit stage		Multi fruit stage		One fruit stage		One fruit stage		Multi fruit stage	
	20 DAS*		10 DAS*		15 DAS*		25 DAS*		10 DAS*	
	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh
Cyfluthrin (MRL 0.02 ppm)	ND	ND	0.014	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cypermethrin (MRL 1.0 ppm)	0.014	ND	2.621	0.018	ND	ND	ND	ND	1.230	0.011
Fipronil (MRL 0.005 ppm)	ND	ND	0.045	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lambda-cyhalothrin (MRL 0.5 ppm)	ND	ND	0.008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metalaxyl (MRL 0.5 ppm)	0.140	ND	0.153	0.002	0.230	0.020	ND	ND	ND	ND

*: Days after spray

ND: non detect or lower than limit of quantification (LOQ)

ข้อมูลการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุเรียนที่แสดงใน Table 2 พบว่าเปลือกของทุเรียนมีโอกาสพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างได้มากกว่าส่วนของเนื้อทุเรียนจากผลทุเรียนเดียวกัน โดยพบว่าสารกำจัดโรคพืช metalaxyl มีโอกาสตรวจพบได้บ่อยครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีการใช้ metalaxyl อยู่เสมอในพื้นที่เพื่อการควบคุมโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ทำให้มีโอกาสตรวจพบสารดังกล่าว

ได้โดยการตกค้างพบที่เปลือกของทุเรียนมากกว่าส่วนของเนื้อ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสารตกค้างที่พบไม่เกินค่า MRL (maximum residue limit) ที่ประกาศโดยกระทรวงสาธารณสุข

สำหรับสารที่พบตกค้างในทุเรียนรองลงมาได้แก่ cypermethrin ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลง มีการพบได้มากในบริเวณเปลือกเช่นเดียวกับสาร metalaxyl แต่ปริมาณสารตกค้างที่พบของ cypermethrin ในส่วนของเปลือกมีการตรวจพบเกินค่าความปลอดภัยที่กฎหมายกำหนด สำหรับบริเวณเนื้อผลพบ cypermethrin ในปริมาณที่น้อยกว่าที่กฎหมายกำหนด สำหรับการตรวจพบ cypermethrin ที่ตกค้างเกินค่าเป็นตัวอย่างทุเรียนที่มีการเว้นระยะปลอดภัยประมาณ 10 วัน หากพิจารณาจากข้อมูลของคณะกรรมการพิจารณาสารพิษตกค้าง (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues) ของ FAO/WHO (FAO, 2008; FAO and WHO, 2010) พบว่า ในทุเรียนมีการกำหนดค่าการเว้นระยะปลอดภัยหลังการเก็บเกี่ยวของ cypermethrin ไว้ที่ 14 วัน

สารที่มีโอกาสพบการตกค้างต่ำ ได้แก่ cyfluthrin และ lambda-cyhalothrin ที่พบเพียงหนึ่งครั้งจากตัวอย่างที่สุ่มเดียวกัน คือจากเปลือกทุเรียนที่มีการเว้นระยะปลอดภัยจากสารเคมีน้อยเพียง 10 วัน โดยการตกค้างที่พบไม่เกินค่าความปลอดภัย จากการติดตามชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชที่เกษตรกรใช้ พบว่าสารหลายชนิดยังไม่ได้กำหนดค่าการเว้นระยะปลอดภัยหลังการเก็บเกี่ยวให้เกษตรกรทราบ นอกจากนี้ในตัวอย่างเดียวกันยังตรวจพบสารกำจัดแมลง fipronil ในระดับที่เกินค่าความปลอดภัย ถึงแม้การพบ fipronil ในทุเรียนมีปริมาณที่ต่ำ แต่เนื่องจาก fipronil ในทุเรียนไม่ได้มีการกำหนดค่า MRL โดยตรง แต่เป็นการกำหนดโดยใช้ค่าต่ำสุดที่พึงตรวจพบหรือ default limit แทนจึงทำให้มีค่าน้อยมากในระดับ 0.005 ppm

จากวิธีการตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าสามารถตรวจพบสารตกค้างในผลผลิตที่ส่งจำหน่ายได้ในระดับต่ำอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการตรวจขึ้นอยู่กับวิธีการที่เลือกใช้ตรวจและวิธีการสกัดสารตกค้างออกจากตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้การใช้ลักษณะตรวจสอบโดยติดตามรูปแบบการแตกตัวและมวลสารเป้าหมายทำให้เห็นได้ว่ามีสารตกค้างอยู่หลายชนิดในตัวอย่าง เพียงแต่ความเข้มข้นที่ตรวจพบอยู่ในระดับต่ำ อย่างไรก็ตามการจัดตารางการพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตมีโอกาสเป็นอย่างมากในการทำให้ผลผลิตเกษตรลดคุณภาพลงอันเนื่องมาจากการตรวจพบสารตกค้าง ทั้งนี้เนื่องจากสารตกค้างสามารถพบได้ในทุกระยะแต่ปริมาณสารตกค้างจะแปรเปลี่ยนไปตามระยะเวลา การตรวจสอบสารตกค้างในผลผลิตเกษตรได้มีการดำเนินการมาเป็นระยะโดยหน่วยวิจัยที่สังกัดสถาบันการศึกษา หน่วยงานอิสระ และหน่วยงานราชการที่รับผิดชอบการตกค้างของสารพิษตกค้างในผลผลิตมีรายงานเมื่อเกิดเหตุปนเปื้อนในปริมาณสูง หรือจากกรณีองค์กรอิสระภาคเอกชนเช่น เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (2563) ที่ได้ตรวจติดตามเพื่อประเมินสภาพความเสี่ยงให้ผู้บริโภคได้รับทราบ และมีรายงานให้สาธารณชนทราบอย่างต่อเนื่อง

สำหรับคุณภาพของทุเรียนด้านการตรวจพบสารตกค้างพบว่างานวิจัยของ Wanwimolruk et al. (2015) ได้รายงานถึงความปลอดภัยในการบริโภคทุเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์สารตกค้างดังกล่าวเมื่อเทียบกับผลงานวิจัยนี้มีผลการตรวจพบไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากวิธีการตรวจสอบมาตรฐานได้มีการตรวจทุเรียนทั้งเปลือกและเนื้อผลรวมกัน การตรวจพบสารตกค้างที่พบในเปลือกมากกว่าเนื้อผลนับเป็นสิ่งสำคัญที่บ่งบอกสภาพสภาพการจัดการผลผลิตเกษตร จากผลของการศึกษาโดย Holland et al. (1994); Rawn et al. (2008); Ahmed et al. (2011) ที่พบโอกาสการปนเปื้อนของผลไม้ได้ทั้งผล แต่พบว่าผลไม้ที่ต้องปอกเปลือกรับประทาน เช่น อะโวคาโด กล้วย ส้ม กีวี มะม่วง และสับปะรด สามารถลดสารตกค้างไปสู่ผู้บริโภคได้ เนื่องจากไม่สามารถตรวจได้พบในเนื้อผล แต่สาร

กำจัดศัตรูพืชสามารถตกค้างได้ที่เปลือกแทน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารตกค้างที่เกษตรกรใช้สะสมอยู่ที่ผิวมากกว่าส่วนของเนื้อผล ดังนั้นการกำหนดค่าของสารตกค้างแบบทั้งผลสามารถเปลี่ยนแปลงกฎเกณฑ์ ในการกำหนดค่าความปลอดภัยในอาหารได้หากสามารถนำเสนอข้อเท็จจริงในความปลอดภัยของเนื้อผล

การตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชที่พบเกินค่ามาตรฐานมีโอกาสเกิดได้ เนื่องจากการเว้นระยะหลังการเก็บเกี่ยว (pre harvest interval; PHI) ของเกษตรกร และการจัดการผลผลิตบนต้นที่มีผลหลายระยะที่มีโอกาสเสี่ยงในการตรวจพบสารตกค้างมากกว่าเมื่อเทียบกับการไว้ผลเพียงระยะเดียว ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรต้องมีการดูแลผลผลิตอย่างต่อเนื่องในรุ่นถัดมา ทำให้การจัดการเว้นระยะปลอดภัยหลังการเก็บเกี่ยวยังไม่เพียงพอ สภาพการจัดการผลผลิตนับว่ามีผลอย่างสูงต่อการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้จากข้อมูลวิจัยพบว่าการเว้นระยะสารเคมีในแปลงเพิ่มขึ้นมีส่วนช่วยในการลดการตกค้างในผลผลิตได้ เช่น ในตัวอย่างที่เว้นระยะปลอดจากสารเคมีเป็นเวลา 20 หรือ 25 วัน แต่อย่างไรก็ตามขึ้นกับการสลายตัวของสารพิษในผลผลิตเกษตรแต่ละชนิด ทั้งนี้ค่า PHI ของสารแต่ละชนิดยังสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามค่า MRL ที่แต่ละประเทศกำหนด แนวทางหนึ่งที่สามารถดำเนินการได้คือ การเว้นระยะหลังการพ่นสารกำจัดศัตรูพืชให้นานที่สุดสามารถลดการปนเปื้อนของสารตกค้างในทุเรียนหรือผลผลิตเกษตรได้

แนวทางในการตรวจสอบสารพิษตกค้างในผลผลิตเกษตรที่ยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จากความพยายามของนักวิจัยในการตรวจสอบสารพิษตกค้างในผลผลิตโดย Zheng et al. (2014) และ Shintaro et al. (2016) ได้พัฒนาแนวทางการตรวจวิเคราะห์โดยใช้ surface enhanced raman spectroscopic (SERS) เพื่อการยืนยันผลการตรวจวิเคราะห์ในระบบการผลิตไม้ผล ซึ่งในแนวโน้มวิธีการที่สะดวกกว่าในการตรวจสอบผลผลิตที่ผิวอาจเปลี่ยนแปลงระบบการตรวจวัดสารตกค้างในผลผลิตเกษตรได้หากวิธีการดังกล่าวมีความแม่นยำ รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายน้อยกว่า

สรุป

การตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืชที่พบตกค้างบ่อยในผลทุเรียน ได้แก่ metalaxyl เช่นเดียวกับสาร cypermethrin แต่พบว่าสาร cypermethrin มีโอกาสพบการตกค้างได้เกินค่าความปลอดภัยที่กฎหมายกำหนด ทั้งนี้การปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชมีโอกาสพบได้ที่เปลือกผลมากกว่าส่วนของเนื้อผลทุเรียน สารตกค้างในผลผลิตทุเรียนอาจมีมากกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ซึ่งสามารถจัดการได้โดยการเว้นระยะหลังการพ่นสารกำจัดศัตรูพืชบนทุเรียน การติดผลของทุเรียนชุดเดียวมีโอกาสทำให้ผลผลิตทุเรียนปลอดภัยได้มากกว่าการให้ทุเรียนติดผลหลายระยะ โดยเกษตรกรสามารถทำให้ทุเรียนปลอดภัยโดยการเว้นระยะปลอดภัยอย่างน้อย 28 วัน จากการการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสมาคมชาวสวนผลไม้จังหวัดชุมพร ที่ให้ความร่วมมือในการประสานงานกับเกษตรกร และอนุเคราะห์ตัวอย่างทุเรียนในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาด้านโรคพืช ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่อำนวยความสะดวกในด้านการปฏิบัติงานวิจัย และสถานที่ในการปฏิบัติงาน

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก กองนโยบายการสร้างความเข้มแข็งทางการค้า สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. 2563. ทุเรียน ราชาแห่งผลไม้ไทย ถูกใจคนต่างแดน http://www.tpso.moc.go.th/sites/default/files/thueriiyn_240863.pdf, 15 ธันวาคม 2563.

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. 2563. ผลการเฝ้าระวังสารพิษตกค้าง ในผักผลไม้ ปี 2563. https://www.thaipan.org/wp-content/uploads/2020/12/thaipan_press_4-12-2563-last.pdf, 5 กุมภาพันธ์ 2564.

ฐานเศรษฐกิจ. 2563. การค้า-การเกษตร; ปี63 เล็งส่งออกผลไม้ไปจีน 6 แสนตัน. ข่าวจากฐานเศรษฐกิจฉบับ 4 มกราคม 2563. https://www.thansettakij.com/content/418095, 11 สิงหาคม 2563.

ราชกิจจานุเบกษา. 2560. อาหารที่มีสารพิษตกค้าง. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 พ.ศ. 2560.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9025–2551 วิธีชักตัวอย่างเพื่อตรวจหาสารพิษตกค้าง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Ahmed, A., Randhawa, M.A., Yusuf, M.J., Khalid, N. 2011. Effect of processing on pesticide residues in food crops. Processing effect on pesticide residues in food crops. J. Agric. Res. 49: 379–330.

Anastassiades, M., Lehotay, S.J., Stajnbaher, D, Schenck, F.J. 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. J. AOAC Int. 86: 412–431.

FAO and WHO. 2010. Summary Report from the 2010 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR) Rome, Issued October 2010.

FAO. 2008. Cypermethrins (118). http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Report08/Cypermethrin.pdf, 8 February 2021.

Holland, P.T., Hamilton, D., Ohlin, B., Skidmore, M.W. 1994. Effect of storage and processing on pesticides residues in plant products. Pure & Appl. Chem. 66: 335–356.

Rawn, D.F.K., Quade, S.C., Sun, W., Fouguet, A., Belanger. A., Smith, M. 2008. Captan residue reduction in apples as a result of rinsing and peeling. Food Chem. 109: 790–796.

Shintaro, P., Yang, T., Lili, H. 2016. Review of surface enhanced raman spectroscopic (SERS) detection of synthetic chemical pesticides. Trac-Trend Anal. Chem. 85: 73–82.

Wanwimolruk, S., Kanchanamayoon, O., Boonpangrak, S., Prachayasittikul, V. 2015. Food safety in Thailand 1: it is safe to eat watermelon and durian in Thailand. Environ. Health Prev. 20: 204–215.

Zheng, J., Lili, H. 2014. Surface-enhanced raman spectroscopy for the chemical analysis of food. Compr. Rev. Food Sci. F. 13: 317–328.

การเปลี่ยนแปลงสารสำคัญของเหง้ากระชายดำภายหลังการเก็บเกี่ยวที่สภาพการเก็บรักษาแตกต่างกัน

Changes in Bio-active compounds of black ginger (*Kaempferia parviflora* Wallich ex Baker) rhizomes incubated under different storage conditions

เศวิกา จันตะปะตุ, เบญญา มะโนชัย*, ปริยานุช จุลกะ

Sawigar Juntapatu, Benya Manochai*, Pariyanuj Chulaka

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: sawigar.ju@ku.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสารสำคัญของเหง้ากระชายดำภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 10 เดือน วางแผนการทดลองแบบ 6×3 Factorial in CRD โดยมีปัจจัยระยะเวลา (0 2 4 6 8 10 เดือน) และสภาพการเก็บรักษา (เก็บไว้ในสภาพห้องได้รับแสงธรรมชาติ เก็บไว้ในที่มืด และการให้แสงเสริมสีขาว) ผลการทดลองพบว่าทุกสภาพการเก็บรักษาเหง้ากระชายดำมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น, เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบก่อนเก็บรักษา ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงอย่างมากและต่อเนื่องตลอดการทดลอง สารประกอบฟีนอลิกรวมมีแนวโน้มลดลงสำหรับกระชายดำที่สภาพได้รับแสงธรรมชาติ แต่กระชายดำที่เก็บภายใต้การให้แสงเสริมช่วยคงปริมาณสารได้นาน 6 เดือน ปริมาณสาร 5,7-dimethoxyflavone ค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บและสภาพการเก็บไม่มีผลต่อปริมาณสาร เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสารสำคัญในภาพรวมสรุปได้ว่าเหง้ากระชายดำภายหลังการเก็บเกี่ยวสามารถเก็บไว้ไม่เกิน 6 เดือน และการให้แสงเสริมในระหว่างการเก็บรักษาช่วยคงสารสำคัญไว้ได้

คำสำคัญ: สภาพการเก็บรักษา, สารสำคัญ, แสงเสริมสีขาว

Abstract

This study aimed to monitor the change in active compounds of black ginger after harvested under room temperature for 10 months. The experimental design was conducted as 6×3 factorial in CRD, when factor A was the storage periods (month 0, 2, 4, 6, 8 and 10) and factor B was the storage conditions (natural light, dark and supplemental white-light LED). The results showed that during all storage conditions, the percentage of weight loss was increased, and the percentage of crude extract was increased comparing before storage. Anthocyanin content was highly decreased and continuous during storage. Phenolic compounds (PNC) were decreased in natural light treatment whereas supplemental white-light LED could maintain PNC for 6 months. The 5,7-dimethoxyflavone in black ginger did not change during storage. Considering the change in active compounds overall, it was concluded that black ginger after harvest could be stored not more than 6 months under room temperature and using supplemental white-light LED during storage could maintain active compounds.

Keywords: active compounds, storage conditions, supplemental LED

คำนำ

กระชายดำ (Black ginger: *Kaempferia parviflora* Wall. ex Baker) อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ซึ่งเป็นพืชวงศ์เดียวกับ กระชาย ข่า ขิง และขมิ้น เนื้อข้างในมีสีม่วงดำ สารสำคัญคือสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์ทางยาช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ฤทธิ์ต้านอักเสบ ต้านมะเร็ง และความสามารถเป็นสารต้านออกซิเดชั่น (จริยา, 2561) สารประกอบฟลาโวนอยด์ที่พบมากในกระชายดำได้แก่ 5,7-dimethoxyflavone, 5,7,4'-trimethoxyflavone เป็นสารหลัก สารอื่นๆ 5,7,3',4'-tetramethoxyflavone และ 3,5,7,3',4-entamethoxyflavone เป็นต้น (อรัญญา, 2556) กระชายดำเป็นพืชพื้นเมืองเขตร้อนของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีส่วนของลำต้นใต้ดินที่เรียกว่าเหง้าและพักตัวเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวโดยลำต้นบนดินจะแห้งเหี่ยวและตายไปแต่ลำต้นใต้ดินยังคงมีชีวิตอยู่ เมื่อพ้นสภาพการพักตัวจะงอกและเจริญเติบโตในฤดูกาลถัดไป ดังนั้นภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อรอการจำหน่ายหรือการแปรรูป อาจมีผลต่อปริมาณสารสำคัญภายในเหง้า เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสารสำคัญของพืชสมุนไพรภายหลังจากการเก็บเกี่ยวคือ อุณหภูมิ แสง ความชื้น ที่เป็นตัวเร่งให้เกิดกระบวนการหายใจและมีการเปลี่ยนแปลงสารสำคัญภายในโดยทั่วไปปัจจัยทางสภาพแวดล้อมมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและการหายใจต่อคุณภาพผลิตหลังการเก็บเกี่ยว เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้พืชมีอัตราการหายใจที่สูงขึ้นส่งผลให้ผลผลิตมีการคายน้ำ (จริงแท้, 2542) ดังนั้นหากเกิดการสูญเสียน้ำอาจมีผลต่อปริมาณสารสำคัญในพืช จากการสำรวจของ เสริมสกุล และคุณเชวง (2548) พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตเหง้ากระชายดำมาแล้วมักเก็บไว้ในกระสอบตาข่ายและผึ่งไว้ในบริเวณบ้านระหว่างรอจำหน่ายหรือรอปลูกในฤดูถัดไป ด้วยสภาพการเก็บรักษาดังกล่าวระหว่างรอจำหน่ายหรือการแปรรูปอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารสำคัญและเมื่อนำไปแปรรูปเป็นวัตถุดิบสมุนไพรส่งผลต่อประสิทธิภาพในการรักษา ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสารสำคัญภายหลังการเก็บเกี่ยวมีน้อยมากโดยเฉพาะกระชายดำทำให้ไม่สามารถคาดเดาได้ว่าปริมาณสารสำคัญสูญหายไปมากน้อยเพียงใดภายหลังการเก็บเกี่ยว หรือสามารถเก็บผลผลิตไว้ได้นานเพียงใดก่อนการแปรรูป หากทราบข้อมูลดังกล่าวจะทำให้ประเมินได้ว่าภายหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณสารสำคัญเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร สามารถเก็บเหง้าไว้ได้นานเพียงใดในสภาพธรรมชาติ อันนำไปสู่การหากรรมวิธีการเพื่อชะลอการสูญเสียปริมาณสารสำคัญเพื่อรักษาคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพรไว้ให้นานที่สุดก่อนถึงมือผู้บริโภค ทั้งนี้การเก็บรักษาเหง้ากระชายดำเป็นปัจจัยที่สำคัญเพื่อชะลอการสูญเสียสารสำคัญ ซึ่งหลักการเก็บรักษาโดยทั่วไปมักเก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิต่ำเพื่อลดการหายใจอันนำไปสู่การสูญเสียสารสำคัญในพืช จากรายงานวิจัยของ Zuniega (2562) พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12–14 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักและมีปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้น แต่การเก็บไว้ในห้องเย็นจะทำให้มีต้นทุนที่สูงขึ้นจากเดิมหากสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเก็บรักษาเหง้ากระชายดำต้นทุนต่ำจะเป็นการลดภาระค่าใช้จ่ายแก่เกษตรกร

เทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้รักษาคุณภาพสารสำคัญในเหง้ากระชายดำภายหลังจากการเก็บเกี่ยวคือการใช้แสง ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำหลอด Light-emitting diode (LED) มาเป็นปัจจัยหนึ่งในการให้แสงเสริมเพื่อการเพิ่มผลิตของพืช โดยการให้แสงเสริมนั้นจะทำให้พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น ทำให้มีสาร primary metabolite มากขึ้น (Arnason et al., 1955) จากงานวิจัยของ กษิดิ์เดช (2259) ได้ศึกษาการให้แสงเสริมจากหลอด LED สีต่าง ๆ พบว่าการใช้แสงเสริมจากหลอด LED สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้น โดยพืชมีการตอบสนองต่อแสงจากหลอด LED สีขาว ได้ดีกว่าแสงสีอื่น ๆ หากสามารถประยุกต์ใช้การให้แสงเพื่อชะลอการสูญเสียสารสำคัญจะเป็นการช่วยรักษาคุณภาพเหง้ากระชายดำที่ประหยัดต้นทุนการผลิต ชดเชย

การเก็บรักษาแบบใช้ห้องเย็นที่มีมูลค่าสูงและอาจไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้นหากมีข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสารสำคัญในเหง้ากระชายดำภายหลังการเก็บเกี่ยวในสภาพต่าง ๆ จะสามารถใช้เป็นแนวทางควบคุมปริมาณสารสำคัญให้คงที่และทราบถึงระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสม สำหรับการนำกระชายดำไปใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบสมุนไพรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพืช

ใช้เหง้ากระชายดำจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสมุนไพร ตำบลนาอาน อำเภอเมือง จังหวัดเลย เริ่มทำการทดลองเดือนกุมภาพันธ์ 2561 จนถึงเดือนธันวาคม 2561 คัดเลือกเหง้ากระชายดำ 400 กรัมสุ่มลงในตะกร้า จำนวน 54 ใบขนาดตะกร้า 26×36.6×8.4 เซนติเมตร นำไปวางบนชั้นวาง เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 10 เดือน วางแผนการทดลองแบบ 6x3 Factorial in CRD โดยมีปัจจัยระยะเวลา (0 2 4 6 8 และ 10 เดือน) และในสภาพการเก็บรักษา (เก็บไว้ในสภาพห้องได้รับแสงธรรมชาติ เก็บไว้ในที่มืด และการให้แสงเสริมสีขาว) จำนวน 3 ซ้ำ การให้แสงเสริมสีขาวโดยให้แสงเป็นจำนวน 3 ชั่วโมงก่อนเวลา 06.00 น. และ 3 ชั่วโมงหลัง 18.00 น. ตามวิธีของกษิดิ์เดช (2559) หลอดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองคือ หลอด LED สีขาว ความยาว 120 เซนติเมตร ยี่ห้อ FSL (LED T8 FITTING 18W AC180-265 V) ระยะห่างหลอด LED กับตะกร้าประมาณ 30 เซนติเมตร โดยน้ำเหง้ากระชายดำมาชั่งน้ำหนักสด จากนั้นแบ่งกระชายดำเป็น 2 ส่วน 1. บันทึกน้ำหนักแห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ นำไปหาสารสกัดหยาบ 2.สไลด์เหง้ากระชายดำสดนำไปวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพโดยประเมินปริมาณสารแอนโทไซยานินสารประกอบฟีนอลิกรวมและปริมาณ 5,7–dimethoxyflavone ตรวจสอบในตัวอย่างกระชายดำสดสกัดด้วยเอทานอล (1:5) ส่วนปริมาณแอนโทไซยานิน ตรวจสอบจากตัวอย่างสดสกัดด้วย 1% HCl ในเมทธานอล (1:10) การสกัดสาร นำตัวอย่างใส่ตัวทำละลาย ทิ้งไว้ 1 วันที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยง 8000 rpm นาน 5 นาที เพื่อเก็บส่วนสารละลายนำไปวิเคราะห์

1. ปริมาณสารสกัดหยาบ (% yield crude extract) นำเหง้ากระชายดำมาสไลด์ให้มีขนาดเท่า ๆ กัน นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ บดให้เป็นผงละเอียดสกัดด้วยเอทานอล ในอัตราส่วน 1:4 (เหง้ากระชายดำบด:เอทานอล) ทิ้งไว้ 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดนำไปกรองแยกสารสกัดหยาบ จากนั้นนำสารละลายปริมาตร 1.2 มิลลิลิตรใส่ใน microtube ระเหยแห้งด้วยเครื่อง centrifugal evaporator (SCANVAC, LaboGene™, denmark) 3–4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องและความเร็วรอบ 2000 rpm (Allison and Simmons, 2018; Zhao et al., 2017) ชั่งน้ำหนักของสารที่สกัดได้ จากนั้นคำนวณหา ปริมาณสารสกัด (% Yield Crude Extract) จาก Equation 1 ดัดแปลงมาจากวิธีของณพัฐอร และ ปิยะพัฒน์ (2558)

$$\text{Yield Crude Extract} = (a/b) \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ a = น้ำหนักสารที่สกัดได้ (กรัม) และ b = ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการสกัด (กรัม)

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (Total anthocyanin; AN) ตามวิธีการของ Mizukami et al. (1988) และ Zhong et al. (1991) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ดัง Equation 2 ต่อไปนี้

ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/gFW) = ((27.208A+0.0591)D × (10/1000×FW) (2)

โดยที่ A = ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร, D = ปริมาตรสารละลายที่ใช้เจือจาง (มิลลิลิตร) และ FW = น้ำหนักสดตัวอย่าง (กรัม)

3. การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวม (Phenolic compound; PNC) ดัดแปลงจากวิธีการของ Gao et al. (2000) โดยใช้สารสกัด 0.1 มิลลิลิตร เติมลงในหลอดที่มีน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร และเติม Folin & Ciocalteu's Phenol Reagent 0.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 นาที จากนั้นเติม 20% โซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 60 นาทีในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก รายงานผลในหน่วย mg $_{GAE}$/g $_{FW}$

4. วิเคราะห์สาร 5,7-dimethoxyflavone ด้วย High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ดัดแปลงจากวิธีการของ Ang et al. (2014) ในตัวอย่างโดยเปรียบเทียบกับปริมาณสารละลายมาตรฐาน 5,7-dimethoxyflavone Agilent model 1100 ด้วย Luna C18 ยี่ห้อ Phenomenex (ขนาด 25 เซนติเมตร× 4.6 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ไมโครมิลลิเมตร) ใช้ตัวทำละลายคือ Acetonitrile (40%) และ 2% Acetic acid (60%) (pH 2.4) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที โดยสารจะถูกแยกที่ 262 นาโนเมตร โดยปริมาณ 5,7-dimethoxyflavone จะคำนวณโดยการเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐาน 5,7-dimethoxyflavone รายงานในหน่วย mg/g $_{FW}$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย± Standard deviation (s.d.) การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรม R

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการเก็บรักษาเหง้ากระชายดำหลังการเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลาและสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 10 เดือน พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของเหง้ากระชายดำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา (Fig. 1A) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลอง Del Pilar Paz (2003) เมื่อเก็บรักษาเหง้า *Curcuma alismatifolia* Gagnep., *Curcuma roscoeana* Wallich, *Globba winittii* C.H. Wright and *Kaempferia galanga* L. เป็นระยะเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 15 20 และ 25 องศาเซลเซียล พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น ซึ่งอุณหภูมิมีผลต่อการการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยวเซลล์ในเหง้ากระชายดำยังมีชีวิตอยู่ มีการหายใจ และมีการคายน้ำตลอดเวลา เมื่อพืชเกิดกระบวนการหายใจจะเกิดการสลายอาหารที่สะสมเพื่อการสร้างพลังงานไปใช้ในการเจริญเติบโต ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักสด เมื่ออาหารสะสมถูกใช้ไปจนหมดและไม่มี

การสังเคราะห์มาทดแทนเพิ่มใหม่ได้จึงทำให้ความมีชีวิตของพืชสิ้นสุดลง (สังคม, 2547) ในเดือนสุดท้าย (เดือนที่ 10) ของการเก็บรักษาพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดที่ให้แสงเสริมสีขาวจำนวน 2 หลอดสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการเก็บไว้ในสภาพห้องได้รับแสงธรรมชาติและเก็บไว้ในที่มืด เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดคือ 60.67±2.94 61.89±3.10 และ 64.51±1.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักแห้งของเหง้ากระชายดำมีแนวโน้มลดลง (Fig. 1B) โดยน้ำหนักก่อนเก็บรักษาจนถึงเดือนที่ 4 การสูญเสียน้ำหนักแห้งคงที่และหลังจากนั้นเริ่มลดลงเนื่องจากเหง้ากระชายดำเริ่มมีหน่อเล็กน้อยในเดือนที่ 2 ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนเมษายน สอดคล้องกับรายงานของ เสริมสกุล และ เชวง (2548) รายงานว่าปกติเหง้ากระชายดำเริ่มแทงหน่อช่วงเดือนเมษายนหรือพฤษภาคม นอกจากนี้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการสูญเสียน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนสิ้นสุดการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของกัญตนา (2560) ที่ศึกษาปริมาณหลอดของแสงเสริมสีขาวที่ต่างกันในการเก็บรักษากับกระชายดำหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าอายุการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมเหง้ากระชายดำเริ่มแทงหน่อ จากรายงานของ Jayakumar et al. (2001) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนและ RNA ในเหง้าขมิ้นชันภายหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงระยะแตกหน่อ พบว่าในช่วงแรกการเก็บรักษาปริมาณโปรตีนและ RNA เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเหง้าขมิ้นชันเริ่มแตกหน่อ โดยภายหลังจากการเก็บเกี่ยวประมาณ 45 วัน จึงทำให้น้ำหนักแห้งของเหง้ากระชายดำเพิ่มขึ้น และเกิดจากการเปลี่ยนแปลงผนังเซลล์ภายในพืช โดยผนังเซลล์ชั้นแรกของไมโครไฟบริลมีการจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ แต่ชั้นที่สองมีการจัดเรียงตัวขนานกันอย่างมีระเบียบ ซึ่งผนังเซลล์มีการสะสมสารไม่สม่ำเสมอทำให้บริเวณผนังบางส่วนเป็นช่องรู (ลิลลี่, 2559) เมื่อพืชเกิดการคายน้ำอาจจะทำให้ไมโครไฟบริลชั้นแรกเกิดการลดการขยายตัวของพืช ส่งผลให้เหง้ากระชายดำมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นตามระยะการเก็บรักษา ส่วนเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบมีแนวโน้มตรงข้ามกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักแห้ง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานสารสกัดหยาบของเหง้ากระชายดำเพิ่มขึ้น (Fig. 1C) โดยเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบที่เก็บไว้ในสภาพห้องได้รับแสงธรรมชาติและเก็บไว้ในที่มืดเดือนที่ 10 เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบเท่ากันคือ 2.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติทั้งเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักแห้งและเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่สภาพการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน (Table 1)

เมื่อวิเคราะห์สารสำคัญของเหง้ากระชายดำภายหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าปริมาณแอนโทไซยานินของเหง้ากระชายดำภายหลังการเก็บรักษาหลังจากก่อนเก็บรักษา พบว่าปริมาณสารลดลงอย่างรวดเร็วในเดือน 2 (Fig. 2A) โดยค่าก่อนเก็บรักษาเท่ากับ 14.25±0.33 mg/g_{FW} และตั้งแต่เดือนที่ 2 จนถึงเดือนที่ 4 ปริมาณสารแอนโทไซยานินค่อย ๆ ลดลง เมื่อเปรียบเทียบการเก็บรักษาโดยการให้แสงเสริมสามารถช่วยชะลอสารได้ดีที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.61±0.77 และ 4.53±0.14 mg/g_{FW} และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแสดงดัง Table 2 ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินลดลงอย่างรวดเร็วนั้นอาจจะเกิดจากช่วงเวลาที่เก็บรักษาซึ่งเดือนที่ 2 อยู่ในช่วงเดือนเมษายนของการทดลอง กระชายดำจะเริ่มงอกในช่วงเดือนเมษายนของทุกปี (เสริมสกุล และ เชวง, 2548) เมื่อถูกนำมาเก็บรักษานานอาหารที่สะสมจะถูกสลายและนำมาใช้ในกระบวนการงอกจึงทำให้เหง้าเกิดการสูญเสียสารสำคัญ (กัญตนา, 2562) ซึ่งอุณหภูมิอาจมีผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลต่อการเสื่อมสลายของแอนโทไซยานิน (Rein, 2005) และเมื่อพิจารณาพารามิเตอร์ค่าสีความเป็นสีแดงของปริมาณสารแอนโทไซยานิน ภายในเหง้ากระชายดำ ซึ่งสารแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ให้สีม่วงในเนื้อของเหง้ากระชายดำ

(Horigome et al., 2014) เมื่อระยะเก็บรักษาที่นานขึ้น สีภายในเหง้ามีการเปลี่ยนแปลง สีม่วงแดงลดลงและซีดขึ้น จึงทำให้พบสารแอนโทไซยานินต่ำที่สุด แต่การเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน (Fig.2A) โดยการให้แสงเสริมสีขาวจำนวน 2 หลอดมีปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าการเก็บรักษาอื่น ๆ เช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม(PNC) และ 5,7 dimethoxyflavone โดยการให้แสงเสริมสีขาวจำนวน 2 หลอด สามารถช่วยชะลอการสูญเสียได้ ในเดือนที่ 2 PNC (Fig. 2B) และ 5,7 dimethoxyflavone (Fig. 2C) เพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษา คือ 192.21±33.96 mg_{GAE}/g_{FW} และ 3.08±0.39 mg_{DMF}/g_{FW} (Table 2) หลังจากนั้น PNC ลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนแปลงของสาร 5,7 dimethoxyflavone คงที่จนสิ้นสุดการเก็บรักษา เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า PNC มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 2 ปัจจัย แต่ 5,7 dimethoxyflavone ทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารทั้ง 2 ที่เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 อาจเกิดจากอุณภูมิที่สูงขึ้นสอดคล้องกับรายงานของ (Tummanichanont et al., 2017) การได้รับความร้อนจะทำให้ผนังเซลล์พืชถูกทำลาย วัตถุดิบจะมีอนุภาคที่เล็กลง เกิดโพรงและช่องว่างระหว่างเซลล์มากขึ้น จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพสารสกัดที่เพิ่มขึ้น เพราะมีพื้นที่ผิวของพืชที่มากขึ้น ดังนั้น PNC และ 5,7 dimethoxyflavone ของเหง้ากระชายดำจึงสูงขึ้น และเหง้ากระชายดำสามารถเก็บรักษาได้นานเป็นระยะเวลา 6 เดือน เนื่องจากเหง้ากระชายดำเริ่มมีลักษณะผิวเหี่ยวย่น สีของเนื้อในเหง้ากระชายดำสีอ่อนลง ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

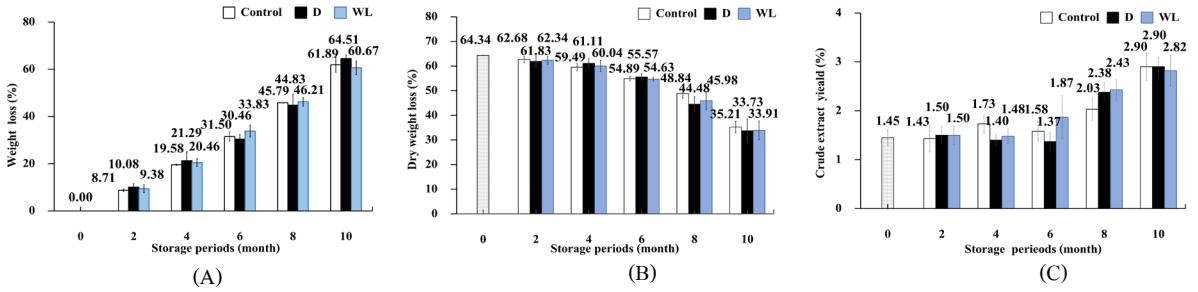
Table 1 Percent weight loss, percent dry weight and percent crude extract yield of Black Ginger after harvested under different storage periods and storage conditions

Storage periods (A)	Weight loss (%)			Average	Dry weight loss (%)			Average	Crude extract yield (%)			Average
	Storage conditions (B)				Storage conditions (B)				Storage conditions (B)			
	Control	D	WL		Control	D	WL		Control	D	WL	
Month 0	0.00±0.00 F	0.00±0.00 F	0.00±0.00 F	0.00±0.00 F	64.34±0.11 A	64.34±0.11 A	64.34±0.11 A	64.34±0.10 A	1.45±0.16 C	1.45±0.16 C	1.45±0.16 C	1.45±0.13 C
Month 2	8.71±0.56 E	10.08±1.46 E	9.38±1.65 E	9.39±1.28 E	62.68±1.27 B	61.83±2.29 B	62.34±1.58 B	62.28±1.70 B	1.43±0.27 C	1.50±0.17 C	1.50±0.19 C	1.48±0.21 C
Month 4	19.59±0.26 D	21.29±3.75 D	20.46±1.59 D	20.45±2.17 D	59.49±1.53 C	61.11±1.94 C	60.03±2.29 C	60.21±1.95 C	1.73±0.19 C	1.40±0.13 C	1.38±0.15 C	1.50±0.22 C
Month 6	31.50±1.93 C	30.46±1.82 C	33.84±2.53 C	31.93±2.37 C	54.89±0.96 D	55.57±1.28 D	54.63±0.80 D	55.03±1.05 D	1.58±0.20 C	1.37±0.18 C	1.87±0.44 C	1.61±0.35 C
Month 8	45.79±0.08 B	44.84±4.51 B	46.21±1.81 B	45.61±2.51 B	48.84±1.88 E	44.48±3.08 E	45.98±3.69 E	46.43±3.36 E	2.03±0.23 B	2.38±0.19 B	2.43±0.21 B	2.28±0.27 B
Month 10	61.89±3.10 A	64.51±1.53 A	60.67±2.94 A	62.36±2.83 A	35.21±2.40 F	33.72±4.75 F	33.91±3.77 F	34.28±3.60 F	2.90±0.28 A	2.90±0.20 A	2.82±0.32 A	2.87±0.26 A
Average	27.91±21.88	28.53±22.22	28.43±21.57		54.24±10.18	53.51±11.39	53.54±11.03		1.86±0.56	1.83±0.62	1.91±0.60	
F-test												
Storage periods (A)			*				*				*	
Storage conditions(B)			ns				ns				ns	
A×B			*				*				*	
CV (%)			7.16				4.21				12.11	

Table 2 Anthocyanin content, total phenolic content and 5,7-dimethoxyflavone of Black Ginger after harvested under different storage periods and storage conditions.

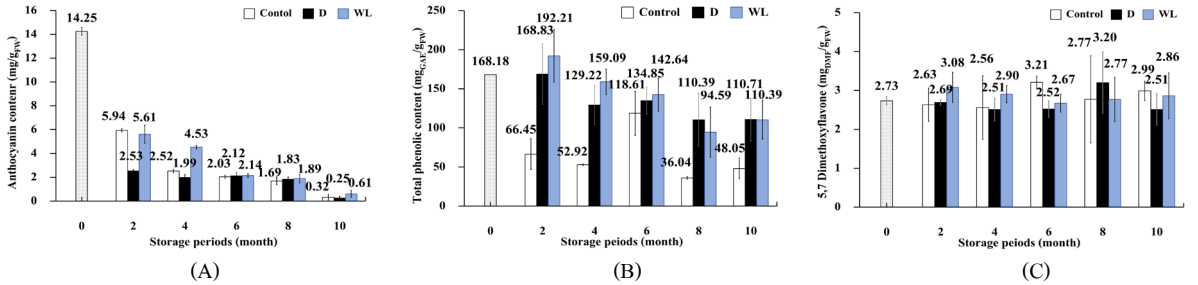
Storage periods (A)	Anthocyanin content (mg/g_{FW})			Average	Total phenolic content (mg_{GAE}/g_{FW})			Average	5,7-dimethoxyflavone (mg_{DMF}/g_{FW})			Average
	Storage conditions (B)				Storage conditions (B)				Storage conditions (B)			
	Control	D	WL		Control	D	WL		Control	D	WL	
Month 0	14.25±0.33 Ab	14.25±0.33 Ac	14.25±0.33 Aa	14.25±0.29 A	168.18±27.27 Ab	168.18±27.27 Aa	168.18±27.27 Aa	168.18±23.62 A	2.73±0.11	2.73±0.11	2.73±0.11	2.73±0.10
Month 2	5.94±0.13 Bb	2.53±0.11 Bc	5.61±0.77 Ba	4.69±1.67 B	66.45±19.80 Bb	168.83±38.72 Ba	192.21±33.96 Ba	142.50±64.16 B	2.63±0.43	2.69±0.07	3.08±0.39	2.80±0.36
Month 4	2.52±0.14 Cb	1.99±0.23 Cc	4.53±0.14 Ca	3.01±1.17 C	52.92±0.98 BCb	129.22±25.12 BCa	159.09±16.08 BCa	126.70±46.99 BC	2.56±0.82	2.51±0.29	2.90±0.22	2.66±0.48
Month 6	2.03±0.14 Db	2.12±0.27 Dc	2.14±0.16 Da	2.10±0.18 D	118.61±28.29 Cb	134.85±17.50 Ca	142.64±20.98 Ca	132.03±22.35 C	3.21±0.16	2.52±0.21	2.67±0.23	2.80±0.36
Month 8	1.69±0.30 Eb	1.83±0.19 Ec	1.89±0.36 Ea	1.80±0.27 E	36.04±1.62 Db	110.39±33.90 Da	94.59±32.10 Da	91.85±41.73 D	2.77±1.12	3.20±0.79	2.77±0.57	2.91±0.77
Month 10	0.32±0.25 Fb	0.25±0.16 Fc	0.61±0.29 Fa	0.39±0.27 F	48.05±13.04 Db	110.71± 27.60 Da	110.39±24.68 Da	73.95±40.05 D	2.99±0.25	2.51±0.40	2.86±0.59	2.79±0.43
Average	4.46±4.84b	3.83±4.85c	4.84±4.67a		81.71±50.63 b	137.03±34.75 a	144.52±41.01a		2.82±0.56	2.69±0.41	2.84±0.36	
F-test												
Storage periods (A)			*				*				ns	
Storage conditions(B)			*				*				ns	
A×B			*				*				ns	
CV (%)			6.50				18.98				17.55	

*mean within each column followed by the same letter is not significant differences ($p < 0.05$); NL = natural light, D = dark, WL = supplemental white-light LED



(A) (B) (C)

Fig. 1 Percent weight loss (A), percent dry weight (B) and percent crude extract yield (C) of Black Ginger after harvested under different storage periods and storage conditions



(A) (B) (C)

Fig. 2 Anthocyanin content (A), total phenolic content (B) and 5,7-dimethoxyflavone (C) of Black Ginger after harvested under different storage periods and storage conditions.

สรุป

การเก็บรักษาเหง้ากระชายดำหลังการเก็บเกี่ยวโดยมีปัจจัยของระยะเวลาและสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบก่อนเก็บรักษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดและเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงอย่างมากและต่อเนื่องตลอดการทดลอง เหง้ากระชายดำที่เก็บสภาพได้รับแสงธรรมชาติสารประกอบฟีนอลิกรวมมีแนวโน้มลดลง แต่กระชายดำที่เก็บภายใต้การให้แสงเสริมช่วยคงปริมาณสารได้นาน 6 เดือน ปริมาณสาร 5,7-dimethoxyflavone ค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บและสภาพการเก็บไม่มีผลต่อปริมาณสาร เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสารสำคัญในภาพรวมสรุปได้ว่าเหง้ากระชายดำภายหลังการเก็บเกี่ยวสามารถเก็บไว้ไม่เกิน 6 เดือน และการให้แสงเสริมในระหว่างการเก็บรักษาช่วยคงสารสำคัญไว้ได้

เอกสารอ้างอิง

กษิดิ์เดช อ่อนศรี. 2559. ศึกษาการใช้หลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) กระตุ้นการผลิตสารสำคัญในขมิ้นอ้อยและกระชายดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กัญตนา หลอดทองหลาง. 2562. ศึกษาการใช้แสงเสริมจากหลอดไดโอดเปล่งแสงต่อการเจริญเติบโตและสารสำคัญในกระชายดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จริยา เกวียนวงษ์. 2561. อิทธิพลของการทาแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต่อคุณภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกระชายดำ. ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ. 2559. ผนังเซลล์. ในโครงสร้างพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สังคม เตชะวงค์เสถียร .2547 .การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช. สรีรวิทยาการผลิตพืช :การผลิตพืชสวนเศรษฐกิจ .มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

เสริมสกุล พจนการุณ, เชวง แก้วรักษ์. 2548. รวบรวม ศึกษา และคัดเลือกพันธุ์กระชายดำ. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อกรมวิชาการเกษตร. ขอนแก่น.

อรัญญา ศรีบุศราคัม. 2558. จุลสารสมุนไพร. สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา, กรุงเทพมหานคร.

Allison, B.J., Simmons, C.W. 2018.Obtaining multiple coproducts from red grape pomace via anthocyanin extraction and biogas production. J. Agr. Food. Chem. 66: 8045–8053.

Ang, L.F., Yam, M.F., Fung, Y.T.T., Kiang, P.K., Darwin, Y. 2014. HPLC method for simultaneous quantitative detection of quercetin and curcuminoids in traditional Chinese medicines. Journal of Pharmacopuncture 17: 36–49.

Arnason, J.T., Mata, R., Romeo, J.T. 1995. Phytochemistry of Medicinal Plants. Springer-Verlag New York Inc, New York, USA.

Del Pilar Paz, M., Kuehny, J.S., McClure, G., Criley, R. 2003. Effects of rhizome storage time and temperature on growth and carbohydrate content of ornamental ginger. Acta. Hortic. 624: 103–109

Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, N., Björk, L., Trajkovski, V. 2000. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) during maturation. J. Agr. Food. Chem. 48: 1485–1490.

Horigome, S., Yoshida, I., Tsuda, A., Harada, T., Yamaguchi, A., Yamazaki, K., Komai, M. 2014. Identification and evaluation of anti-inflammatory compounds from *Kaempferia parviflora*. Biosci. Biotech. Bioch. 78: 851–860.

Jayakumar, M., Eyini, M., Lingakumar, K., Kulandaivelu, G. 2001. Changes in proteins and RNA during storage of *Curcuma longa* L. rhizome. Biol. Plantarum. 44: 297–299.

Mizukami, H., Tomita, K., Ohashi, H., Hiraoka, N. 1988. Anthocyanin production in callus cultures of roselle (Hibiscus sabdariffa L.). Plant. Cell. Rep. 7: 553–556.

Rein., M. 2005. Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. Department of Applied Chemistry and Microbiology Food Chemistry Division, University of Helsinki.

Tummanichanont C., Phoungchandang S., Srzednicki G. 2017. Effects of pretreatment and drying methods on drying characteristics and quality attributes of *Andrographis paniculata*. J. Food. Process. Pres. 41: e13310.

Zhao, Y., Chen, M.X., Kongstad, K.T., Jäger, A.K., Staerk, D. 2017. Potential of polygonum cuspidatum root as an antidiabetic food: Dual high-resolution α-Glucosidase and PTP1B inhibition profiling combined with HPLC-HRMS and NMR for identification of antidiabetic constituents. J. Agr. Food. Chem. 65: 4421–4427.

Zhong, J., Seki, T., Kinoshita, S., Yoshida, T. 1991. Effect of light irradiation on anthocyanin production by suspended culture of *Perilla frutescens*. Biotechnol. Bioeng. 38: 653–658.

Zuniega, J. S., Esguerra, E. B. 2019. Extending the storage life of fresh turmeric (*Curcuma longa* L.) rhizomes through light and temperature manipulation. Philipp. J. Crop. Sci. 44: 18–24.

การเจริญเติบโตและสารสำคัญของกระชายดำ (*Kaempferia parviflora* Wall. Ex Baker) ในระดับชั้นปลูกต่างกัน

Growth and active compounds of black galingale (*Kaempferia parviflora* Wall. Ex Baker) in different shelf layers

ชญานิศ อรุณรัศมีโชติ, เบญญา มะโนชัย*, ปริยานุช จุลกะ

Chayanid Aroonrasmeechoat, Benya Manochai*, Pariyanuj Chulaka

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: benya.m@ku.th

บทคัดย่อ

การปลูกพืชแนวตั้งสามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ แต่ความเข้มแสงที่ลดลงในชั้นล่างอาจมีผลกระทบต่อพืช ซึ่งกระชายดำเป็นพืชทนร่มมีศักยภาพในการผลิตด้วยระบบดังกล่าวจึงศึกษาการเจริญเติบโตและสารสำคัญในกระชายดำที่ปลูกในชั้นปลูกแตกต่างกัน โดยปลูกลงในกระถาง 15 นิ้ว บนชั้นปลูก 4 ระดับ ภายใต้สภาพโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ทรีทเมนต์ 24 ซ้ำ (ความเข้มแสงของชั้นล่างจนถึงชั้นบนเฉลี่ยเท่ากับ 50.01, 90.60, 235.23, 608.59 µmol/m²/s ตามลำดับ) ผลการทดลองพบว่าชั้นปลูกบนสุด มีจำนวนกอ (33.42±6.08 กอ) น้ำหนักสด (85.22±7.44 กรัม) และน้ำหนักแห้ง (28.37±0.49 กรัม) สูงกว่าชั้นปลูกอื่น แต่มีสารสำคัญต่ำกว่ากระชายดำที่ปลูกในชั้นล่างสุดที่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (EC_{50} = 26.63±2.38 g/L) แอนโทไซยานิน (19.70±1.66 mg/g $_{FW}$) และสารประกอบฟีนอลิกรวม (1.70±0.23 mg $_{GAE}$/g $_{FW}$) สูงกว่าชั้นบนสุด ขณะที่ 5,7–dimethoxyflavone ไม่แตกต่างกัน (ค่าระหว่าง 1.23–1.36 mg/g $_{FW}$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่ากระชายดำมีแนวโน้มผลิตในระบบแนวตั้งได้หากจัดการสภาวะในการปลูกให้มีจำนวนผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: 5,7–dimethoxyflavone, กระชายดำ, ระบบปลูกแนวตั้ง, สารสำคัญ

Abstract

Vertical farming could increase yield per unit area, but the lower light intensity in the layer might affect the plants. Black galingale is a shade-tolerant plant which the potency grows in this system. Therefore, this study aimed to study the growth and active compounds in black galingale grown in different shelf layers. The plants were grown in 15 inch-pot and placed in 4 layers of the growing shelf under greenhouse. The experimental design was CRD 4 treatments, 24 replications (light intensities from the base to the top were 50.01, 90.60, 235.23, 608.59 µmol/m²/s respectively). The results showed black galingale at the top layer had the number of clumps (33.42±6.08 clumps), fresh weight (85.22±7.44 g), and dry weight (28.37±0.49 g) higher than that of other layers, but had lower active compounds. The active compounds of black galingale at the basal layer showed the highest antioxidant activity (EC_{50} = 26.63±2.38 g/L), anthocyanin content (19.70±1.66 mg/g $_{FW}$), and total phenolic compound content (1.70±0.23 mg $_{GAE}$/g $_{FW}$) while 5,7–dimethoxyflavone contents were not different (approximately 1.23–1.36 mg $_{5,7\text{-}DMF}$/g $_{FW}$). The experiment revealed the possibility of producing black galingale in vertical farm but the conditions of production should be manipulated to increase productivity per unit area.

Keywords: 5,7–dimethoxyflavone, black galingale, the active compounds, vertical farming

คำนำ

กระชายดำ (*Kaempferia parviflora* Wall. Ex Baker) เป็นพืชสมุนไพรในวงศ์ Zingiberaceae ส่วนที่ใช้ประโยชน์ คือ ลำต้นใต้ดิน (rhizomes) ส่วนใหญ่พบการกระจายตัวในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ในบางประเทศ (Labrooy et al., 2016) ในประเทศไทยกระชายดำถูกนำมาใช้ในยาแผนโบราณ เนื่องจากมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Tewtrakul et al., 2009) และฤทธิ์กระตุ้นระบบสืบพันธุ์เพศชาย (Lert-Amornpat et al., 2017) โดยสารสำคัญหลักประกอบไปด้วยอนุพันธ์ในกลุ่ม methoxyflavone เช่น 5,7,4'-trimethoxyflavone และ 5,7-dimethoxyflavone (Pitakpawasutthi et al., 2018) วิธีการปลูกกระชายดำโดยทั่วไปปลูกในพื้นที่เชิงเขา และไม่สามารถปลูกซ้ำที่เดิมได้เนื่องจากมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเหง้าเน่า (rhizome rot) ซึ่งเกิดจากเชื้อราในกลุ่มของ *Pythium* spp. และ *Fusarium* sp. หรือเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ปัญหาจากโรคเหล่านี้มีผลต่อการเพิ่มการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในดิน อีกทั้งทำให้ผลผลิตเสียหาย และสารสำคัญลดลง (Dohroo, 2007; บูรณี, 2556) ส่งผลให้ไม่สามารถกำหนดปริมาณผลผลิตออกสู่ท้องตลาดที่แน่นอนได้ ทำให้ราคามีความผันผวน และปริมาณสารสำคัญที่อยู่ในเหง้ามีความผันผวนตามพื้นที่เพาะปลูกและการดูแลรักษาที่แตกต่างกันทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับระบบปลูกแนวตั้ง (vertical farming) เข้ามาใช้เพื่อผลิตพืชในพื้นที่จำกัด โดยปลูกพืชซ้อนขึ้นไปในแนวตั้ง เพื่อให้ได้ผลผลิตพืชต่อพื้นที่แบบทวีคูณ ซึ่งสามารถผลิตพืชได้ตลอดทั้งปี ในทุกสภาพพื้นที่ (Al-Kodmany, 2018) แต่การผลิตพืชในระบบปลูกแนวตั้งภายในโรงเรือนโดยอาศัยแสงจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียวมักทำให้พืชได้รับความเข้มแสงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากความเข้มแสงที่ลดลงจากชั้นด้านบนลงสู่ด้านล่าง ทำให้ผลผลิตพืชลดลงตามระดับชั้นปลูก (Touliatos et al., 2016) การศึกษาก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่ากระชายดำเป็นพืชทนร่มสามารถปลูกในสภาพการพรางแสง 70% แต่ยังคงสามารถให้ปริมาณสารสำคัญมากกว่าการปลูกในสภาพกลางแจ้ง (Labrooy et al., 2016) ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตกระชายดำในโรงเรือนจึงศึกษาการเจริญเติบโตและสารสำคัญในกระชายดำที่ปลูกในชั้นปลูกแตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

เหง้ากระชายดำจากอำเภอหนองหิน จังหวัดเลย ปลูกช่วงเดือนพฤษภาคม 2562 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2563 ใช้เหง้าน้ำหนักประมาณ 25 กรัม ปลูกลงในกระถางขนาด 15 นิ้ว วัสดุปลูก คือ ขุยมะพร้าวผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ (2:1 ส่วน โดยปริมาตร) ทำการรดน้ำวันเว้นวัน

ระบบปลูกแนวตั้งใช้ชั้นเหล็กฉาก 4 ชั้น จำนวน 2 ชุด ที่มีขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) 60×300×260 เซนติเมตร เว้นระยะความสูงจากพื้นดิน 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างชั้น 60 เซนติเมตร ระดับชั้นปลูก 1 ชั้นสามารถวางกระถาง 15 นิ้ว ได้จำนวน 12 กระถาง ติดตั้งภายในโรงเรือน (บริษัท บุณย ไลฟ์ ไซอันซ์ จำกัด, เขตจตุจักร, กรุงเทพฯ) โดยมีสภาพแวดล้อมเฉลี่ยตลอดการทดลองได้แก่ อุณหภูมิ 30.4±1.8°C ความชื้นสัมพัทธ์ 73.5±5.0% ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 502.2±65.7 ppm และความเข้มแสงเฉลี่ยตั้งแต่ชั้นด้านล่างไปจนถึงชั้นบนสุดเท่ากับ 50.01 90.60 235.23 และ 608.59 μmol/m²/s ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ ได้แก่ ระดับชั้นปลูกที่ได้รับความเข้มแสงแตกต่างกัน 4 ระดับ กำหนดให้ F1 คือ ชั้นล่างสุด F2 คือ ชั้นที่ 2 นับจากด้านล่าง F3 คือ ชั้นที่ 3 นับจากด้านล่าง และ F4 คือ ชั้นบนสุด โดยแต่ละทรีทเมนต์มีจำนวน 24 ซ้ำ หน่วยทดลองทั้งหมด 96 ต้น

บันทึกการเจริญเติบโตของต้นกระชายดำวัดในช่วงต้นกระชายดำอายุ 6 เดือน ประกอบด้วย ความสูงต้น จำนวนกอต่อกระถาง ค่าความเขียวใบ (SPAD) และพารามิเตอร์อัตราการแลกเปลี่ยนแก๊ส ได้แก่ ค่าการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) stomatal conductance (g_s) intercellular CO_2 concentration (C_i) และการคายน้ำ (E) วัดด้วยเครื่องวัดอัตราสังเคราะห์แสง (LI-COR 6400XT, LI-COR, USA) ทำการสุ่มจำนวน 8 ซ้ำในใบกระชายดำที่แผ่ขยายเต็มที่และเป็นใบสมบูรณ์ ใช้ chamber แบบ sun-sky กำหนดความเข้มข้นของ CO_2 400 ppm ทำการวัดในช่วงเวลา 9.00–11.00 น. และ 13.30–15.00 น.

เก็บเกี่ยวกระชายดำเมื่ออายุ 269 วันภายหลังการปลูก และนำไปประเมินผลผลิตและสารสำคัญโดยการเก็บข้อมูลน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 7 วัน ส่วนปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และปริมาณ 5,7 – dimethoxyflavone ตรวจสอบในตัวอย่างกระชายดำสดสกัดด้วยเอทานอล (1:5) ส่วนปริมาณแอนโทไซยานิน ตรวจสอบจากตัวอย่างสดสกัดด้วย 1% HCl ในเมทานอล (1:10) การสกัดสาร นำตัวอย่างใส่ตัวทำละลาย ทิ้งไว้ 1 วันที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยง 4500 rpm นาน 10 นาที เพื่อเก็บส่วนสารละลายนำไปวิเคราะห์สารสำคัญดังต่อไปนี้

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ใช้วิธี ABTS radical cation scavenging activity assay การเตรียมสารละลาย $ABTS^{++}$ ตามวิธีการของ Re et al. (1999) การวิเคราะห์ตัวอย่างดัดแปลงจาก Ingkasupart et al. (2015) สารละลายตัวอย่าง 20 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย $ABTS^{++}$ ที่เจือจาง 200 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องนาน 4 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง microplate reader (SPECTROstarNano, USA.) ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร รายงานผลในหน่วย EC_{50} g/L

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมใช้วิธีการเปลี่ยนสีของสารละลาย Folin-Ciocalteu ตามวิธีการของ Müller et al. (2010) สารละลายตัวอย่าง 20 ไมโครลิตร ผสมกับ Folin & Ciocalteu's Phenol Reagent ที่เจือจาง (1:10) 100 ไมโครลิตร และโซเดียมคาร์บอเนต (75 g/L) 75 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมงในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 740 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก รายงานผลในหน่วย mg $_{GAE}$/g $_{FW}$

ปริมาณแอนโทไซยานิน ดัดแปลงจาก Mizukami et al. (1988) และ Zhong et al. (1991) สารละลายตัวอย่างวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (PG Instruments Ltd.) ที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร นำค่าที่ได้คำนวณในสมการดังนี้ ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/g_{FW}) = (27.208A+ 0.0591) D × (10/1000×FW) โดยที่ A คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm, D คือ ปริมาตรสารละลายที่ใช้เจือจาง (มิลลิลิตร), FW คือ น้ำหนักสดตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณ 5,7-dimethoxyflavone ใช้เทคนิค High-performance liquid chromatography ดัดแปลงจากวิธีการของ Ang et al. (2014) โดยใช้ Prominence UFLC LC-20 series, Shimadzu, Japan ส่วนการแยก Chromatographic ใช้คอลัมน์ C18 ขนาด 4.6 มิลลิเมตร×150 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ไมโครเมตร (Shimadzu, Japan) ใช้ mobile phase ได้แก่ acetonitrile และ 2% v/v acetic acid (pH 2.71) (36%:64% v/v) ที่อัตราการไหล 1.3 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 25 °C ที่ความยาวคลื่น 262 นาโนเมตร ปริมาตรในการฉีดตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร ค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน 5,7-dimethoxyflavone รายงานในหน่วย mg/g $_{FW}$

ข้อมูลที่รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± Standard deviation วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ด้วยโปรแกรม R

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความเข้มแสงที่แตกต่างกัน 4 ระดับบนชั้นปลูกส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกระชายดำ พบว่า ชั้น F2 และ F3 ให้ความสูงต้นกระชายดำ เท่ากับ 51.83±3.79 และ 50.85±3.36 เซนติเมตร ตามลำดับ มากกว่า F4 ที่มีความสูง 46.58±4.23 เซนติเมตร ($p < 0.01$) (Fig. 1A) แต่ F4 ให้จำนวนกอต่อกระถางมากที่สุด คือ 33.42±6.08 กอ โดยความเข้มแสงที่ลดลงในแต่ละชั้นปลูกทำให้จำนวนกอต่อกระถางลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Fig. 1B) ส่วนค่าความเขียวใบจากชั้นบนสู่ชั้นล่างมีค่าเพิ่มขึ้น โดยในชั้น F4 มีค่าความเขียวใบเท่ากับ 20.33±2.93 น้อยกว่า ($p < 0.01$) ชั้น F1 และ F2 มีค่าความเขียวใบเท่ากับ 25.88±3.78 และ 26.98±4.43 ตามลำดับ (Fig. 1C) และทุกพารามิเตอร์การแลกเปลี่ยนแก๊ส ได้แก่ P_n, g_s, C_i, และ E มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า P_n ลดลงจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง จากชั้น F4 ถึง F1 มีค่าเท่ากับ 2.52±0.34, 1.46±0.10, 1.32±0.19, และ 0.36±0.11 μmol $CO_2/m^2/s$ ตามลำดับ (Fig. 1D) โดยชั้น F2 และ F3 ไม่แตกต่างทางสถิติ สอดคล้องกับค่า E ชั้น F4 ให้ค่า E มากที่สุด คือ 0.64±0.03 mmol $H_2O/m^2/s$ ส่วน F1 และ F3 ให้ค่า E ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.27±0.06 และ 0.27±0.04 mmol $H_2O/m^2/s$ ตามลำดับ (Fig. 1G) ในขณะที่ค่า C_i มีแนวโน้มตรงกันข้ามกับค่า P_n และ E ในชั้น F1 มีค่า C_i มากที่สุด และมีค่าลดลงเมื่อความเข้มแสงในแต่ละระดับชั้นปลูกเพิ่มขึ้น ซึ่งค่า C_i .เป็นค่าความเข้มข้นของ CO_2 ที่อยู่ระหว่างเซลล์เพื่อใช้สำหรับการสังเคราะห์แสง (Tominaga et al., 2018) ในการทดลองมีการให้ความเข้มข้นของ CO_2 เข้าไปในใบพืชเท่ากับ 400 ppm ดังนั้นในชั้น F1 มีความเข้มข้นของ CO_2 เหลืออยู่ตามช่องว่างระหว่างเซลล์เท่ากับ 365.27±13.53 μmol CO_2/mol แสดงถึงพืชนำ CO_2 ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงในปริมาณน้อยมาก (Fig. 1F) และค่า g_s สูงสุดใน F2 เท่ากับ 0.029±0.006 mol $H_2O/m^2/s$ ส่วนระดับชั้นปลูกอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน (Fig. 1E)

ภายหลังการเก็บเกี่ยวเหง้ากระชายดำ พบว่า กระชายดำที่ชั้น F4 มีค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 85.22±7.44 และ 28.37±0.49 กรัม ตามลำดับ ส่วนระดับชั้นอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน (Fig. 2A, B) ถึงแม้ว่าชั้นบนสุดให้ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าชั้นด้านล่าง แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญ พบว่า ในชั้น F4 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด (EC_{50} = 33.81±3.26 g/L) ส่วนระดับชั้นอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน (Fig. 2C) ปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดในชั้น F1 เท่ากับ 19.70±1.66 mg/g_{FW} เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นอื่น ๆ (Fig. 2D) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในชั้น F1 เท่ากับ 1.70±0.23 mg_{GAE}/g_{FW} มากกว่า ($p < 0.01$) ชั้น F3 และ F4 ที่มีค่า 1.06±0.09 และ 1.29±0.09 mg_{GAE}/g_{FW} ตามลำดับ (Fig. 2E) ส่วนปริมาณ 5,7 – dimethoxyflavoneไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับชั้นปลูก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.23 – 1.36 mg/g_{FW} (Fig. 2F)

การปลูกพืชสภาพความเข้มแสงต่ำ ทำให้พืชมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การลดลงของค่า P_n ทำให้พืชเพิ่มความหนาของใบและปริมาณคลอโรฟิลด์ภายในใบ (Huang et al., 2004) สอดคล้องกับผลการทดลองความเข้มแสงที่ลดลง ทำให้ต้นกระชายดำมีค่า P_n ลดลง จำนวนการแตกกอลดลง และค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นในชั้นปลูกด้านล่าง (Fig. 1) พารามิเตอร์การแลกเปลี่ยนแก๊สโดยทั่วไปการเพิ่มขึ้นของปริมาณผลผลิตมาจากการเพิ่มขึ้นของค่า P_n, g_s และ E ภายใต้สภาวะความเข้มแสงสูง ซึ่งค่า P_n และ g_s เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก การเปลี่ยนแปลงของค่า g_s เกิดได้จากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสง น้ำ อุณหภูมิ และความเข้มข้นของ CO_2

(Farquhar and Sharkey, 1982; Labrooy et al., 2016) แต่จากการทดลองนี้ให้ผลที่ต่างกันออกไป เนื่องจากต้นกระชายดำมีค่า g_s ที่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่า P_n หรือพารามิเตอร์การแลกเปลี่ยนแก๊สอื่น ๆ และข้อมูลปริมาณผลผลิตและสารสำคัญ การลดการสะสมของมวลของพืช เช่น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง แต่เพิ่มการสะสมสารสำคัญ (Fig. 2) หรือ สารจำพวก secondary metabolite ทั้งนี้เป็นผลจากกลไกทางสรีรวิทยาของพืชที่เพื่อให้พืชเกิดความต้านทานต่อความเครียด และทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพความเข้มแสงต่ำได้ (Bussotti, 2008) โดยสภาพความเข้มแสงต่ำเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมหนึ่งที่สามารถกระตุ้นให้พืชบางชนิดมีการผลิตสารสำคัญเพิ่มขึ้น เช่น การเพิ่มขึ้นของ glycyrrhizic acid และ liquiritin ในชะเอมเทศที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสงต่ำ (Hou et al., 2010)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการผลิตกระชายดำในระบบปลูกแนวตั้งกับการปลูกกระชายดำในแนวราบ ทำการเปรียบเทียบจากรายงานวิจัยของ กัญตนา (2563) พบว่าปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อกระถางในชั้นบนสุดเทียบเท่ากับการปลูกกระชายดำในแนวราบ เมื่อเปรียบเทียบในหน่วยต่อตารางเมตร พบว่าระบบปลูกแนวตั้งให้จำนวนต้นต่อตารางเมตรมากกว่าการปลูกในแนวราบ 1.16 เท่า ระบบปลูกแนวตั้งสามารถให้ผลผลิตน้ำหนักสดและแห้งต่อตารางเมตรเท่ากับ 0.47 และ 0.16 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งเทียบเท่ากับการปลูกในแนวราบ (0.48 และ 0.15 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ) ส่วนปริมาณสารสำคัญ เช่น 5,7 – dimethoxyflavone การปลูกด้วยระบบปลูกแนวตั้งให้ปริมาณ 5,7–dimethoxyflavone ต่อตารางเมตรมากกว่า 2 เท่า เมื่อเทียบกับการผลิตในแนวราบ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบปลูกแนวตั้งสามารถเป็นระบบปลูกทางเลือกหนึ่งที่นำมาปรับใช้เพื่อการผลิตกระชายดำได้ แต่ควรมีการพัฒนาปรับปรุงระบบปลูกให้มีปริมาณผลผลิตและสารสำคัญต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น และมีความสม่ำเสมอกันในแต่ละระดับชั้นปลูก

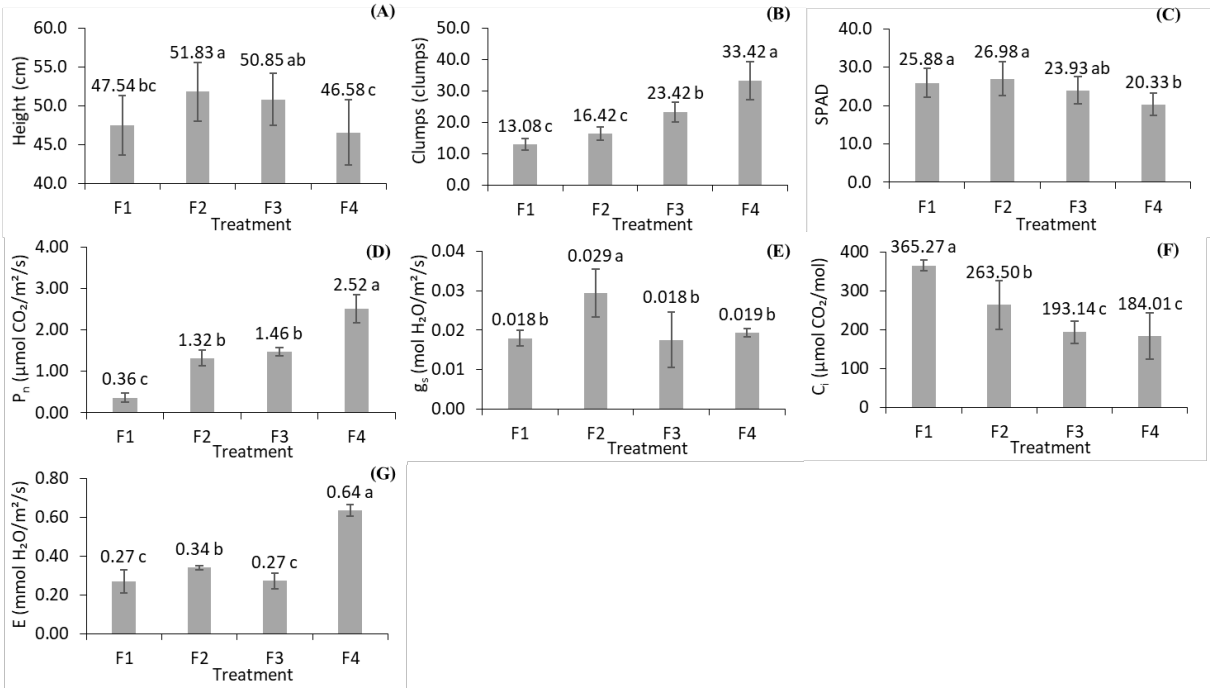


Fig. 1 Black galingale growth parameters on 4 layers growing shelf. Plant height (A), number of clumps (B), SPAD (C), photosynthesis rate; P_n (D), stomatal conductance; g_s(E), intercellular CO_2 concentration; C_i (F) and transpiration rate (E). Vertical bars represent s.d. (n = 8). Different letters indicated significant at $p < 0.01$; F1 = the bottom of shelf, F2 = the second shelf from the bottom, F3 = the third shelf from the bottom and F4 = the top of shelf.

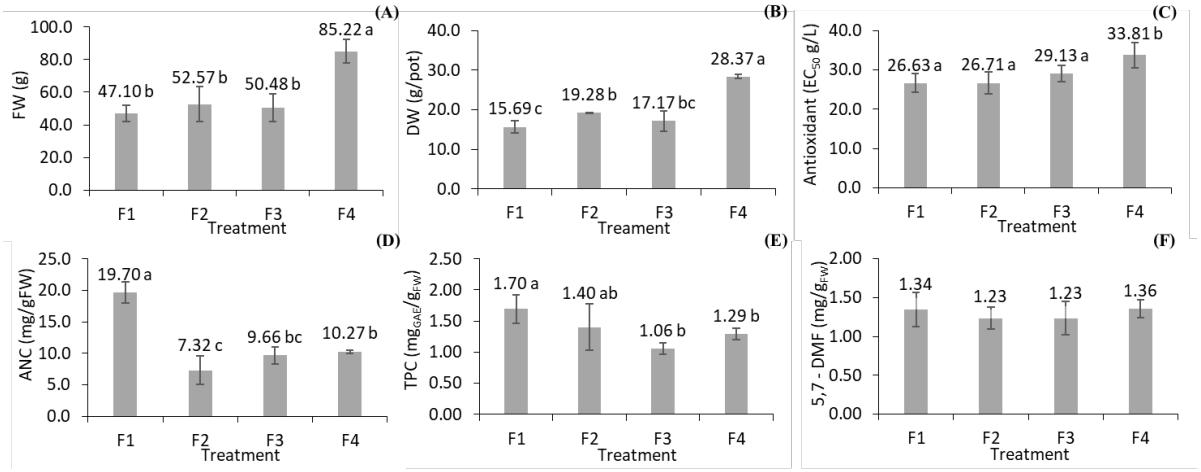


Fig. 2 Black galingale yields and active compounds on 4 layers growing shelf. Fresh weight; FW (A), dry weight; DW (B), antioxidant activity (C), anthocyanin content; ANC (D), total phenolic compound content; TPC (E) and 5,7 – dimethoxyflavone contents; 5,7 - DMF (F). Vertical bars represent s.d. (n = 6). Different letters indicated significant at $p < 0.01$; F1 = the bottom of shelf, F2 = the second shelf from the bottom, F3 = the third shelf from the bottom and F4 = the top of shelf.

สรุป

การปลูกกระชายดำภายใต้สภาวะของชั้นปลูกที่ความเข้มแสงลดลงจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง พบว่าชั้นปลูกบนสุดให้การเจริญเติบโตทางส่วนเหนือดิน และปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่าระดับชั้นปลูกอื่น ๆ ขณะที่ชั้นปลูกด้านล่างให้ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อยกว่าชั้นปลูกบนสุด แต่สามารถให้ปริมาณสารสำคัญสูงกว่าชั้นบนสุด ดังนั้นการพัฒนาการผลิตกระชายดำในระบบปลูกแนวตั้ง คือ การเพิ่มจำนวนผลผลิตต่อพื้นที่และทำให้ผลผลิตมีความสม่ำเสมอกันในแต่ละชั้นปลูกเพื่อให้มีปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (NIA) ขอขอบคุณบริษัท บุณย ไลฟ์ ไซอันซ์ จำกัด ที่ให้การเอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณศูนย์ความร่วมมือทางวิชาการไทย-ฝรั่งเศส มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนอุปกรณ์สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กัญตนา หลอดทองหลาง, เบญญา มะโนชัย, ปริยานุช จุลกะ. 2563. การให้แสงเสริมจากหลอด LED แก่กระชายดำที่ปลูกในโรงเรือน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 9: 105–117.

บูรณี พั่ววงษ์แพทย์, ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล, ทิพวรรณ กันหาญาติ, รุ่งนภา ทองเครื่ง, ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์, จิตอาภา ชมเชย. 2556. การจัดการโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากแบคทีเรีย Ralstonia solanacearum แบบผสมผสาน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

Al-Kodmany, K. 2018. The vertical farm: A review of developments and implications for the vertical city. Buildings 8: 24. doi:10.3390/buildings8020024

Ang, L.F., Yam, M.F., Fung, Y.T.T., Kiang, P.K., Darwin, Y. 2014. HPLC method for simultaneous quantitative detection of quercetin and curcuminoids in traditional Chinese medicines. J. pharmacopuncture 17: 36–49. doi:10.3831/KPI.2014.17.035

Bussotti, F. 2008. Functional leaf traits, plant communities and acclimation processes in relation to oxidative stress in trees: A critical overview. Glob. Change. Biol. 14: 2727–2739. doi:10.1111/j.1365-2486.2008. 01677.x

Dohroo, N.P. 2007. Diseases of Turmeric. In: Ravindran, P.N., Nirmal Babu, K., Sivaraman, K. (Eds.). Turmeric: the Genus Curcuma. Taylor & Francis Group. UK, pp. 155–160.

Farquhar, G.D., Sharkey, T.D. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. Ann. Rev. Plant. Physio. 33: 317–345. doi:10.1146/annurev.pp.33.060182.001533

Hou, J., Li, W., Zheng, Q., Wang, W., Xiao, B., Xing, D. 2010. Effect of low light intensity on growth and accumulation of secondary metabolites in roots of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. Biochem. Syst. Ecol. 38: 160–168. doi:10.1016/j.bse.2009.12.026

Huang, W. D., Wu, L. K., Zhan, J. C. 2004. Growth and Photosynthesis Adaptation of Dwarf-Type Chinese Cherry (*Prunus pseudocerasus* L. cv. Laiyang) Leaves to Weak Light Stress. Scientia Agricultura Sinica 37: 1981–1985.

Ingkasupart, P., Manochai, B., Song, W.T., Hong, J.H. 2015. Antioxidant activities and lutein content of 11 marigold cultivars (*Tagetes* spp.) grown in Thailand. Food. Sci. Tech-Brazil. 35: 380–385. doi:10.1590/1678-457X.6663

Labrooy, C.D., Abdullah, T.L., Abdullah, N.A.P., Stanslas, J. 2016. Optimum Shade Enhances Growth and 5,7-Dimethoxyflavone Accumulation in *Kaempferia parviflora* Wall. ex Baker Cultivars. Sci. Hortic-Amsterdam. 213: 346–353. doi:10.1016/j.scienta.2016.10.042

Lert-Amornpat, T., Maketon, C., Fungfuang, W. 2017. Effect of *Kaempferia parviflora* on Sexual Performance in Streptozotocin-Induced Diabetic Male Rats. Andrologia 49: e12770. doi:10.1111/and.12770

Mizukami, H., Tomita, K., Ohashi, H., Hiraoka, N. 1988. Anthocyanin production in callus cultures of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Plant. Cell. Rep. 7: 553–556. doi:10.1007/BF00272755

Müller, L., Gnoyke, S., Popken, A.M., Böhm, V. 2010. Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. LWT – Food. Sci. Technol. Int. 43: 992–999. doi:10.1016/j.lwt.2010.02.004

Pitakpawasutthi, Y., Palanuvej, C., Ruangrungsi, N. 2018. Quality evaluation of *Kaempferia parviflora* rhizome with reference to 5,7-Dimethoxyflavone. J. Adv. Pharm. Technol. Res. 9: 26–31. doi:10.4103/japtr. JAPTR_147_17

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free. Radical. Bio. Med. 26: 1231–1237. doi:10. 1016/S0891-5849(98)00315-3

Tewtrakul, S., Subhadhirasakul, S., Karalai, C., Ponglimanont, C., Cheenpracha, S. 2009. Anti-inflammatory effects of compounds from *Kaempferia parviflora* and *Boesenbergia pandurata*. Food. Chem. 115: 534–538. doi:10.1016/j.foodchem.2008.12.057

Tominaga, J., Shimada, H., Kawamitsu, Y. 2018. Direct measurement of intercellular CO_2 concentration in a gas-exchange system resolves overestimation using the standard method. J. Exp. Bot. 69: 1981–1991. doi: 10.1093/jxb/ery044

Touliatos, D., Dodd, I.C., McAinsh, M. 2016. Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics. Food. Energy. Secur. 5: 184–191. doi:10.1002/fes3.83

Zhong, J.J., Seki, T., Kinoshita, S.I., Yoshida, T. 1991. Effect of light irradiation on anthocyanin production by suspended culture of *Perilla frutescens*. Biotechnol. Bioeng. 38: 653–658. doi:10.1002/bit.260380610

Pursuit of hot pepper growth with physiological parameters on an open field

Kanvara Preampree[a], Pariyanuj Chulaka[a,*], Phumin Khunchanon[b], Pornchai Panich[c], Pornchai Puangkam[c], Pattrapron Thongthammachat[c], Samaphorn Laksukthom[d], Janron Songmao[e], Suthisak Saengtharatip[c, d, e,*]

[a]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
[b]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.
[c]Cultivation Management Department, Chia Tai, Kanchanaburi 71190, Thailand.
[d]Knowledge Management Department, Chia Tai, Bangkok 10260, Thailand.
[e]Plant Factory Section, Chia Tai, Samutsakhon 74130, Thailand.
*Corresponding author. E-mail address: s.saengtha@yahoo.com

Abstract

Physiological parameters are an essential indicator to determine how plant growth and response to environment. They could be able to apply its correlation to predict a production as an outcome. The conventional plant growth analysis is the most fundamental and principal practice performing to maximize its efficacy to further experiment unless time consuming of the first data set is crucial. Hot pepper is a potential and strategic crop in Thai market. The conventional cultivation is based on grower's experience. Hence, the initial data are obliged to be a starting milestone of hot pepper criterion. Two hot pepper cultivars, Chia Tai 'Duangsetthee' and comparative 01 were trimmed and grown in an open field, while data collection was performed fortnightly after transplanting. Height, leaf area, and plant weight were determined in particular. The initial data were used to calculated for net assimilation rate and plant health index. Light transmission ratio was illustrated the underneath shrub condition received adequate light. This implies that trimming might be indispensable. Besides, leaf nitrate content was included for fertilizer management. Overview of this experiment can be extended to in-field management hereafter.

Keywords: Chili, Conventional production system, Cultivation research, Traditional cultivation, Trimming

Introduction

Hot pepper is considered one of the most economical and important crops in Thailand. Countries with the highest volume of hot pepper consumption in 2018 are Viet Nam, India, and the U.S. with a combined 41% share of global consumption (Research and market, 2020). Thailand has shown a potential fresh production to share with the global market. A hot pepper fruit is utilized, mostly, in the forms of fresh and/or dried fruits, and, in addition, mixed preservative products such as sauces, pickled, food coloring and seasoning. Hot pepper extracts are also used in medicinal products (Shin et al., 2013). In Thailand, a cultivation area of this plant is approximately 0.05 % from the total land area. Many types of hot pepper have been produced, e.g., large-sized hot peppers, garden hot peppers, bell peppers, and sweet peppers throughout the country. Among them, the large-sized type is of interest. Its production is greater than 50% from the total hot pepper production of which worth more than 5,000 million baht. Nonetheless, the cultivation is less than 1 kilogram per m^2. It affects production cost, despite, an import product from China and India is less expensive than domestic production (Department of Agriculture, 2020). One advantage, nowadays, of domestic production is better quality due to shorter transportation compared from the oversea. Thus, domestic hot pepper cultivation should be improved desperately.

Generally, cultivation techniques are based on growers' lifetime experience which might cause an unstable production quality and quantity. Any technique is expected to increase production while physiological growth is affected. Data analysis, in this article, is a first millstone for a next step of plant growth and efficiency improvement. Using conventional plant growth analysis as a standard approach to study hot pepper physiological through a certain time could improve quality of plant production (Jolliffe et al., 1982). The physiological parameters, e.g., leaf area; and total dry and fresh weights were computed, i.e., to net assimilation rate (NAR), plant health index (PHI), and etc. This fundamental will be, later, applied to improve in-field management of which increasing an ability to accelerating fresh production. Hence, objective of this study is solely to establish the first milestone of physiological data and growth of 2 hot pepper cultivars under the open field condition.

Materials and Methods

Plant materials and growing condition

Two hot pepper cultivars, 'Duangshethee' and comparative 01, were cultivated at Kanchanaburi during May to November 2020. The seeds were soaked with tap water a night before sowing. All the seeds were sown into 60-cell trays containing peat moss as a substrate. The seedlings were grown in a greenhouse for a month, then, transplanted into an open field condition. All plants were supplied with granular fertilizers. The first harvest started at 66 days after sowing (DAS). Pepper fruits were harvested between 2 to 3 times per week. The cultivation timeline was shown in Table 1.

Table 1 Hot pepper cultivation timeline in 2020. All stages are elucidated by days after sowing (DAS), and weeks after transplanting (WAT). The plants were cultivated in an open field at Kanchanaburi

Date (2020)	Stage	Days after sowing (DAS)	Weeks after transplanting (WAT)
Jun -02	Sowing	n/a	n/a
Jul-07	Transplanting	35	n/a
Jul-22	First flowering	52	7
Jul-31	First data recording	58	8
Sep-08	First harvest	66	9
Nov-04	Final data recording	113	18
Dec-12	Final harvest	160	22

Data collections

Data collection was initiated at 8 WAT and recorded fortnightly until 18 WAT. At the harvesting dates, a tape measurer was used to assess plant height from the bottom (above ground level) to its top of the plant canopy. After having the height, light intensity was measured with a quantum light meter (Li-250A; LI-COR Inc, Lincoln, NE, USA.). Light transmission ration (LTR) were collected at above, middle, and bottom of the plant canopy. Calculation of LTR was concisely by divided light intensity received at the bottom level to light intensity received at the above canopy of the plant which is well explained by Ewel (1982).

The plants were cut down and carefully separated their leaves, flowers, fruits, and stems. Initially, fruit fresh weight was recorded. Then, the identical leaves from LTR were disparated to measure nitrate content. All the leaves were sliced and blended in a mortar altogether. The sap sample was added with distilled water. Sample preparation and the nitrate content was measured by RQflect reflectometer modified method from Pantelidis et al. (2007).

Others parameters had initiated with leaf area which evaluated using a freeware program namely ImageJ (Easlon et al., 2014). The planted were dried with an oven before measuring its weight at 70°C (LDO-060E; Labtech, Kyonggi-Do, Korea). The leaf area and the dry weight were used to calculate net assimilation rate (NAR) by the rate of dry weight increased (W) per unit of leaf area (L; Vernon, 1963). Lastly, plant health index (PHI) was calculated (Fan et al., 2013). All the equations were illustrated in Table 2.

Table 2 Equations of physiological parameters: light transmission ration (LTR), net assimilation rate (NAR), and plant health index (PHI) were utilized to determine hot pepper growth

No.	Parameters	Equation	Reference
1	Light transmission ratio (LTR)	$LTR\ (\%) = \frac{l_i}{l_o}$ x 100	Dhandayuthapani (2015)
2	Net assimilation rate (NAR)	$E = \frac{1}{\mathrm{L}} \frac{\mathrm{dW}}{\mathrm{dt}}$	Vernon (1963)
3	Plant health index (PHI)	$PHI = \frac{\text{Stem diameter}}{\text{Stem height}}$ x Dry weight	Fan et al. (2013)

Results and Discussion

Plant height

Plant height of two hot pepper cultivars increased since 8 WAT. The comparative 01 cultivar had higher plant height compared with the 'Duangsetthee'. The highest plant of both cultivars is approximately 1.4 m at 16 WAT (Fig. 1A). However, 2 weeks after, hot pepper plants start to collapse while the quantity of hot pepper production seemed to decrease although it was a perennial one (Cooperative Extension, the University of Georgia, 2009). Literally, the hot pepper fresh production showed an identical trend of its height (Fig. 1A and 1C). Regularly, hot pepper should be grown over a year, but its production cannot be extended to the target of 1 kilogram per m^2 under a typical period of time. Several growers aim to grow the plant as of a crop rotation under a period of 3 to 4 months before their own major crop restarts. Thus, the numbered target of fresh production will be an important data to gain a profit from the shared market. Preferably, the plant height will become a new and simple standard of hot pepper observation. This number will determine how the plant responses to the environment. At certain points, supplement fertilizers would be applied whether the plant maintains its growth on the standard itself.

Light transmission ratio (LTR)

At the first data recording, LTR exhibited high value of light penetration thru hot pepper canopy, nevertheless, the penetration started to drop drastically due to the height had been increased with leaf area and number multiplication. The LTR was swung between 8 to 12 WAT from both cultivars which, later, the tendency seemed indifferent (Fig.1B). Light is one of the most important factors regarding plant photosynthesis (Li et al., 2014). Theoretically, plants can be grown healthy with an optimal light intensity to remain its maximum photosynthetic efficacy, of which is anticipated to obtain a high yield (Kang et al., 2013). In this case, light intensity underneath hot pepper canopy may be decreased after the plants having grown, but the production is in an opposite (Fig. 1D). It seems that 'Duangsetthee' had greater fresh production, not only, the fresh production, but also, dry mass from NAR calculation (Fig. 2A). Furthermore, daily light integral (DLI) of hot pepper should be recorded to see whether light intensity could be relatively induced the yield. On the other hand, several techniques could be applied to increase photosynthetic rate to reach the final target of 1kilogram production per m^2. Leaf area index of hot pepper might be another parameter to observe whether the leaf area data collection is crucial. Besides, manipulating light reflection from its ground cover from the underneath plant canopy to increase light intensity may alleviate need of light above the ground level (Lang, 1986). A small amount of light receives could lead to any metabolism inside the plant canopy (Saengtharatip et al., 2018). Several materials should be used, e.g., velvet bean polyethylene plastic and rice straw were proven to increase its production. (Pullaro, 2006; Vos et al., 1997). With the light at the below canopy, the photosynthetic rate can be remained its pigments metabolism (Saengtharatip et al., 2017). Thus, the relationship between planting area and light should be recommended to any crop production.

Fresh production

The first harvest started at 14 WAT. The data was recorded and summarized throughout a week. At the beginning, the numbers were in parallel, but it became a part from 13 WAT (Fig. 1C). 'Duangsetthee' had higher total production than comparative 01 especially between 15 to 17 WAT. For a crop rotation within 3 or 4 months, hot pepper can be grown and harvested effortlessly. The seedling could be prepared and transplanted beforehand, according to the cultivation timeline.

Nitrate content

Nitrate content of two hot pepper cultivars were shown in Fig. 1-D. The leaves nitrate contents were varied between 100 to 400 mg 100 g FW^{-1}. Apparently, nitrate content of 'Duangsetthee' was greater than comparative 01 throughout the cultivation.

This content seems to illustrate ideas of photosynthesis efficiency (Yukio et al., 1980) and fertilizer management (Ayodele, 2015; Zhu, 2005). Firstly, nitrate has been associated with α-ketoglutarate in tricarboxylic acid cycle which influences the growth by affecting the pathway on nitrate assimilation, nitrate uptake, or on the activity of enzyme (Tretter, 2005; Zhu et al., 2005). The lower nitrate content exhibits greater photosynthesis efficiency (Poorter, 1998). Secondly, limiting nitrogen fertilizer on 'Duangsetthee' or even comparative 01 could remain fresh production (Zhu et al., 2005). This might play a role in economic feasibility scheme on the further in-field management (Ayodele, 2015).

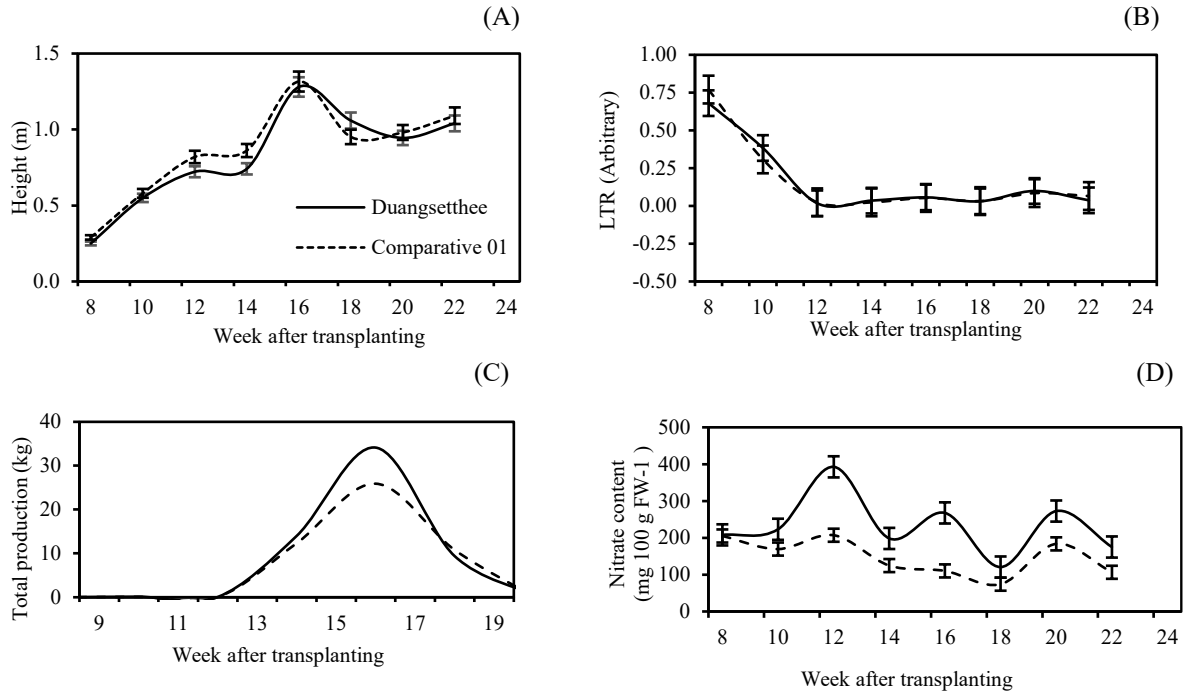


Fig. 1 Physiological parameters change of two hot-pepper cultivars after transplanting in an open field: (A) plant height; (B) light transmission ratio; (C) fresh production including green and red fruits; (D) nitrate content in leaves of two hot pepper cultivars

Net assimilation rate (NAR)

Between 8 to 12 WAT, NAR of both cultivars hot pepper were similar, but it became inapposite afterward (Fig. 2A). The NAR of 'Duangsetthee' was risen. This was related to its own fresh production (Fig.1C). NAR, by chance, is considered to be a photosynthetic rate or photosynthetic productivity. The rate is calculated by plant biomass and its leaf area to illustrate the photosynthetic efficiency (Vernon, 1963). Tendency of NAR drop on 17 WAT. One point to be noticed whether trimming might alleviate light dissipation throughout canopy as well as diffuse light effect in plant canopy under greenhouse cultivation (Li et al., 2014). The greater light transmission leaves received, the more NAR is expected (Bruggink et al., 1987). The LTR should be paid more attention to see whether the light is a trigger on fresh production. This might lead to a greater production for its management in the future.

Plant health index

PHI of two cultivars increased since 8 WAT. This parameter emphasizes the harvesting time especially in comparative 01. It was fluctuated even the overall tendency is increasing (Fig. 2C). Since health index is measured from the size of the plant, height, and dry weight of which, connected to the production (Fan et al., 2013). Comparative 01 had less total production compared with 'Duangsetthee' (Fig. 1C). This imply that some cultivars may not be suitable to continue its production as of the perennial type. The index should be one of the indicators to evaluate hot pepper unless the plant needs to be destructive.

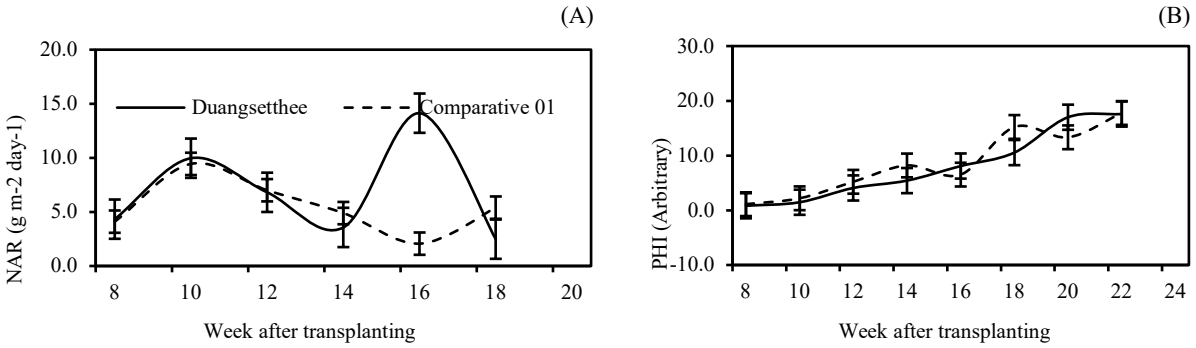


Fig. 2 Physiological parameters change of two hot-pepper cultivars after transplanting in an open field: (A) net assimilation rate; (B) plant health index

Physiological parameters analysis could be a predictable trend of plant production, in this case, 'Duangsetthee' and comparative 01 hot peppers. The parameters lead the idea of in-field management. Observation can be initiated from plant height and light transmission ratio. The stem diameter could be illustrated by its size instead of cutting the plant down, unless the full parameters' analysis is required. Leaf nitrate content is determined to limit its fertilizer usage which cope the operation cost manipulation.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

Authors would like to express a special gratitude to Mr. Manas Chiaravanond who initiate an idea and support funding to this research.

References

Aboukarima, A.M. 2017. Image analysis-based system for estimating cotton leaf area. Asian Research Journal of Agriculture. 5: 1–8. doi.org/10.9734/ARJA/2017/33626.

Ayodele, O.J., Alabi, E.O., Aluko, M. 2015. Nitrogen fertilizer effects on growth, yield and chemical composition of hot pepper (Rodo). International Journal of Agriculture and Crop. 8: 666–673.

Bruggink, G.T., Heuvelink, E. 1987. Influence of light on the growth of young tomato, cucumber and sweet pepper plants in the greenhouse: Effects on relative growth rate, net assimilation rate and leaf area ratio. Sci. Hortic-Amsterdam. 31: 161–174. doi.org/10.10 16/0304-4238(87)90043-4.

Cooperative Extension The university of Georgia. 2009. Commercial Pepper Production Handbook. The University of Georgia. Georgia, USA.

Department of Agriculture. 2020. Situation of hot pepper production in Thailand. https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/ 10สถานการณ์การผลิตพริก_ตุลาคม 63, 7 January 2020. [in Thai].

Dhandayuthapani, U.N. 2015. Analysis of light transmission ratio and yield advantages of pigeon pea in relation to intercrop and different plant population. Afr. J. Agr. Res. 10: 731–736.

Diaz-Pérez, J.C. 1995. Relative water content and water potential of tissue 1. J. Exp. Bot. 46:111–118. doi.org/10.1093/jxb/46.1.111.

Ewel, J. 1982. Leaf area, light transmission, roots and leaf damage in nine tropical plant communities. Agro-ecosystems. 7: 305–326.

Fugunaga, Y. 1980. The influence of TCA-cycle acids on nitrate utilization by cultured plant cells. Plant Sci. Lett. 19: 9–19. doi.org/10.1016/0304-4211(80)90003.

Hsien, M.E. 2014. Easy Leaf Area: Automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. Appl. Plant. Sci. 2:1400033. doi.org/10.3732/apps. 1400033.

Jin, X., Shi, C., Yu, C.Y., Yamada, T., Sacks, E.J. 2017. Determination of leaf water content by visible and near-infrared spectrometry and multivariate calibration in Miscanthus. Front. Plant. Sci. 8: 721.

Kang, J.H., Krishnakumar, S., Atulba, S.L.S., Jeong, B.R., Hwang, S.J. 2013. Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system. Hortic. Environ. Biote. 54: 501–509.

Jolliffe, P.A., Eaton, G.W., Lovett, D.J. 1982. Sequential analysis of plant growth. New. Phytol. 92: 287–296.

Lang, A.R.G. 1986. Estimation of leaf area index from transmission of direct sunlight in discontinuous canopies. Agr. Forest. Meteorol. 37: 229–243.

Li, T., Heuvelink, E., Dueck, T.A., Janse, J., Gort, G., 2014. Marcelis. Enhancement of crop photosynthesis by diffuse light: Quantifying the contributing factors. Ann. Bot-London. 114: 145–156.

Lin, S. 2013. Pepper (*Capsicum* spp.) germplasm dissemination by AVRDC–The World Vegetable Center: an overview and introspection. Chronica Horticulturae 53: 21–27.

Pantelidis, G.E. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and cornelian cherries. Food. Chem. 102: 777–783. doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021.

Pullaro, T.C., Marino, P.C., Jackson, D.M., Harrison, H.F., Keinath, A.P. 2006. Effects of killed cover crop mulch on weeds, weed seeds, and herbivores. Agr. Ecosyst. Environ. 115: 97–104.

Perks, M.P. 2001. Chlorophyll fluorescence characteristics, performance and survival of freshly lifted and cold stored Douglas fir seedlings. Ann. For. Sci. 58: 225–235.

Poorter, H. 1998. Photosynthetic nitrogen-use efficiency of species that differ inherently in specific leaf area. Oecologia 116: 26–37.

Researchandmarket. 2020. World pepper market: Historic review of 2007–2018 with projections to 2025. https://globenewswire. com. news-release/World-Pepper-Market-2020Historic-Review-of-2007-2018-with-Projections-to-2025, 12 February 2021.

Saengtharatip, S. 2017. Supplemental upward LED lighting for growing romaine lettuce (*Lactuca sativa*) in a plant factory: cost performance by light intensity and different light spectra. Acta Hortic. 1227:623–630. doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1227.79.

Saengtharatip, S., Goto, N., Kozai, T., Yamori, W. 2018. Green light penetrates inside crisp head lettuce leading to chlorophyll and ascorbic acid content enhancement. International Symposium on Soilless Culture and VIII International 1273, pp. 261–270.

Thakur, H. 2018. Chilli leaf curl virus disease: A serious threat for chilli cultivation. J. Plant. Dis. Protect. 125: 239–249.

Tretter, L. 2005. Alpha-ketoglutarate dehydrogenase: A target and generator of oxidative stress. Philos. T. R. Soc. B. 360: 2335–2345. doi.org/10.1098/rstb.2005.1764.

Vernon, A.J. 1963. A method of calculating net assimilation rate. Nature 200: 814–814.

Vos, J.G.M., Sumarni, N. 1997. Integrated crop management of hot pepper (*Capsicum* spp.) under tropical lowland conditions: Effects of mulch on crop performance and production. J. Hortic. Sci. 72: 415–424.

Zhu, J.H. 2005. Environmental implications of low nitrogen use efficiency in excessively fertilized hot pepper (*Capsicum frutescens* L.) cropping systems. Agr. Ecosyst. Environ. 111: 70–80. doi: 10.1016/j.agee.2005.04.025.

Fan, X.X. 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. Sci. Hortic-Amsterdam. 153: 50–55.

การพัฒนาตัวแบบของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตพืชเศรษฐกิจ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ และวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม

Development of forecasting models of economic crops yield by using multiple linear regression analysis and artificial neural network

ภัทธนันต์ นุตสติ, เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์*, ฉวัลย์ศักดิ์ เผ่าสังข์, รักศักดิ์ เสริมศักดิ์, สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต, ยุพดี ฟูประเสริฐ

Pattanun Nutsati, Kriengkri Kaewtrakulpong*, Thawansak Phaosang, Raksak Sermsak, Sompong Jedsadathumsathit, Yuphadee Fuprasert

ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrkkk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ปริมาณผลผลิตรายปีของพืชเศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในเขตภาคกลางของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปัจจัยการผลิตในช่วงปี พ.ศ. 2524 ถึง 2562 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ โดยได้นำวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis: MLR) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) มาใช้ในการพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ และทดสอบตัวแบบด้วยเทคนิค 10-Fold Cross-Validation แบบทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแม่นยำโดยใช้ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) จากผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตรายปีด้วยวิธี ANN ให้ค่า RMSE ต่ำกว่า วิธี MLR ในพืชทุกชนิด โดยค่า RMSE การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตรายปีด้วยวิธี ANN ของข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าเท่ากับ 84,543.57 ตัน 27,434.01 ตัน 184,138.64 ตัน 77,965.65 ตัน และ 49,547.99 ตัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: การพยากรณ์, วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคูณ, วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

Yield forecasting models of five economic crops comprised of in-season rice, off-season rice, sugarcane, cassava and maize were developed in this study. Data related to input factors and yields of each crop cultivated in central region of Thailand for the period of 1981–2019 were used and obtained from the Office of Agricultural Economics, the Office of Cane and Sugar Board and the Office of National Water Resources. The multiple linear regression analysis (MLR) and Artificial Neural Network (ANN) were applied for developing the forecasting models. The Repeated 10-Fold Cross-Validation technique with 5 replications was used to evaluate the developed models. The results showed that the prediction by using the ANN approach provides higher accuracy for all crops. The root mean square error (RMSE) values obtained from the ANN approach were lower than RMSE values obtained from the MLR analysis. According to computational test, the lowest RMSE obtained from the ANN approach were 84,543.57 ton, 27,434.01 ton, 184,138.64 ton, 77,965.65 ton and 49,547.99 ton for in-season rice, off-season rice, sugarcane, cassava, and maize, respectively.

Keywords: artificial neural network, forecasting, multiple linear regression analysis

คำนำ

ภาคเกษตรกรรมในประเทศไทยมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยจะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2562 มีเกษตรกรกว่า 18 ล้านราย ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 27.10 ของประชากรในประเทศทั้งหมด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563) และมีพื้นที่ถือครองทางการเกษตรมากถึง 149.25 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 46.53 ของพื้นที่ทั้งประเทศ (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2562) นอกจากนี้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ในปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่า 1,351 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 8 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562) ประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการพัฒนา เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมและประเทศไทยด้วยการใช้โมเดลเศรษฐกิจที่เรียกว่า “BCG Model” ซึ่งเป็นการพัฒนา 3 เศรษฐกิจ คือ เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งมูลค่าพืชเศรษฐกิจ 5 อันดับแรกของประเทศไทย คือ ข้าว ยางพารา อ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน มีมูลค่ารวมกว่า 7.4 แสนล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2560 3.3 หมื่นล้านบาท (ศูนย์วิเคราะห์เศรษฐกิจ ทีเอ็มบี, 2561)

ปัจจุบันมีเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช่ในการพยากรณ์ เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis: MLR) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) การจำลองการพยากรณ์โดยใช้นิวโรฟัซซี และการใช้อัลกอริทึมพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นต้น จากการศึกษาเทคนิคของการพยากรณ์ต่าง ๆ พบว่าการวิเคราะห์การถดถอยในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของข้าวสาลี ตัวแปรอิสระที่ใช้คือ อุณหภูมิ ความชื้นในดิน และอัตราการระเหย ซึ่งพบว่าตัวแบบที่ใช้ให้ผลการพยากรณ์ที่ดี (Qiam และคณะ, 2009) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) อรนงค์ บุเกตุ และพุธษดี รวบรวมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตอ้อยซึ่งประกอบด้วยข้อมูลจังหวัด ปีการผลิต ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อย พบว่าตัวแบบ ANN แบบ 8:4:1 ให้ผลพยากร์แม่นยำที่สุด (อรนงค์ และพุธษดี, 2556) และการคาดการณ์ผลผลิตของพืชสำหรับข้าวโพดและถั่วเหลือง โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Kaul et al., 2005)

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณผลผลิตพืชเศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ โดยเลือกพื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตภาคกลางของประเทศ โดยเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ 1. MLR และ 2. วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) เพื่อให้ได้เครื่องมือที่จะช่วยในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตพืชเศรษฐกิจดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งจะนำไปสู่การบริหารจัดการอย่างถูกต้อง เหมาะสม และทันต่อสถานการณ์ ช่วยให้ภาครัฐสามารถวางแผน นโยบายต่าง ๆ ที่เหมาะสม เกษตรกรสามารถการวางแผนการเพาะปลูก และภาคเอกชน ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถวางแผนบริหารจัดการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ โดยใช้ข้อมูลปริมาณผลผลิตรายปีของพืช 5 ชนิด คือ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในเขตภาคกลาง จำนวน 22 จังหวัด ได้แก่

กรุงเทพมหานคร กำแพงเพชร ชัยนาท นครนายก นครปฐม นครสวรรค์ นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ ลพบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สระบุรี สิงห์บุรี สุโขทัย สุพรรณบุรี อ่างทอง และอุทัยธานี ส่วนข้อมูลปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกับปริมาณผลผลิต ได้แก่ จำนวนพื้นที่เพาะปลูก ราคาขายของพืชที่ศึกษา และปริมาณน้ำฝน โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ถึง 2562

2. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) เป็นการศึกษาระดับความสัมพันธ์ของ X กับ Y ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด และมีทิศทางความสัมพันธ์อย่างไร เมื่อ X เป็นตัวแปรอิสระ และ Y เป็นตัวแปรตาม กำหนดให้ P คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของประชากร เมื่อ $-1 \leq P \leq 1$ เนื่องจากในการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ไม่ได้เก็บข้อมูลจากประชากรแต่เป็นการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จึงเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวอย่าง โดยใช้สัญลักษณ์ ว่า r เมื่อ $-1 \leq r \leq 1$ ดัง Equation 1

$$r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum(xi^2 - n\overline{x^2})}\sqrt{\sum(yi^2 - n\overline{y^2})}} \quad (1)$$

โดยที่ n แทน จำนวนตัวอย่าง $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวแปร x และ $\bar{y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวแปร y

3. วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis: MLR) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent Variable) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) โดยที่ตัวแปรอิสระมีมากกว่าหนึ่งตัว โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการตาม Equation 2

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \cdots + b_kx_k \quad (2)$$

โดยที่ y คือ ค่าของตัวแปรตาม b_0 คือ ค่าคงที่ของสมการถดถอย $b_1, b_2, \ldots, b_k$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถอถอยของตัวแปรอิสระ x_k แต่ละตัว และ $x_1, x_2, \ldots, x_k$ คือ ค่าของตัวแปรอิสระแต่ละตัว สำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณจะต้องหาสมการถดถอยเพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม (Y) และหาค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) รวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) (สำราญ, 2554) เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

การคำนวณเกณฑ์ต่าง ๆ ของแต่ละตัวแบบการถดถอย ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S) โดย $S = \sqrt{MSE}$, ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดพหุคูณ (R^2), ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดพหุคูณปรับแก้ (R^2_{adj}) และค่า Mallow's C_p ซึ่งสามารถเขียนตารางหรือกราฟแสดงค่าเกณฑ์ต่าง ๆ ของแต่ละตัวแบบการถดถอยสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบและการคัดเลือก โดยพิจารณาว่ามีตัวแบบการถดถอยใดบ้างที่อยู่ในข่ายของการถูกเลือก อาจพิจารณาจากเกณฑ์เดียวหรือใช้หลายเกณฑ์ประกอบกัน ตัวแบบที่เลือกอาจมีตัวแบบเดียวหรือหลายตัวขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งาน เช่น เมื่อใช้เกณฑ์ของค่า (R^2) จะเลือกตัวแบบที่ให้ค่า R^2 สูงสุด หากใช้เกณฑ์ค่า (S) จะเลือกตัวแบบที่ให้ค่า S ต่ำสุดหรือใกล้เคียงต่ำสุด เป็นต้น (นันทชัย, 2555)

4. วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) เป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ โดยสามารถแบ่งอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมเป็น 4 แบบ คือ โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feedforward Network) โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบย้อนกลับ (Feedback Network) โครงข่ายประสาทเทียมอย่างง่าย (Perceptron) และโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation) โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้อัลกอริทึมของโครงข่ายประสามเทียมแบบการแพร่ย้อนกลับในการสร้างแบบจำลอง เนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นปัจจัยจะถูกนำเข้าเป็นข้อมูลย้อนหลัง ซึ่งอาศัยการเรียนรู้หลาย ๆ รอบเพื่อให้ได้ข้อมูลผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือ และเป็นโครงสร้างที่นิยมใช้ในการพยากรณ์ สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับประกอบไปด้วย 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นข้อมูลนำเข้า (Input Layer) ชั้นข้อมูลส่งออก (Output Layer) และชั้นซ่อน (Hidden Layer) และการปรับสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการคำนาณไปข้างหน้า (Feed forward) จากชั้นข้อมูลน้ำเข้าไปยังชั้นซ่อนและไปสู่ชั้นข้อมูลส่งออก 2) ขั้นตอนการคำนวณและการแทนค่ากลับของผลรวมความผิดพลาดของผลลัพธ์กับค่าเป้าหมาย 3) ขั้นตอนการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ไปเรื่อย ๆ ขั้นตอนนี้จะขึ้นอยู่กับการคำนวณไปข้างหน้าเพียงขั้นตอนเดียว โดยจะนำค่าน้ำหนักที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป ซึ่งสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (นรวัฒน์ และนันทชัย, 2559) ดังแสดง ใน Fig. 1

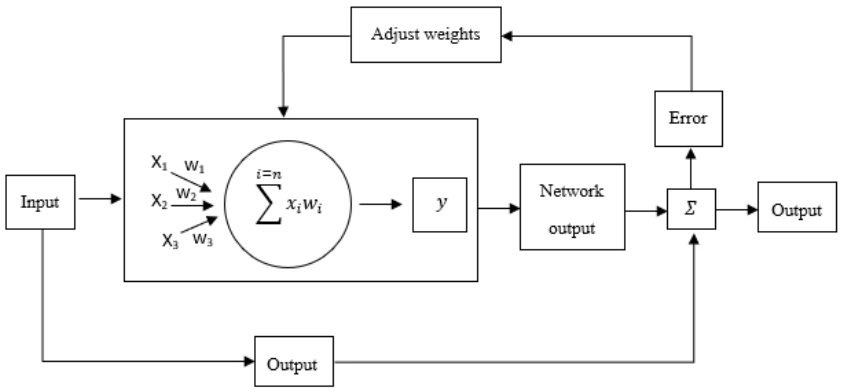


Fig. 1 Back-propagation training algorithm (Law, 2000)

จาก Fig. 1 อักษร X แทนเวกเตอร์ (Vector) ของข้อมูลนำเข้าซึ่งฟังก์ชันที่ใช้ในโมเดลนี้คือ เรคติไฟต์ลิเนียร์ ยูนิท (Rectified Linear Unit - ReLU) ที่จะหยุดไม่ให้มีการส่งผลลัพธ์ตลอดเวลา เมื่อเข้าฟังก์ชัน ReLU ด้วยค่าที่เป็นลบจะแปลงค่าเป็น 0 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ทำให้โมเดลไม่ทำงาน ทำให้การฝึกการเรียนรู้ทำงานได้รวดเร็ว ยกเว้นหากค่าเป็นบวกจะให้ผลลัพธ์ตามค่าที่ส่งเข้ามา

5. ทดสอบชุดข้อมูล (Modal Validation) ปัจจัยการผลิตในช่วงปี พ.ศ. 2524 ถึง 2562 โดยตัวแบบที่ได้จะอยู่ในรูปของกฎการจำแนกประเภทข้อมูลการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ (Training Set) แล้วนำไปทดสอบด้วยชุดทดสอบ (Test Data) โดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้ (k-fold Cross-validation) ซึ่งเป็นการแบ่งข้อมูลแบบสุ่ม

ออกเป็นจำนวนกลุ่มตามเลข เช่น หากกำหนดให้ k มีค่าเท่ากับ 5 หมายความว่ามีการแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 กลุ่ม จะมีการแบ่งข้อมูลเพื่อเรียนรู้และทดสอบดังแสดงใน Fig. 2

Iteration 1:	**Train on**	2	3	4	5	**, test on**	1
Iteration 2:	**Train on**	1	3	4	5	**, test on**	2
Iteration 3:	**Train on**	1	2	4	5	**, test on**	3
Iteration 4:	**Train on**	1	2	3	5	**, test on**	4
Iteration 5:	**Train on**	1	2	3	4	**, test on**	5

Fig. 2 Five-fold cross-validation for evaluating a modal's performance

6. เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ของวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE) และค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังแสดงใน Equation 3 และ 4

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|f_i - y_i| \tag{3}$$

เมื่อ f_i คือ ค่าประมาณจากแบบจำลองค่าข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์

y_i คือ ค่าที่แท้จริงของข้อมูลจริงที่ได้จากการคำนวณ

n คือ จำนวนขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณ

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k}((y_i - \hat{y}_i)^2)}{k}} \tag{4}$$

เมื่อ k คือ จำนวนจุดทดสอบ

y_i คือ ตัวแปรตามที่เป็นจริงสำหรับจุดทดสอบที่ $i, i = 1, 2, \dots, k$

$\hat{y}_i$ คือ ผลลัพธ์จากการพยากรณ์สำหรับจุดทดสอบที่ $i, i = 1, 2, \dots, k$

7. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพทอน (Python) เพื่อวิเคราะห์และพัฒนาตัวแบบสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis: MLR) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

จากการนำตัวแปรอิสระที่มีต่อปริมาณผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ คือ จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (Land) ราคาขายของพืชที่ศึกษา (Price) และปริมาณน้ำฝน (Rain) มาวิเคราะห์ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ พบว่าตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต โดยตัวแปรจำนวนพื้นที่เพาะปลูก มีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตมากที่สุด ตัวแปรราคาขายของพืชที่ศึกษา และตัวแปรปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์มากเป็นลำดับถัดมา ดังแสดงใน Fig. 3

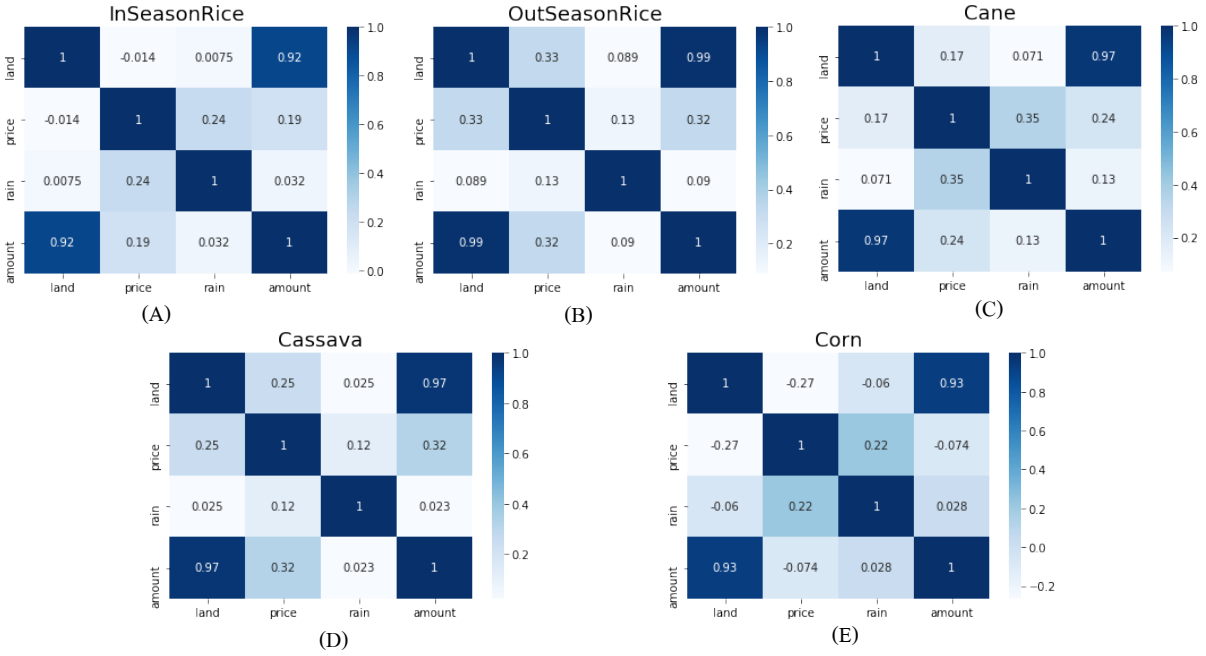


Fig. 3 Correlation coefficients among crop yield (amout), cultivated area (land), crop price (price), and amount of rainfall (rain) of in-season rice (A), off-season rice (B), sugarcane (C), cassava (D) and maize (E)

ผลการพัฒนาตัวแบบสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis: MLR)

คณะผู้วิจัยได้แบ่งชุดข้อมูลตัวแปรอิสระและตัวแปรตามออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ (Training set) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing set) โดยในการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณครั้งนี้ ได้ทดสอบโดยการปรับค่าความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ (Model Validation) ด้วยวิธีการตรวจสอบแบบไขว้ (k-fold Cross-validation) ที่ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของตัวแบบสมการพยากรณ์ด้วยการแบ่งชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ออกเป็น 10 ชุดย่อย และทำการตรวจสอบเพื่อปรับค่าความถูกต้อง จำนวน 5 ซ้ำ (10-fold Cross-validation with 5 replication) ดัง Fig. 4 ผลการตรวจสอบดังกล่าวทำให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน โดยได้แสดงค่า RMSE ของตัวแบบพยากรณ์ของพืชเศรษฐกิจทั้ง 5 ชนิดไว้ใน Table 1

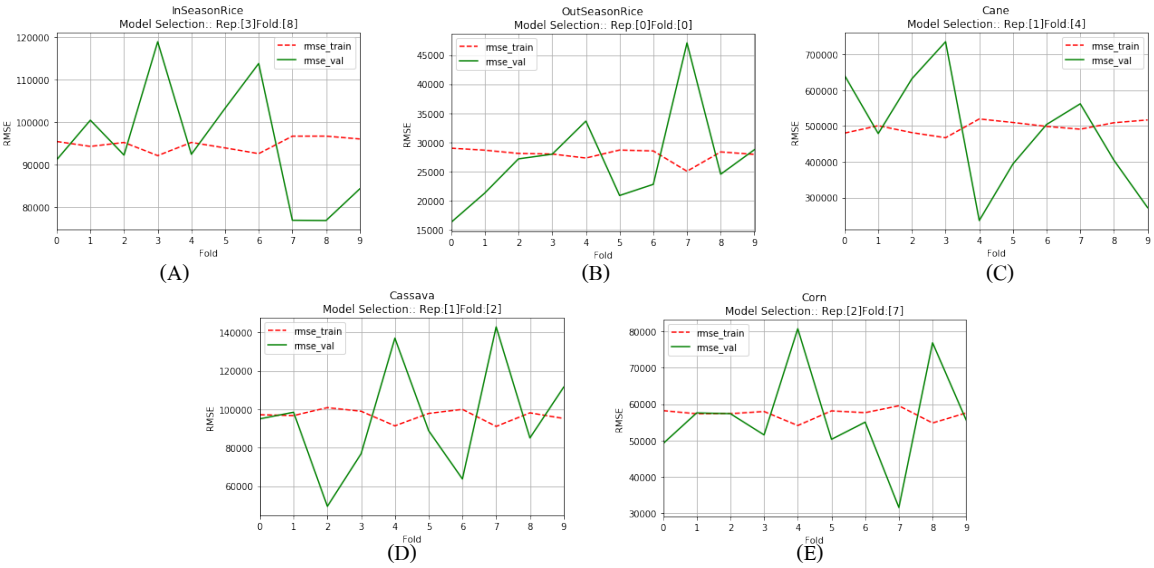


Fig. 4 Prediction value compared with exact value of crop yield for in-season rice (A), off-season rice (B), sugarcane (C), cassava (D) and maize (E)

ผลการพัฒนาตัวแบบสมการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN)

คณะผู้วิจัยได้แบ่งชุดข้อมูลตัวแปรอิสระและตัวแปรตามออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ (Training set) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing set) และพัฒนาตัวแบบสมการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) โดยกำหนดให้จำนวนโหนด (Node) ของชั้นข้อมูลนำเข้า จำนวนโหนดของชั้นซ่อน และจำนวนโหนดของชั้นข้อมูลส่งออก มีค่าเท่ากับ 3, 32 และ 1 ตามลำดับ

จากนั้นป้อนข้อมูลสำหรับเรียนรู้เข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมดังกล่าวและปรับการสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ เพื่อปรับค่าน้ำหนักของแต่ละโหนดที่ผ่านค่าไปยังแต่ละชั้นของโครงข่ายประสาทเทียม โดยได้ปรับสอนจำนวน 500 รอบ เพื่อทำให้ตัวแบบสมการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ผลจากการปรับสอนทำให้การพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีค่า RMSE ต่ำกว่าค่า RMSE ของวิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุคูณ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Model performance for each of the proposed algorithm (MLR: Multiple Linear Regression Analysis and ANN: Artificial Neural Network) based on RMSE (ton/rai) and R^2

Economic crops	MLR		ANN
	RMSE	R^2	RMSE
In-season rice	76,189.384	0.9103	38,039.1388
Off-season rice	15,142.04	0.9928	12,217.5101
Sugarcane	231,734.9764	0.9900	106,183.0703
Cassava	61,942.7088	0.9792	11,976.1768
Maize	33,873.705	0.9410	11,679.8222

ซึ่งจากการนำตัวแบบสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุคูณ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม นำมาทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบ พบว่าวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมให้ผลการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของพืชเศรษฐกิจที่แม่นยำกว่าวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุคูณ ดังแสดงผลการทดสอบการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของพืชเศรษฐกิจทั้ง 5 ชนิด ใน Table 2 และ Fig. 5

Table 2 Comparison of Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE) obtained from Multiple Linear Regression Analysis (MLR) and Artificial Neural Network (ANN)

Economic crops	MLR		ANN	
	RMSE	MAE	RMSE	MAE
In-season rice	94,925.5307	69,130.0313	84,543.5718	53,205.5062
Off-season rice	27,989.3536	15,189.9460	27,434.0106	17,850.8100
Sugarcane	489,610.1715	303,177.3979	184,138.6495	140,166.7014
Cassava	96,879.6234	63,196.6779	77,965.6557	42,612.9411
Maize	57,381.4778	38,195.6353	49,547.9965	8,170.7315

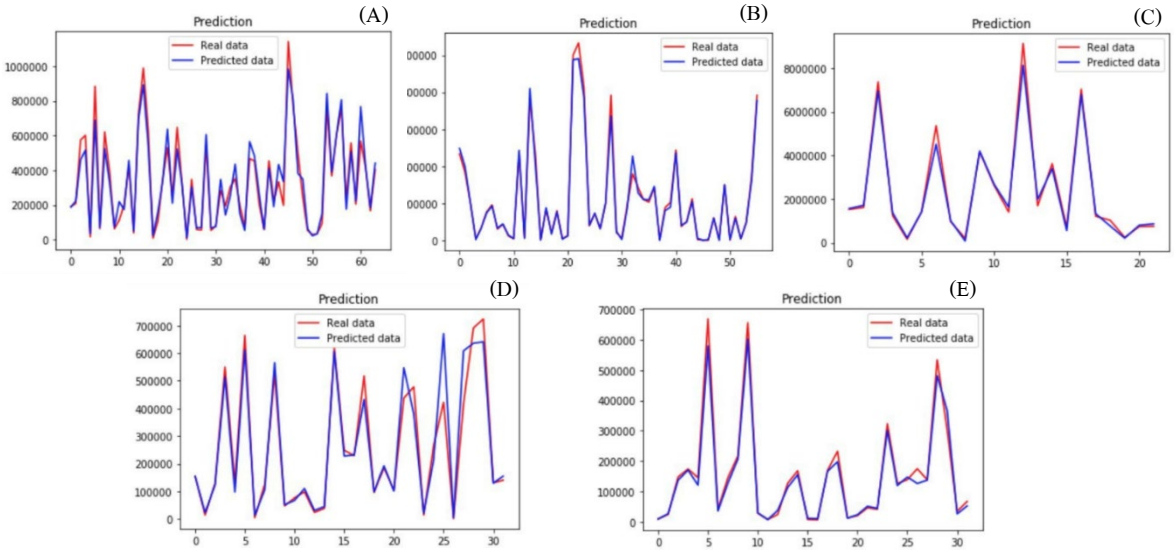


Fig. 3 Prediction value compared with exact value of crop yield, land, crop price, and amount of rain in-season rice (A), off-season rice (B), sugarcane (C), cassava (D) and maize (E)

สรุป

จากการพัฒนาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรังอ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยอาศัยข้อมูลพื้นที่ปลูก ข้อมูลราคา และข้อมูลปริมาณฝน และจากการปรับค่าความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ (Model Validation) ด้วยเทคนิค 10-Fold Cross-Validation แบบทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง เพื่อลดโอกาสการเกิด overfitting พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมสามารถพยากรณ์ปริมาณผลผลิตได้แม่นยำมากกว่าวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณในทุกพืช ซึ่งแนวทางในการพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ปริมาณ

ผลผลิตพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ได้ต่อไป รวมถึงแนวทางการวิจัยในอนาคต ที่ควรมีการทดสอบเพิ่มชุดข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ ที่ให้ค่าความแม่นยำของการพยากรณ์สูงมากยิ่งขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. http://alro.go.th, 24 กุมภาพันธ์ 2563.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.). 2553. สรุปแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2555–2573.

ธเนศ อุทิศธรรม. ศักยภาพพลังงานจากชีมวลเหลือทิ้งในประเทศไทย. 2550. ฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

นรวัฒน์ เหลืองทอง, นันทชัย กานตานันทะ. 2559. การเลือกตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24: 371–381.

นันทชัย กานตานันทะ. 2555. การพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เชิงสาเหตุ. ว.วิศวกรรมซาสตร์ 4: 35–48.

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. ประโยชน์ของโรงไฟฟ้าชีวมวล. 2554.

สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562. สถิติการเกษตรของแระเทศไทย ปี2562. https://www.opsmoac.go.th/nakhonsithammarat-dwl-files-421191791137, 21 เมษายน 2563.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2562. www.nesdc.go.th, 14 กุมภาพันธ์ 2564

สำราญ มีแจ้ง. 2554. การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ. กรุงเทพฯ.

อรนงค์ บุเกตุ, พุธษดี. 2556. แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณอ้อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม. ว.วิทย. มข. 41: 213–225.

Law, R. 2000. Back-propagation learning in improving the accuracy of neural network-based tourism demand forecasting. Tourism Manage 21: 331–340.

Kaul, M., Robrt, L.H., Charles, W. (2005) Artificial neural networks for corn and soybean yield prediction. Agr. Syst. 85: 1–18.

Qian, B., Jong, R.D., Warren, R., Chipanshi, A., Hill, H., 2009, Statistical spring wheat yield forecasting for the Canadian Prairie Provinces. Agric. For. Meteorol. 149: 1022–1031.

การประเมินการใช้น้ำและผลผลิตของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีลักษณะปากใบแตกต่างกันในสภาพขาดน้ำ

The evaluation of water consumption and grain yield of Jao Hom Nin mutants with different stomata characters in drought stress condition

รังสรรค์ หนองหงอก[a,b,*], คัทลียา ฉัตร์เที่ยง[a], อภิชาติ วรรณวิจิตร[a,b]

Rangsan Nong-ngok[a,b,*], Cattleya Chutteang[a], Apichart Vanavichit[a,b]

[a]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[b]ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[a]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen 73140, Thailand.

[b]Rice Science Center & Rice Gene Disocvery Unit, Kasetsart University, Kamphaeng Saen 73140, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: rungsan_nivas1993@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้น้ำและผลผลิตของข้าวเจ้าหอมนิลสายพันธุ์กลาย 4 สายพันธุ์ที่มีลักษณะปากใบแตกต่างกัน ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบในสภาพให้น้ำปกติเปรียบเทียบกับสภาพขาดน้ำในระยะตั้งท้อง พบว่า พันธุ์เปรียบเทียบทนแล้ง DH212 มีความหนาแน่นปากใบปานกลางและขนาดเล็ก ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบไม่ทนแล้ง IR64 มีความหนาแน่นปากใบสูงและขนาดปานกลาง ในขณะที่ สายพันธุ์ MU352 มีความหนาแน่นปากใบต่ำแต่มีขนาดใหญ่ ส่วนสายพันธุ์ MU3117 มีความหนานแน่นปากใบปานกลางและขนาดเล็ก ซึ่งทั้ง 2 สายพันธุ์มีการใช้น้ำตลอดการปลูกเพียง 16.8–17.4 ลิตรและให้ผลผลิตลดลงในสภาพขาดน้ำ 54–59% เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำปกติ ส่วน MU826 และ MU2447 มีความหนาแน่นปากใบสูงและขนาดปานกลาง มีปริมาณการใช้น้ำตลอดการปลูก 18.3–18.4 ลิตร และให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำลดลงถึง 75–76% เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำปกติ ดังนั้นความหนาแน่นปากใบมีอิทธิพลต่อสภาพการขาดน้ำมากกว่าขนาดของปากใบ โดยความหนานแน่นปากใบมีสหสัมพันธ์เชิงลบต่อการให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำ (r = -0.70)

คำสำคัญ: ขนาดปากใบ, ข้าวสายพันธุ์กลาย, ความหนาแน่ปากใบ, สภาพแล้ง

Abstract

The objective of this research was to study water use and yield of four Jao Hom Nin mutant lines with different stomata characters with control varieties in normal and drought conditions at booting stage. The result found that drought tolerance variety; DH212 had medium stomata number with small size and the susceptible variety IR64 had high stomata density with medium size. While, MU352 had low stomata density with large size and MU3117 had medium stomata density with small size. The water used in both lines was 16.8–17.4 liters and yield were decreased 54–59% when compared with normal condition. On the other hand, MU826 and MU2447 that showed high stoma density with medium size were used water from 18.2–18.4 liters and then yield was decreased 75–76% when compared with normal condition. Therefore, the stomata density has more affect than that of stoma size in drought condition and the stomata density had negative correlation with yield in drought condition (r = -0.70)

Keywords: drought stress, mutant rice, stomata density, stomata size

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศ การปลูกข้าวมีความเสี่ยงที่จะได้ผลกระทบจากภัยแล้งทุกระยะ โดยเฉพาะในระยะตั้งท้องซึ่งเป็นช่วงวิกฤต (Zhang et al., 2018) ในสภาพปกติเมื่อข้าวอายุ 120 วัน จะใช้น้ำปริมาณมากถึง 1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อวัน และข้าวอายุสั้นจะใช้น้ำ 1,080 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อวัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558) จากสถานการณ์ภัยแล้งที่รุนแรงทำให้ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูกจนกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาและพัฒนาสายพันธุ์ข้าวให้มีความทนทานต่อสภาพขาดน้ำเพื่อช่วยลดความเสียหายจากภัยแล้งและให้ผลผลิตข้าวมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น

ปากใบ เป็นลักษณะที่สำคัญทำหน้าที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซในบรรยากาศเข้าสู่เนื้อเยื่อของพืชเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และช่วยในการคายน้ำ ทำให้การดึงน้ำและธาตุอาหารเป็นไปอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้เกิดการหมุนเวียนน้ำระหว่างพืชและสิ่งแวดล้อม ซึ่งความหนาแน่นและขนาดของปากใบที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างด้วยเช่นกัน (พวงผกา, 2557) การตายของใบเกิดขึ้นเนื่องจากขาดน้ำ (Hsiao et al., 1984) และการฟื้นตัวเป็นกลไกที่สำคัญทำให้ข้าวได้ผลผลิตหลังจากได้รับน้ำ ลักษณะเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินความทนแล้งได้ ส่วนผลผิลต และองค์ประกอบผลผลิต จะใช้พิจารณาในการคัดเลือกข้าวทนแล้ง (กิตติชัย และคณะ, 2556)

งานทดลองครั้งนี้จึงทำการประเมินประชากรข้าวเจ้าหอมนิลสายพันธุ์กลายที่มีลักษณะปากใบแตกต่างกันที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวและหน่วยค้นคว้าและใช้ประโยชน์จากยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อศึกษาข้าวลักษณะของปากใบ และปริมาณการใช้น้ำของข้าวและการให้ผลผลิตในสภาพแล้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในโรงเรือนปรับสภาพให้แล้ง ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in CRD จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดหน่วยทดลองหลัก (main plot) คือ สภาพให้น้ำปกติและขาดน้ำ หน่วยทดลองรอง (sub plot) คือ เจ้าหอมนิลสายพันธุ์กลาย 4 สายพันธุ์ที่มีปากใบแตกต่างกัน และพันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล (JHN) พันธุ์ทนแล้ง DH212 และพันธุ์อ่อนแอ IR64

เพาะเมล็ดข้าวในถาดเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุ 21 วัน ย้ายปลูกในกระถางพลาสติกที่ไม่มีรูระบายน้ำบรรจุดิน 4.5 กิโลกรัม ดูแลรักษาในสภาพปกติด้วยการเติมน้ำปริมาณ 3.5 ลิตรต่อกระถาง บันทึกการใช้น้ำโดยชั่งน้ำหนักกระถางในสภาพปกติทุก 5 วัน ปฏิบัติตลอดอายุการปลูก เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะตั้งท้องแบ่งงานทดลองออกเป็น 2 สภาพ โดยสภาพขาดน้ำ งดน้ำเป็นระยะเวลา 7 วัน วัดความชื้นดินโดยใช้เครื่องมือ Field Scout รุ่น TDR 150 (Spectrum Technologies Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่ความลึก 12 เซนติเมตร ในวันที่ 3, 5 และ 7 หลังงดการให้น้ำ ประเมินการความเสียหายของใบ และเมื่อครบกำหนด 7 วัน จึงให้น้ำปกติเพื่อประเมินการฟื้นตัว ตามวิธีการของ IRRI (2002) บันทึกลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ศึกษาขนาดของช่องปากใบ (stomatal pore length) และความหนาแน่น (stomatal density) โดยเก็บตัวอย่างใบธงของข้าวที่ปลูกในสภาพปกติ ตัดบริเวณกลางใบแปะด้านท้องใบลงบนแผ่นสไลด์ที่ทาด้วยกาวเอทิล-2- ไซยาโนอะคริเลต 96 เปอร์เซนต์ (ตราเคนจิ ประเทศญี่ปุ่น) รอให้แห้งสนิทแล้วลอกใบที่แปะออก นำตัวอย่างที่ได้ไป

ถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Leica รุ่น DM750 ประเทศเยอรมันนี) ใช้กำลังขยายขนาด 40x โดยใช้โปรแกรม LAS EZ Version 3.4.0 นับจำนวนปากใบและวัดขนาดด้วยโปรแกรม ImageJ Version 1.52a

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาขนาดของช่องปากใบ พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยช่องปากใบมีขนาดอยู่ระหว่าง 12.8–16.5 µm ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.4 µm โดย MU352 (16.5 µm) มีช่องปากใบใหญ่ที่สุด ในขณะที่ MU826 (14.9 µm), MU2447 (14.7 µm), IR64 (14.6 µm), JHN (13.7 µm) และ MU3117 (13.5 µm) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนสายพันธุ์ที่มีขนาดช่องปากใบเล็กที่สุดได้แก่ DH212 (12.8 µm) MU3117 (13.5 µm) และ JHN (13.7 µm) ตามลำดับ (Table 1)

เมื่อนับความหนาแน่นของปากใบ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) มีค่าอยู่ระหว่าง 481–704 mm^2 เฉลี่ยเท่ากับ 618 mm^2 โดย MU2447 (704 mm^2), MU826 (673 mm^2) และ IR64 (668 mm^2) มีความหนาแน่นมากที่สุดตามลำดับ แตกต่างกับ MU3117 (624 mm^2) DH212 (606 mm^2) และ JHN (551 mm^2) ส่วนสายพันธุ์ที่มีความหนาแน่นน้อยสุดได้แก่ MU352 (481 mm^2) (Table 1) เช่นเดียวกับรายงานของ Ohsumi et al. (2007) ที่ระบุว่าข้าว indica และ japonica มีความหนาแน่นปากใบอยู่ระหว่าง 962–1052 mm^2 และ Luo et al. (2012) รายงานว่าความหนาแน่นของปากใบจะเพิ่มจำนวนเมื่อข้าวมีอายุมากขึ้น โดยในระยะตั้งท้อง (ใบธง) จะมีความหนาแน่นของปากใบมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) มีค่าอยู่ระหว่าง 16.6–18.4 ลิตรต่อกอ ข้าวที่ใช้น้ำมากสุดได้แก่ MU826 (18.4 ลิตร), MU2447 (18.3 ลิตร) และ JHN (17.8 ลิตร) ตามลำดับ แตกต่างกับ IR64 (17.5 ลิตร), MU3117 (17.4 ลิตร) และ MU352 (16.8 ลิตร) ส่วน DH212 (16.1 ลิตร) มีปริมาณการใช้น้ำน้อยสุด (Table 1) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ที่มีปากใบใหญ่และความหนาแน่นปากใบสูง จะมีปริมาณการใช้น้ำมากกว่าสายพันธุ์ที่มีปากใบเล็กและความหนาแน่นปากใบต่ำ การใช้น้ำที่แตกต่างกันส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นของปากใบ (กิตติภูมิ และสิริวัฒน์, 2558) สอดคล้องกับรายงานของ Li et al. (2017) ระบุว่า พืชที่มีปากใบใหญ่และความหนาแน่นของปากใบสูง จะมีช่องและพื้นที่ผิวสำหรับการระเหยของน้ำมาก ทั้งนี้การระเหยของน้ำอาจมีปัจจัยอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น สภาพแวดล้อม และลักษณะทางการเกษตรได้แก่ ความสูง ขนาดลำต้น และราก (เอกสิทธิ์, 2552)

Table 1 Stomata length, stomata density and water use of Jao Hom Nin, Jao Hom Nin mutant 4 lines and check varieties under control condition

Lines	Stomata pore length (µm)	stomata density (mm^2)	Water use (lite/plant)
JHN	13.7bc	551d	17.8abc
IR64	14.6b	686a	17.5bcd
DH212	12.8c	606c	16.6e
MU3117	13.5bc	624bc	17.4cde
MU2447	14.7b	704a	18.3ab

Table 1 (continued).

Lines	Stomata pore length (μm)	stomata density (mm^2)	Water use (lite/plant)
MU826	14.9b	673ab	18.4a
MU352	16.5a	481e	16.8de
Mean	14.4	618	17.5
F-test	**	**	**
CV(%)	5.6	4.5	3.3

Note: Significant level of $p < 0.01$ denoted by ** Different letters in each column show significant difference ($p < 0.05$) by means of LSD (Least Significant Difference Test)

เมื่อวัดความชื้นดินโดยใช้เครื่องมือ Field Scout รุ่น TDR 150 สามารถวัดค่าความชื้นดินตั้งแต่ 0–50% (50% ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ) ปรับเปลี่ยนตามวิธีการของ Dobes (2015) ความชื้นดินในสภาพปกติมีค่าอยู่ระหว่าง 50–57% ส่วนในสภาพขาดน้ำค่าจะลดลงเมื่อจำนวนวันที่เพิ่มขึ้น ในวันที่ 3, 5 และ 7 วันหลังงดการให้น้ำ โดยมีค่าความชื้นดิน 26, 16 และ 11% ตามลำดับ และจะเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับสภาพให้น้ำปกติหลังเติมน้ำ (Table 2)

Table 2 Percent volumetric water Content (VWC) at 3 5 and 7 day after Treatment and 7 day after Recovery under control and drought conditions

Conditions	Volumetric Water Content (VWC) (%)			
	3DAT	5DAT	7DAT	7 DAR
Control	50±2	51±3	50±3	57±1
Drought	29±5	16±5	11±3	56±2

การประเมินคะแนนความเสียหายของใบในสภาพขาดน้ำ หลังขาดน้ำ 3 วัน พบว่า ข้าวเริ่มแสดงอาการปลายใบแห้งเล็กน้อย แสดงความเสียหายที่ระดับ 1 ซึ่งไม่มีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ ส่วนในวันที่ 5 และ 7 หลังขาดน้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยหลังขาดน้ำ 5 วัน ข้าวพันธุ์ IR64 และ MU826 แสดงอาการเสียหายมากสุดที่ระดับ 4 ในขณะที่สายพันธุ์อื่นแสดงอาการที่ระดับ 1-2 และหลังจากขาดน้ำ 7 วัน พันธุ์ IR64 แสดงอาการความเสียหายของใบสูงที่สุดที่ระดับ 6 ในขณะที่พันธุ์ DH212, MU3117 และ MU826 แสดงอาการที่ระดับ 5 ส่วน JHN และ MU2447 แสดงอาการที่ระดับ 4 ส่วน MU352 แสดงความเสียหายของใบน้อยที่สุดที่ระดับ 3 (Table 3)

การฟื้นตัว 7 วันหลังจากการให้น้ำตามปกติ พบว่า สายพันธุ์ข้าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยพันธุ์ IR64 และ MU826 มีคะแนนการฟื้นตัวน้อยที่สุดที่ระดับ 6 ในขณะที่พันธุ์ MU2447 JHN และ MU3117 มีคะแนนประเมินการฟื้นตัวระดับ 5, 4 และ 3 ตามลำดับ ส่วน MU352 และ DH212 มีคะแนนประเมินการฟื้นตัวมากที่สุด คือ ระดับ 2 (Table 3)

Table 3 Leaf drying score and recovery score at 3, 5 and 7 day after treated drought condition and 7 day after recovery under control and drought conditions

Conditions	Lines	Leaf drying score			Recovery score
		3DAT	5DAT	7DAT	7 DAR
Control	JHN	0	0c	0e	1f
	IR64	0	0c	0e	1f
	DH212	0	0c	0e	1f
	MU3117	0	0c	0e	1f
	MU2447	0	0c	0e	1f
	MU826	0	0c	0e	1f
	MU352	0	0c	0e	1f
Drought	JHN	1	2b	4bc	4c
	IR64	1	4a	6a	6a
	DH212	0	2b	5b	2ef
	MU3117	1	2b	5b	3d
	MU2447	0	1b	4cd	5bc
	MU826	1	4a	5b	6ab
	MU352	1	1b	3d	2de
Mean	Control	0B	0B	0B	1B
	Drought	1A	2A	5A	4A
F-test					
Condition(A)		**	*	**	**
Lines(B)		ns	**	*	**
A x B		ns	**	*	**
CV(%)		32.5	40.3	16.9	16.3

Note: DAT= Day after Treatment, DAR= Day after Recovery, Significant level of $p < 0.01$ denoted by **. ns indicate not significant difference. Different letters in each column show significant difference ($p < 0.05$) by means of LSD (Least Significant Difference Test)

การเปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ระหว่างสภาพให้น้ำปกติและสภาพขาดน้ำ พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 1.8 และ 1.6 กรัม ตามลำดับ ส่วนผลผลิตต่อกอ และเปอร์เซ็นต์การลดลงของผลผลิต มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ผลผลิตต่อกอในสภาพให้น้ำปกติมีค่าเฉลี่ย 12.8 กรัม มากกว่าในสภาพขาดน้ำที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 3.7 กรัม สอดคล้องกับ

พิเชษฐและคณะ (2560) พบว่า ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกในสภาพปกติและสภาพขาดน้ำจะให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน ในสภาพปกติให้ผลผลิตต่อกอสูงตั้งแต่ 17–19.3 กรัม

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของผลผลิตในสภาพขาดน้ำมีค่าระหว่าง 54–91% โดย JHN, DH212 และ IR64 มีค่าลดลง 72, 73 และ 91% ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์กลาย MU352 และ MU3117 ให้ผลผลิตลดลงน้อยสุดเท่ากับ 54 และ 59% ตามลำดับ ส่วน MU826 และ MU2447 ให้ผลผลิตลดลงมากสุดเท่ากับ 75 และ 76% ตามลำดับ (Table 4) สอดคล้องกับ Zhang et al. (2018) พบว่า การขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตส่งผลให้ผลผลิตลดลง 21–51 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในระยะออกดอกมีผลทำให้ผลผลิตลดลง 42–84 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะสืบพันธุ์ลดลงมากที่สุดคือ 51–90 เปอร์เซ็นต์

Table 4 100 grain weight, yield and % grain yield reduction at 3, 5 and 7 day after treated drought condition and 7 day after recovery of Jao Hom Nin, Jao Hom Nin mutant 4 lines and check varieties under control and drought conditions

Conditions	Lines	100 grain weight (g)	Yield (g)	% grain yield reduction
Control	JHN	1.9	13.2b	0f
	IR64	1.8	11.8c	0f
	DH212	2	13.5ab	0f
	MU3117	1.9	13b	0f
	MU2447	1.8	14.1a	0f
	MU826	1.8	11.2c	0f
	MU352	1.7	13.1b	0f
Drought	JHN	1.7	3.6e	72c
	IR64	1.4	1g	91a
	DH212	1.8	3.6e	73bc
	MU 3117	1.8	5.4d	59d
	MU 2447	1.6	3.3ef	76b
	MU826	1.6	2.9f	75bc
	MU352	1.6	6d	54e
Mean	Control	1.8	12.8A	0B
	Drought	1.6	3.7B	72A
F-test				
Condition (A)		ns	**	**
Lines (B)		*	**	**
A x B		ns	**	**
CV(%)		6.5	3.6	3.6

Note: Significant level of $p < 0.05$ or $p < 0.01$ denoted by * and ** respectively. ns indicate not significant difference. Different letters in each column show significant difference ($p < 0.05$) by means of LSD (Least Significant Difference Test)

การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของปากใบต่อการฟื้นตัว และผลผลิต พบว่า ความหนาแน่นปากใบมีสหสัมพันธ์เชิงลบต่อการฟื้นตัว (r = -0.60) และผลผลิต (r = -0.70) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงบวกต่อความเสียหายใบ (r = 0. 52) เนื่องจากสายพันธุ์ที่มีความหนาแน่นปากใบสูง จะมีการใช้น้ำที่มากกว่า เมื่อขาดน้ำจึงทำให้แสดงอาการที่รุนแรงและมีการฟื้นตัวช้า ส่งผลกระทบต่อผลผลิต ทำให้ผลผลิตลดลง ส่วนความเสียหายของใบมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับผลผลิต (r = -0.55) กล่าวคือ หากแสดงความเสียหายของใบมาก จะทำให้ผลผลิตลดลง การฟื้นตัว มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิต (r = 0.72) และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิต (r = 0.49) ด้วยเช่นกัน (Table 5)

Table 5 Correlation of stomata density, stomata length, water used, leaf drying, % recovery, panicle/plant and 100 grain weight

Parameters	Stomata density	Stomata length	Water used	Leaf drying	%Recovery	Panicle/plant	100 grain weight
Stomata size	-0.29						
Water used	0.29	0.02					
Leaf drying	0.52**	-0.42*	-0.21				
%Recovery	-0.60**	0.11	0.45*	0.42			
Panicle/plant	-0.28	0.01	0.14	0.00	0.06		
100 grain weight	-0.19	-0.31	0.12	-0.27	0.37	0.12	
Yield	-0.70**	0.19	-0.14	-0.55**	0.72**	0.39*	0.49**

สรุป

การทดลองนี้สามารถแบ่งข้าวเจ้าหอมนิลสายพันธุ์กลายได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีศักยภาพในการฟื้นตัวและให้ผลผลิตที่ดีกว่าพันธุ์เจ้าหอมนิลดั้งเดิม คือ MU352 และ MU3117 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มมีปากใบในระดับต่ำ และปานกลาง เช่นเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบทนแล้ง DH212 และกลุ่มที่มีศักยภาพในการฟื้นตัวและให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าพันธุ์เจ้าหอมนิลดั้งเดิม คือ MU826 และ MU2447 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบสูง เช่นเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบไม่ทนแล้ง IR64 ดังนั้น ความหนาแน่นปากใบมีอิทธิพลต่อสภาพการขาดน้ำมากกว่าขนาดของปากใบ จึงสรุปได้ว่า สายพันธุ์ที่มีความหนาแน่นของปากใบต่ำกว่าจะมีการฟื้นตัวหลังจากขาดน้ำ และให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำสูงกว่าสายพันธุ์ที่ที่ความหนาแน่นของปากใบที่สูง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ Climate ready rice : Optmising transpiration to protect rice yield under abiotic stresses ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2558. การใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าในการทำนา "แบบเปียกสลับแห้ง". https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiyirzYmd3uAhUE4jgGHTpYCc0QFjABegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwachirabarami.phichit.doae.go.th%2FBrochures%2FWet%2520alternating%2520dry%2520Brochure1.pdf&usg=AOvVaw2o6EGcIYUNGuej_6AIzmXD, 5 กุมภาพันธ์ 2563.

กิตติชัย นารีนุช, พัชริน ส่งศรี, วัฒนา พัฒนากูล, จิรวัฒน์ สนิทชน. 2556. การประเมินความทนทานต่อสภาพแล้งต้นฤดูปลูก ของเชื้อพันธุกรรมข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง. แก่นเกษตร. 41: 643–648

กิตติภูมิ ธรรมชัย, สิริวัฒน์ สาครวาสี. 2558. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปากใบและดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการ แลกเปลี่ยนก๊าซในพิทูเนียหกสายพันธุ์. ใน: การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 36. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง. 2557. กายวิภาคและสัณฐานวิทยาของพืชมีดอก. บริษัทสำนักพิมพ์ท็อป จำกัด, กรุงเทพฯ.

พิเชษฐ นาเมือง, สำราญ พิมราช, เหล็กไหล จันทะบุตร. 2560. การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทนแล้ง ต่อการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกของข้าวพื้นเมือง. วารสารเกษตรพระวรุณ. 14: 10–21.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตรปี 2563. ใน : ภาวะเศรษฐกิจการเกษตรปี 2563 และแนวโน้มปี 2564. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. 2552. การใช้น้ำของพืช ทฤษฎีและการประยุกต์. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม.

Dobes. 2015. Calibration of TDR Test Probe for Measuring Moisture in the Body of the Railway Substructure and its Subgrade. Civil and Environmental Engineering. 11: 84–94.

Hsiao, T.C., J. C. O'Toole, E. B. Yambao, N. C. Turner. 1984. Influence of osmotic adjustment on leaf rolling and tissue death in rice (Oryza sativa L.). Plant Physiol. 75: 338–341.

International Rice Research Institute. 2002. Standard Evaluation System For Rice (SES). Manila, Indonesia.

Luo, W.-Q. Zhou, P. Liu, C.-X. Li, S.-W. Hou. 2012. The development of stomata and other epidermal cells on the rice leaves. Biologia Plantarum. 56: 521–527.

Ohsumi, A., Tomomi, K., Homma, K., Horie, T., Shiraiwa, T. 2007. Genotypic variation of stomatal conductance in relation to stomatal density and length in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Prod. Sci. 10: 322–328.

Yuping, L., Hongbin, L., Yuanyuan, L., Suiqi, Z. 2017. Improving water-use efficiency by decreasing stomatal conductance and transpiration rate to maintain higher ear photosynthetic rate in droughtresistant wheat. The Crop Journal. 5: 231–239.

Zhang, J., Zhang S., Cheng M., Jiang H., Zhang X., Peng C., Lu X., Zhang M., Jiaxin J. 2018. Effect of drought on agronomic traits of rice and wheat: A meta-analysis. Int. J. Environ. Res. Public Health. 15: 839.

สาขาสัตว์
Subject: Animals

ภาคบรรยาย
Oral Presentation

Carcass characteristics of Betong chicken (KU line) and crossbred progeny between Betong cocks (KU line) and layer hens

Panatda Bungsrisawat, Sombat Prasongsook, Anchalee Buadkhunthod, Panwadee Sopannarath*
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
*Corresponding author. E-mail address: agrpds@ku.ac.th

Abstract

Native chicken has low egg production, but it has unique meat texture. Using Betong cock (KU line) as terminal sire breed crossed with layer hens could increase productivity and remain carcass and meat quality of Betong chicken (KU line). The 2×2 factorial design was randomized completely with 3 replications in this study. The main factors were breed group namely Betong chicken (KU line) progeny (BT) and crossbred progeny (CR) from Betong cocks (KU line) with layer hens and sex namely male and female. Three from ten chickens were randomly sampled from each experimental unit. The results showed that at 12 weeks of age, the breed group effect was not significant, but the sex effect was significant for all carcass traits namely live weight, hot and cold carcass, breast meat, wing, thigh, drumstick, and shank weights. Moreover, the interaction effect between breed group and sex was important for some carcass yield traits except breast meat and thigh weights. Live weight in BT was as similar as CR (1,440.78 and 1,449.33 g, respectively). For meat quality traits, pH at 0 and 24 hr post-mortem measured in breast meat, drip loss percentage were not significantly different between groups. The BT meat was slightly lighter in color than the CR meat because the L* value measured from breast meat of CR was significantly less than that of BT (52.20 and 53.77, respectively). The a* and b* values were not significantly different. Drip loss percentage of female was less than male ($p < 0.05$). The L* and b* values of female were higher than those of male ($p < 0.05$). It can be concluded that the carcass yield and some meat quality of BT and CR were similar. Using Betong cock (KU line) as terminal sire breed crossed with layer hens can increase number of progeny and meat of progeny might be potential for niche market.

Keywords: Betong chicken (KU line), Carcass, Crossbred chicken, Layer hen

Introduction

Thai native chickens have been increased demand in niche market in Thailand. Betong chicken (KU line) was developed from the Betong chicken breed in southern Thailand by Kesetsart University and its meat was suitable for boiled meat and cooked Thai cuisine as well as unique taste and texture (Bungsrisawat et al., 2018). However, indigenous chickens were low growth performance and egg production. Many previous studies found that crossbred native chicken with layers could improve performance and remain for meat characteristic of indigenous chicken (Jaturasitha et al., 2008; Promket et al., 2016). Furthermore, the crossbred chicken could reach market weight around 1.38 to 1.51 kg at 12 weeks of age. (Promket et al., 2016).

On the other hand, commercial layer breeds have high egg production around 300 eggs per year. Crossbred chickens using Betong cock (KU line) as terminal sire breed crossed with layer hens may increase number of progeny and they may keep unique taste and texture from Betong chicken (KU line). Thus, the aim of this study was to compare carcass and meat quality traits in the progeny of Betong chicken (KU line) and the progeny of crossbred chickens between Betong cocks (KU line) and layer hens.

Materials and Methods

The experiment was established from Betong cock (KU line) using as terminal sire breed crossed with Betong (KU line) and layer hens in order to produce 2 progeny groups; BT and CR, respectively. The 2×2 factorial design was randomized completely with 3 replications (10 chickens per replication); the main factors were breed group namely BT and CR as well as sex namely male and female. All chickens were fed the same diets; 21% crude protein (CP) and 3,000 kcal/kg metabolizable energy (ME) for 1 day to 6 weeks of age and 19% CP and 3,000 kcal/kg ME for 7 to 12 weeks of age. Carcass yields and meat quality traits were randomly sampled in each breed and sex group. Three from ten chickens were randomly sampled from each experimental unit. The slaughtering process was in accordance with the good manufacturing practices for poultry abattoirs (Thai Agricultural Standard, 2006). The cutting parts were cut according to the standards for chicken meat (Thai Agricultural Standard, 2005). Carcass traits were collected including live weight (LW), hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CW), breast meat weight (BMW) including breast and fillet, thigh weight (TW), drumstick weight (DW), and shank weight (SW). Meat quality traits were collected including pH at 0 hr post-mortem (pH0), pH at 24 hr post-mortem (pH24), drip loss percentage (DL), lightness to darkness (L*), redness to greenness (a*), and yellowness to blueness (b*).

The statistical model is $y_{ijk} = \mu + B_i + S_j + B_i * S_j + e_{ijk}$. The terms in the models are: y_{ijk} = individual performance for carcass (LW, HCW, CW, BMW, TW, DW, and SW), meat quality traits (pH 0, pH 24, DL, L*, a*, and b*), μ = the overall mean, B_i = the fixed effect of breed (i = BT and CR), S_j = the fixed effect of sex (j = male and female), $B_i * S_j$ = interaction between breed and sex, e_{ijk} = random residual effect ($e_{ijk} \sim NID(0, \sigma_e^2)$). Descriptive statistics for carcass and meat quality traits were analyzed using the UNIVARIATE procedures. The

level of significance of main (breed and sex) and interaction factors (between breed and sex) were computed using ANOVA procedures in SAS® University Edition (Institute Inc., 2017).

Results and Discussion

Descriptive statistics of carcass and meat quality traits are presented in Table 1. The results showed that at 12 weeks of age, the percentages of HCW, CW, BMW, WW, TW, DW and SW were 80.94, 80.89, 14.04, 9.31, 14.19, 11.24, and 4.66, respectively in BT, whereas those percentages were 80.64, 80.91, 14.11, 9.16, 13.70, 11.12, and 4.50, respectively in CR. Both BT and CR chickens were reached to market size 1.44 kg at 12 week of age which was in the range of previous report around 1.38 to 1.51 kg at 12 weeks of age (Promket et al., 2016). In this study, the pH0 in BT and CR were above the ranges of crossbred native chicken, as 6.60 and 6.71, respectively and the pH24 were low the ranges of crossbred native chicken, as 5.02 and 5.07, respectively. Previous study reported that the range for pH0 was 6.38 to 6.56 and the range for pH24 was 5.58 to 5.80 (Promket et al., 2016). Drip loss percentages within 24 hours in BT and CR were in the range of normal meat (less than 3%) following Honikel and Hamm (1994). Meat color values (L*, a*, and b*) both of BT and CR were lower than previous report in BT by Bungsrisawat et al. (2018).

The effects of breed and sex are shown in Table 2. The results showed that the breed effect was not significant in all carcass yields and meat quality traits except meat color. The L* value of CR was significantly less than that of BT (52.20 and 53.77, respectively). Therefore, meat of BT was slightly lighter in color than that of CR. The a* and b* values were not significantly different. In addition, the effect of sex was significantly different in HCW, CW, BMW, WW, TW, DW and SW. All carcass yields of male progeny was higher than those of female progeny. Meanwhile, the effect of sex was significantly different in DL and meat color. Drip loss percentage of female was less than that of male besides L* and b* values of female were higher than those of male.

The interaction between breed group and sex effects are shown in Table 3. Some carcass yield traits namely LW, HCW, CW, WW, DW, and SW were significantly different, whereas the BMW and TW were not significant. The carcass yield traits namely LW, HCW, CW, WW, DW, and SW both BT and CR female were similar as well as those traits both BT and CR male were the same. The size of breast meat and thigh were the same in all progeny groups. Meat quality traits namely pH0, pH24, DL, L*, a* and b* were not significant.

Table 1 Descriptive statistics of carcass and meat quality traits in Betong chicken (KU line) progeny (BT) and crossbred progeny (CR) (*n* = 18/group)

Breed	Trait*	Mean ± SD	Min	Max
BT	Carcass			
	LW, g	1,440.78 ± 235.64	1,161.00	1,842.00
	HCW, g	1,166.17 ± 200.91	937.00	1,511.00
	CW, g	1,165.44 ± 199.88	934.00	1,511.00
	BMW, g	202.28 ± 30.52	165.00	276.00
	WW, g	134.17 ± 21.91	106.00	164.00
	TW, g	204.39 ± 42.03	156.00	275.00
	DW, g	162.00 ± 33.60	124.00	216.00
	SW, g	67.11 ± 16.66	47.00	90.00
	Meat quality			
	pH0	6.60 ± 0.16	6.27	6.93
	pH24	5.02 ± 1.74	4.75	5.37
	DL (%)	2.21 ± 0.70	1.08	3.56
	L*	53.77 ± 2.80	49.46	57.02
	a*	3.48 ± 0.72	1.89	4.81
	b*	0.77 ± 1.78	-2.16	4.70
CR	Carcass			
	LW, g	1,449.33 ± 284.48	1,104.00	1,853.00
	HCW, g	1,168.78 ± 251.19	856.00	1,513.00
	CW, g	1,172.67 ± 256.03	853.00	1,539.00
	BMW, g	204.50 ± 33.70	152.00	264.00
	WW, g	132.78 ± 27.44	100.00	168.00
	TW, g	198.61 ± 48.31	145.00	265.00
	DW, g	161.11 ± 41.01	117.00	222.00
	SW, g	65.28 ± 19.87	44.00	92.00
	Meat quality			
	pH0	6.71 ± 0.25	6.30	7.36
	pH24	5.07 ± 0.24	4.54	5.35
	DL	2.70 ± 1.23	0.49	6.48
	L*	52.20 ± 1.82	48.86	55.62
	a*	3.38 ± 0.41	2.58	4.25
	b*	0.75 ± 1.31	-2.19	3.33

* LW = live weight; HCW = hot carcass weight; CW = cold carcass weight; BMW = breast meat weight; WW = wing weight; TW = thigh weight; DW = drumstick weight; SW = shank weight; pH0 = pH at 0 hr post-mortem; pH24 = pH at 24 hr post-mortem; DL = drip loss percentage; L* = lightness to darkness; a* = redness to greenness; b* = yellowness to blueness.

Table 2 Carcass and meat quality in Betong chicken (KU line) progeny (BT) and crossbred progeny (CR)

Trait*	Breed		Sex		SE†
	BT	CR	Female	Male	
Carcass					
LW, g	1,440.78	1,449.33	1,202.00[b]	1,688.00[a]	17.04
HCW, g	1,166.17	1,168.78	956.39[b]	1,378.56[a]	14.78
CW, g	1,165.44	1,172.67	956.28[b]	1,381.83[a]	15.01
BMW, g	202.28	204.50	176.89[b]	229.89[a]	4.04
WW, g	134.17	132.78	110.56[b]	156.39[a]	1.73
TW, g	204.39	198.61	160.78[b]	242.22[a]	4.06
DW, g	162.00	161.11	126.83[b]	196.28[a]	2.56
SW, g	67.11	65.28	48.78[b]	83.61[a]	0.86
Meat quality					
pH0	6.60	6.71	6.60	6.72	0.05
pH24	5.02	5.07	4.99	5.09	0.05
DL	2.21	2.70	1.94[b]	2.97[a]	0.20
L*	53.77[a]	52.20[b]	53.63[a]	52.35[b]	0.43
a*	3.48	3.38	3.30	3.57	0.13
b*	0.77	0.75	1.71[a]	-0.18[b]	0.29

[a-b] Means within a row in each factor with different lowercase superscript letters differ at $p < 0.05$.

* LW = live weight; HCW = hot carcass weight; CW = cold carcass weight; BMW = breast meat weight; WW = wing weight; TW = thigh weight; DW = drumstick weight; SW = shank weight; pH0 = pH at 0 hr post-mortem; pH24 = pH at 24 hr post-mortem; DL = drip loss percentage; L* = lightness to darkness; a* = redness to greenness; b* = yellowness to blueness.

† SE = standard error of the mean.

Table 3 The interaction between breed and sex effect for carcass and meat quality in Betong chicken (KU line) progeny (BT) and crossbred progeny (CR)

Trait*	BT		CR		SE†
	Female	Male	Female	Male	
Carcass					
LW, g	1,225.00[b]	1,656.56[a]	1,179.11[b]	1,719.56[a]	24.11
HCW, g	983.44[b]	1,348.89[a]	929.33[b]	1,408.22[a]	20.90
CW, g	983.33[b]	1,347.56[a]	929.22[b]	1,416.11[a]	21.23
BMW, g	179.33	225.22	174.44	234.56	5.71
WW, g	114.22[b]	154.11[a]	106.89[b]	158.67[a]	2.45
TW, g	167.44	241.33	154.11	243.11	5.74
DW, g	131.33[b]	192.67[a]	122.33[b]	199.89[a]	3.63
SW, g	51.22[b]	83.00[a]	46.33[b]	84.22[a]	1.22
Meat quality					
pH0	6.59	6.63	6.61	6.82	0.07
pH24	5.01	5.12	4.97	5.06	0.07
DL	1.81	2.62	2.07	3.33	0.29
L*	54.57	52.97	52.68	51.73	0.61
a*	3.20	3.76	3.77	3.36	0.19
b*	2.01	-0.46	1.41	0.10	0.41

[a-b] Means within a row with different lowercase superscript letters differ at $p < 0.05$.

* LW = live weight; HCW = hot carcass weight; CW = cold carcass weight; BMW = breast meat weight; WW = wing weight; TW = thigh weight; DW = drumstick weight; SW = shank weight; pH0

It can be co= pH at 0 hr post-mortem; pH24 = pH at 24 hr post-mortem; DL = drip loss percentage; L* = lightness to darkness; a* = redness to greenness; b* = yellowness to blueness.

† SE = standard error of the mean.

ncluded that the carcass yield and some meat quality of BT and CR were similar. Using Betong cock (KU line) as terminal sire breed crossed with layer hens can increase number of progeny and meat of progeny might be potential for niche market.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledged Suwanwajokasikit poultry farm and Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Thailand for providing facilities used in this research.

References

Bungsrisawat, P., Tumwasorn, S., Loongyai, W., Nakthong, S., Sopannarath, P. 2018. Genetic parameters of some carcass and meat quality traits in Betong chicken (KU line). Agric. Nat. Res. 52: 274–279. doi.org/10.1016/j.anres.2018.09.010

Honikel, K.O., Hamm, R. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: Pearson, A.M., Dutson, T.R. (Eds.). Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Springer US. Boston, MA, USA, pp. 125–161.

Jaturasitha, S., Kayan, A., Wicke, M. 2008. Carcass and meat characteristics of male chickens between Thai indigenous compared with improved layer breeds and their crossbred. Arch. Tierz. Dummerstorf. 51: 283–294. doi.org/10.5194/aab-51-283-2008

Promket, D., Ruangwittayanusorn, K., Somchan, T. 2016. The study of carcass yields and meat quality in crossbred native chicken (chee). Agric. Agric. Sci. Procedia. 11: 84–89. doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.12.014

SAS Institute Inc. 2017. Base SAS® 9.4 Procedures Guide. 7th ed. Cary, NC, USA.

Thai Agricultural Standard. 2005 Chicken Meat (TAS 6700-2005). National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Thailand.

Thai Agricultural Standard. 2006. Good Manufacturing Practices for Poultry Abattoir (TAS 9008-2006). National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Thailand.

ผลการเสริม *Clostridium butyricum* ในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ปริมาณเชื้อ *Salmonella* ser. Enteritidis และการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น

Effect of *Clostridium butyricum* supplementation in diets on growth performance *Salmonella* ser. Enteritidis population and immune response in broiler chicken reared under high stocking density

อาเทตยา จั่นทอง, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง*, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, วิริยา ลุ้งใหญ่ , ชาญวิทย์ แก้วตาปี

Artettaya Janthong, Choawit Rakangthong*, Chaiyapoom Bunchasak, Wiriya Loongyai, Chanwit Kaewtapee

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: fagrcwr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของ *Clostridium butyricum* ต่อสมรรภาพการเจริญเติบโต ปริมาณเชื้อ *Salmonella* ser. Enteritidis (*S.* Enteritidis) และการตอบสนองภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อ ใช้ไก่เนื้อเพศผู้พันธุ์ Ross 308 จำนวน 312 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่มในแผนการทดลองแบบ 2×2 Factorial in CRD โดยประเมินผลของอาหาร 2 สูตร (ไม่เสริมและเสริม *C. butyricum* 5×10^8 CFU/kg.) และพื้นที่การเลี้ยง 2 แบบ (แบบปกติและแบบหนาแน่น) รวมเป็น 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 6 ซ้ำ ที่อายุ 10 วัน สุ่มไก่ 50% ของทุกหน่วยทดลองป้อนเชื้อ *S.* Enteritidis (10^6 CFU/ตัว) ผลการศึกษาไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารและพื้นที่การเลี้ยงต่อทุกลักษณะที่ประเมิน ($p > 0.05$) การใช้ *C. butyricum* ไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และปริมาณเชื้อ *S.* Enteritidis อย่างไรก็ตามระดับแอนติบอดี้ไตเตอร์ของเชื้อ *S.* Enteritidis เพิ่มขึ้นในไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริม *C. butyricum* ในสภาพการเลี้ยงหนาแน่น ($p < 0.05$) สรุปได้ว่าการเสริม *C. butyricum* สามารถปรับปรุงภูมิคุ้มกันโดยไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

คำสำคัญ: เชื้อ *C. butyricum*, ปริมาณ *S.* Enteritidis, สมรรถภาพการเจริญเติบโต

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of *Clostridium butyricum* on growth performance, *Salmonella* ser. Enteritidis (*S.* Enteritidis) population and immune response of broiler chickens. A total of 312 male Ross 308 chicks were distributed into four groups in completely randomized design with treatments arranged in a 2×2 factorial scheme to evaluate effects of two diets (without or with *C. butyricum* 5×10^8 CFU/kg) and two stocking density (normal or higher density), totaling 4 treatments with 6 replications. On day 10, a random 50% of the chicks in each replication were inoculated via oral drop with *S.* Enteritidis (10^6 CFU/bird). The results showed that there were no interaction effects ($p > 0.05$) between diet and stocking density on any parameter evaluation. The weight gain, feed conversion ratio and *S.* Enteritidis population were not affected by the using of *C. butyricum.* However, the antibody titer of *S.* Enteritidis was increased in broiler fed *C. butyricum* supplemented diets under high stocking density ($p < 0.05$). It could be concluded that supplementation of *C. butyricum* can improve the immunity without negative effects on performance of broiler chickens.

Keywords: *C. butyricum*, growth performance, *S.* Enteritidis population

คำนำ

การเลี้ยงไก่เนื้อในระดับอุตสาหกรรมนิยมเลี้ยงแบบหนาแน่นเนื่องจากให้ผลผลิตปริมาณมาก แต่อาจส่งผลให้มีปัญหาเรื่องของโรคติดเชื้อในไก่ตามมา ซึ่งอาจมีสาเหตุจากเชื้อไวรัส แบคทีเรีย รา และโปรโตซัว ทำให้ต้องมีการจัดการฟาร์มที่ดีและจำเป็นต้องใช้ยาปฏิชีวนะ เพื่อการรักษาและป้องกันโรคติดเชื้อ (กนกภรณ์, 2554) โดยปกติสัตว์ที่มีสุขภาพดีจะสามารถย่อยและดูดซึมอาหารได้ดีทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูง แต่ในช่วงที่สัตว์เครียดและร่างกายอ่อนแอ จุลินทรีย์ที่เป็นโทษจะเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายและเจริญเติบโตได้เร็ว การเสริมจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จึงแข่งขันกับจุลินทรีย์ที่เป็นโทษได้มากขึ้น สัตว์จึงมีสุขภาพและสมรรถภาพการผลิตดีขึ้น เพราะว่าจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จะเข้าไปเพิ่มจำนวนในระบบทางเดินอาหารและช่วยกำจัดจุลินทรีย์ที่เป็นโทษทำให้การดูดซึมอาหารดีขึ้น (สุชน และคณะ, 2546) จุลินทรีย์ที่คัดเลือกมาใช้เป็นโปรไบโอติกในอาหารสัตว์ต้องไม่สร้างสารพิษ และไม่ฉวยโอกาสในการก่อโรคกับสัตว์ (Lin et al., 2007) และสามารถทนกับสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้ เช่น ความร้อนในกระบวนการอัดเม็ดอาหาร สภาวะความเป็นกรดในกระเพาะอาหารสัตว์และทนต่อปฏิกิริยาของน้ำดี (Tsai et al., 2005)

C. butyricum เป็นแบคทีเรียแกรมบวก สร้างสปอร์ได้ มีลักษณะเป็นรูปแท่ง เจริญได้ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน สามารถผลิตกรดบิวทิริก ซึ่งเป็นกรดไขมันสายสั้น จากการหมักโดยใช้ amylopectin-like α - polyglucan เป็นสารตั้งต้น พบได้ทั่วไปในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ ไม่มีรายงานความเป็นเชื้อก่อโรคในมนุษย์ ปัจจุบันถูกนำมาใช้เป็นโปรไบโอติกอย่างแพร่หลายสำหรับมนุษย์และสัตว์ (Takahashi et al., 2004 ; Cassir et al., 2015) ทำหน้าที่ช่วยป้องกันลำไส้และระบบทางเดินอาหารจากจุลินทรีย์ก่อโรค กระตุ้นภูมิคุ้มกัน และส่งเสริมการย่อยอาหาร *C. butyricum* สามารถอยู่รอดในสภาวะ pH ต่ำ และอุณหภูมิสูง จึงสามารถนำมาใช้เป็นสารเสริมชีวนะในอาหารสัตว์ได้ดี (Zhang et al., 2016)

โรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) เป็นโรคอาหารเป็นพิษ (Foodborne disease) และจัดเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญที่พบได้ในทุกประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย มีสาเหตุจากเชื้อ แบคทีเรียชื่อในกลุ่ม *Salmonella* spp. ซึ่งเป็นโรคติดต่อ จากสัตว์ สู่คน (Zoonosis) พบได้ในสัตว์หลายชนิด โดยเฉพาะสัตว์ที่นำมาบริโภคเป็นอาหาร เช่น สุกร โค และสัตว์ปีก เป็นต้น อย่างไรก็ดี เชื้อ *Salmonella* มักพบในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ โดยสัตว์ที่ติดเชื้อมักไม่แสดงอาการรุนแรงให้เห็น อย่างชัดเจน แต่จะเป็นพาหะของโรคในการแพร่กระจายของเชื้อไปยังสัตว์ตัวอื่นๆ (ยุทธนา และคณะ, 2555) โดยปริมาณเชื้อที่สามารถก่อโรคได้ ประมาณ 10^6-10^8 CFU เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกาย ปริมาณเชื้อจะลดลงบางส่วนเนื่องจากถูกทำลายด้วยกรดในกระเพาะอาหาร ส่วนเชื้ออีกส่วนหนึ่งที่สามารถทนกรดได้เพราะมียีน acid tolerance response (Guthrie, 1992) ในสัตว์ปีกติดเชื้อ *Salmonella* spp. ผ่านทางการกินอาหารและน้ำที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจากสิ่งแวดล้อมหรือสัตว์พาหะ เช่น หนู แมลงสาบ นก เป็นต้น ในสัตว์ปีกเชื้อยังสามารถติดต่อผ่านทางฟองไข่ได้ อาการของสัตว์ปีกคือ ท้องเสีย เบื่ออาหาร มีไข้ น้ำหนักลด ซูบผอม เชื่องซึม เลี้ยงไม่โต ขนหยาบ มักก่อโรครุ่นแรงในสัตว์อายุน้อย บางครั้งอาจเกิดการติดเชื้อในกระแสเลือด หรือทางระบบทางเดินหายใจ (Wray and Wray, 2000)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริม *C. butyricum* ในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ปริมาณเชื้อ *S.* Enteritidis และการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์และการจัดการ

ใช้ไก่เนื้อเพศผู้พันธุ์ Ross 308 อายุ 0 วัน จำนวน 312 ตัว แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มการทดลองละ 6 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ 2×2 Factorial in CRD ปัจจัยที่ศึกษาคือ 1. อาหาร 2 สูตร คือ สูตรที่ไม่เสริมเชื้อ *C. butyricum* และ สูตรที่เสริมเชื้อ *C. butyricum* 5×10^8 CFU/kg 2. พื้นที่การเลี้ยง 2 แบบ คือ แบบปกติคอกละ 12 ตัว (31.13 กก./ตร.ม.) และแบบหนาแน่น คอกละ 14 ตัว (36.32 กก./ตร.ม.) เลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนแบบปิดควบคุมสภาพแวดล้อมด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling house system) บนพื้นแกลบ ใช้ระบบให้น้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด (nipple) ให้อาหารแบบถาดที่อายุ 0–10 วัน และเปลี่ยนเป็นถังแขวนเมื่ออายุ 11–35 วัน ระยะเวลาการเลี้ยง 35 วัน ให้อาหารและน้ำแบบเต็มที่ (*ad libitum*)

อาหารทดลอง

ใช้อาหารสูตรทางการค้า ตามมาตรฐานสายพันธุ์ Ross 308 (Aviagen,2014) Table 1 แบ่งอาหารออกเป็น 3 ระยะ คือ 1. ระยะเล็ก (Starter) ชนิดเกล็ด ที่อายุ 0–10 วัน 2. ระยะรุ่น (Grower) ชนิดเม็ด ที่อายุ 11–24 วัน 3. ระยะขุน (Finisher) ชนิดเม็ด ที่อายุ 25–35 วัน

การป้อนเชื้อ S. Enteritidis

เมื่อไก่อายุครบ 10 วัน สุ่มไก่ 50% จากไก่ทุกคอก ทุกกลุ่มการทดลอง ป้อนเชื้อ *S.* Enteritidis ที่ความเข้มข้นของ 10^6 CFU/ตัว หรือ 1 ml/ตัว นำไก่ที่ได้รับการป้อนเชื้อ *S.* Enteritidis กลับมาเลี้ยงยังคอกเดิม เพื่อให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อ *S.* Enteritidis ไปยังไก่ตัวอื่นที่ไม่ได้รับเชื้อ ผ่านทางมูลไก่เสมือนการติดเชื้อตามธรรมชาติ หลังจากป้อนเชื้อ 2 วัน สุ่มลูกไก่เก็บตัวอย่างซีกั่ม (cecum) มาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *S.* Enteritidis (Wendy et al., 1997) ด้วยเทคนิค Quantitative polymerase chain reaction (qPCR) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *S.* Enteritidis ให้อยู่ในระดับ 10^6 CFU ที่เป็นปริมาณที่ก่อโรคได้ (ยุทธนา และคณะ, 2555) ซึ่งผลวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *S.* Enteritidis หลังจากไก่ได้รับ 2 วัน อยู่ในระดับ 10^6 CFU

วิธีการทดลองและเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

วัดสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ที่อายุ 10 , 24 และ 35 วัน ตามลำดับ บันทึกน้ำหนักโดยชั่งน้ำหนักไก่เนื้อรายตัวทุกคอก และชั่งน้ำหนักอาหารเหลือทุกคอก เพื่อนำมาคำนวณสมรรถภาพการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักตัว (Body weight ; BW) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Body weight gain ; BWG) ปริมาณอาหารที่กิน (Feed intake; FI) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio; FCR) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Growth; ADG) กรณีที่มีไก่ตายระหว่างการเลี้ยงให้ทำการชั่งน้ำหนักของไก่ตายและปริมาณอาหาร ณ วันที่ไก่ตายเพื่อใช้คำนวนสมรรถภาพการผลิต

การตรวจระดับแอนติบอดีไตเตอร์และปริมาณ เชื้อ S. Enteritidis

เก็บตัวอย่างเลือดเมื่อไก่เนื้ออายุครบ 35 วัน จำนวน 6 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ตัว รวมทั้งหมด 48 ตัว วิเคราะห์หาระดับแอนติบอดีต่อเชื้อ *S.* Enteritidis ด้วยเทคนิค Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) และนำไปอ่านผลที่เครื่อง Microplate reader ที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร และเก็บตัวอย่างซีกั่ม (cecum) นำตัวอย่างที่ได้ไปสกัด DNA จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *S.* Enteritidis ด้วยเทคนิค Quantitative polymerase chain reaction (qPCR)

Table 1 Experiment diets and nutrients composition

Items	Starter	Grower	Finisher
Ingredients (g kg^{-1}, as fed basis)			
Corn	31.65	33.23	34.83
Wheat	20.00	20.00	20.00
Full Fat Soy	12.50	11.26	12.00
Wheat bran	-	-	2.00
DDGS	-	5.00	5.00
SBM 48%	28.78	23.54	18.03
Acid Oil	2.50	3.00	4.50
Limestone	1.32	1.25	1.15
MCP 22%	1.77	1.46	1.26
Salt	0.46	0.25	0.25
Sodium sulphate	0.10	0.19	0.20
L-Lysine	0.20	0.19	0.19
DL-Methionine	0.34	0.29	0.27
L-threonine	0.11	0.08	0.06
Mineral [1]	0.10	0.10	0.10
Vitamin [2]	0.04	0.04	0.04
Biocholine	0.03	0.03	0.03
C. butyricum (5×10^8 CFU/kg)	0.05	0.05	0.05
Corn cob	0.05	0.05	0.05
Total (Kg)	100	100	100
Calculated nutrient content			
Metabolizable Energy, Kcal kg^{-1}	3,000	3,100	3,200
Crude protein, %	23.00	21.50	19.50
Dry mater, %	89.35	89.37	89.56
Fiber, %	3.27	3.55	3.61
Fat, %	6.64	7.28	9.00
Methionine, %	0.64	0.58	0.54
Methionine + Cystine, %	0.95	0.87	0.80
Lysine, %	1.29	1.15	1.02

Table 1 (continued).

Items	Starter	Grower	Finisher
Threonine, %	0.86	0.77	0.68
Tryptophan, %	0.26	0.23	0.21
Calcium, %	0.96	0.87	0.78
Total phosphorus, %	0.89	0.81	0.74
Available phosphorus, %	0.48	0.43	0.39
Na, %	0.24	0.20	0.20
DEB (mEq/kg)	256.39	254.35	238.87

[1]Provided per kg of complete diet : Fe, 20 mg.; Co, 2 mg.; Mn, 120 mg.; Cu ,15 mg.; Zn, 100 mg.; I, 1.25 mg.; Se, 0.30 mg. 2 Provided per kg of complete diet : Vitamin A, 9,000 IU ; Vitamin D3, 3,000 IU ; Vitamin E, 30 mg. ; Vitamin B1, 1.8 mg. ; Vitamin B2, 6.25 mg.; Vitamin B6, 3 mg.; Vitamin B12, 0.03 mg.; Biotin, 0.125, mg. ; Pantothenic, acid 10 mg.; Folic acid, 1.5 mg.; Niacin, 45 mg.

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance)และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS version 9.0 (1990)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือ อาหาร 2 สูตร คือ สูตรที่ไม่เสริม *C. butyricum* และ สูตรที่เสริม *C. butyricum* และ พื้นที่การเลี้ยง 2 แบบ คือ แบบปกติ และแบบหนาแน่น ตลอดอายุการทดลอง 0-35 วัน แสดงใน Table 5 ไม่พบอิทธิพลร่วม และอิทธิพลจากปัจจัยหลัก ($p > 0.05$) คือ อาหารและความหนาแน่นที่ส่งผลต่อน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว สอดคล้องกับงานทดลองของ Yang et al. (2012) พบว่าที่อายุ 0–42 วัน กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรไม่เสริม *C. butyricum* และเสริมด้วย *C. butyricum* 1×10^7CFU/kg มีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างกัน ซึ่งประสิทธิภาพของการใช้โปรไบโอติกอาจขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ อายุไก่เนื้อ สภาพแวดล้อม และ Zhang et al. (2011) รายงานว่า การเสริม *C. butyricum* ในอาหารไก่เนื้อไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ เนื่องจากกลไกลการส่งเสริมการเจริญเติบโตยังมีความซับซ้อน แต่ *C. butyricum* สามารถผลิตกรดไขมันสายสั้นได้ เช่น บิวทิเรตและอะซิเตต ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำหรับสัตว์ และมีประโยชน์ต่อเยื่อบุผิวลำไส้ (Cassir et al., 2015) การเลี้ยงไก่เนื้อในพื้นที่การเลี้ยงที่หนาแน่น การเสริมโปรไบโอติกอาจถูกนำมาช่วยบรรเทาความเครียดที่เกิดจากความร้อน ไม่มีรายงานเกี่ยวข้องกับผลของโปรไบโอติกที่ส่งผลต่อพื้นที่การเลี้ยงที่หนาแน่นโดยตรง (Cengiz et al., 2015)

ระดับแอนติบอดี้ไตเตอร์ของเชื้อ *S.* Enteritidis เพิ่มขึ้นสูงสุดในไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริม *C. butyricum* เลี้ยงในสภาพการเลี้ยงปกติและแบบหนาแน่น ($p < 0.05$) Table 6 เชื้อ *S.* Enteritidis ส่งผลให้เกิดการอักเสบใน

ลำไส้ส่วนซีกั่ม (cecum) กระตุ้นให้มีการหลั่งสารไซโตไคน์ (cytokines) เพิ่มขึ้นที่บริเวณเยื่อเมือกกระตุ้นให้เซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ (lymphocytes) สร้างแอนติบอดี (antibody) เพื่อมาต่อต้านเชื้อโรค (Beal et al., 2004) ซึ่ง Yang et al. (2012) รายงานว่า โปรไบโอติกที่อาศัยอยู่บริเวณผิวลำไส้ จะไปกระตุ้นให้ลิมโฟไซต์ (lymphocytes) สร้างแอนติบอดี (antibody) ให้กับตัวสัตว์ในระดับสมดุล เมื่อมีเชื้อโรคเข้าสู่ตัวสัตว์จะทำให้แอนดีบอดีจับกับเชื้อโรคได้ดีขึ้น โดยผลการทดลองสอดคล้องกับ Li et al. (2009) ทดลองเสริมโปรไบโอติกในอาหารไก่เนื้อพบว่าช่วยเพิ่มแอนติบอดีไตเตอร์ต่อโรคนิวคาสเซิล ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ทั้งนี้โปรไบโอติกหลายสายพันธุ์ยังเพิ่มระดับอิมมูโนซีรั่ม เช่น *L. acidophilus, B. subtilis* และ *C. butyricum* สามารถเพิ่มระดับซีรั่มของ IgA และ IgM .ในไก่เนื้อ (Zhang and Kim, 2014)

Table 2 Effects of *C. butyricum* on growth performance in broiler chickens at 0–10 days

Items	BW (g)	BWG (g)	ADG(g)	FI(g)	FCR
Normal Density					
Non	272.84±18.99	232.88±19.21	23.29±1.92	288.89±18.37	1.24±0.05
C. butyricum 5×10^8CFU/kg	279.49±8.82	239.56±8.67	23.96±0.87	289.81±9.62	1.21±0.06
High Density					
Non	269.33±9.24	229.39±9.21	22.94±0.92	280.23±15.60	1.22±0.09
C. butyricum 5×10^8CFU/kg	276.22±8.11	236.37±8.07	23.64±0.81	293.92±26.26	1.24±0.09
SEM	2.44	2.45	0.24	3.66	0.07
Statistics					
Density	0.50	0.51	0.51	0.76	0.87
Supplement	0.18	0.18	0.18	0.34	0.82
Density*Supplement	0.98	0.97	0.97	0.40	0.41

Table 3 Effects of *C. butyricum* on growth performance in broiler chickens at 11–24 days

Items	BW (g)	BWG (g)	ADG(g)	FI(g)	FCR
Normal Density					
Non	1284.09±58.20	1011.25±39.70	72.23±2.84	1213.73±55.55	1.20±0.03
C. butyricum 5×10^8CFU/kg	1300.85±37.63	1021.36±32.53	72.95±2.29	1230.00±36.59	1.20±0.02
High Density					
Non	1246.38±37.30	977.05±32.50	69.79±2.32	1177.92±62.78	1.21±0.03
C. butyricum 5×10^8CFU/kg	1296.75±34.94	1020.53±33.03	72.90±2.36	1240.85±48.89	1.22±0.03
SEM	9.33	7.56	0.54	11.04	0.005
Statistics					

Table 3 (continued)

Items	BW (g)	BWG (g)	ADG(g)	FI(g)	FCR
Density	0.24	0.22	0.22	0.56	0.48
Supplement	0.07	0.07	0.07	0.07	0.58
Density*Supplement	0.35	0.25	0.24	0.28	0.81

Table 4 Effects of *C. butyricum* on growth performance in broiler chickens at 25–35 days

Items	BW (g)	BWG (g)	ADG(g)	FI(g)	FCR
Normal Density					
Non	2234.95±89.25	950.86±55.86	86.44±5.08	1550.58±64.06	1.63±0.08
C. butyricum 5×10^8CFU/kg	2278.37±47.03	977.51±55.96	88.86±5.09	1566.78±65.31	1.60±0.06
High Density					
Non	2208.74±94.44	962.36±64.00	87.49±5.82	1537.21±84.02	1.59±0.07
C. butyricum 5×10^8CFU/kg	2248.39±80.84	951.64±64.77	86.51±5.89	1521.18±85.45	1.60±0.09
SEM	16.11	11.69	1.06	14.80	0.01
Statistics					
Density	0.40	0.78	0.77	0.30	0.47
Supplement	0.21	0.75	0.74	0.92	0.72
Density*Supplement	0.95	0.45	0.45	0.67	0.54

Table 5 Effects of *C. butyricum* on growth performance in broiler chickens at 0–35 Days

Items	BW (g)	BWG (g)	ADG(g)	FI(g)	FCR
Normal Density					
Non	2234.95±89.25	2194.99±89.49	62.71±2.56	3053.19±122.94	1.39±0.04
C. butyricum 5×10^8CFU/kg	2278.37±47.03	2238.44±46.96	63.96±1.34	3086.60±90.11	1.38±0.02
High Density					
Non	2208.74±94.44	2168.8±94.47	61.97±2.70	2989.37±156.19	1.38±0.04
C. butyricum 5×10^8CFU/kg	2248.39±80.84	2208.54±80.84	63.10±2.31	3055.95±123.18	1.38±0.04
SEM	16.11	16.12	0.46	24.97	0.007
Statistics					
Density	0.40	0.40	0.40	0.37	0.77
Supplement	0.22	0.22	0.22	0.34	0.86
Density*Supplement	0.95	0.96	0.96	0.75	0.52

Table 6 Effect of Titer and *S.* Enteritidis population at 35 days

Items	Titer	*S.* Enteritidis (10^3 CFU/g)
Normal Density		
Non	45.81±31.21[b]	3.43 ± 0.32
C. butyricum 5×10^8 CFU/kg	63.94±35.40[a]	3.22 ± 0.10
High Density		
Non	70.37±43.85[B]	3.32 ± 0.25
C. butyricum 5×10^8 CFU/kg	152.11±121.65[A]	3.27 ± 0.31
SEM	13.69	0.05
Statistics		
Density	0.028	0.812
Supplement	0.049	0.237
Density*Supplement	0.201	0.488

[a,b] Mean within columns with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

[A,B]Mean within columns with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่อายุ 35 วัน ปริมาณเชื้อ *S.* Enteritidis ในทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานทดลองของ Zhao et al. (2017) พบว่าการเสริม โปรไบโอติก ไม่ส่งผลต่อปริมาณเชื้อ *Salmonella* ในระบบทางเดินอาหารไก่เนื้อ อาจเกี่ยวข้องกับประเภทของโปรไบโอติกที่ใช้ สายพันธุ์ อายุไก่ ตลอดจนการเลี้ยงดูและสภาพแวดล้อม และเชื้อ *S.* Enteritidis เป็นจุลินทรีย์ที่เป็นโทษในไก่เนื้อมักไม่แสดงอาการรุนแรงให้เห็นอย่างชัดเจน แต่จะเป็นพาหะของโรคในการแพร่กระจายของเชื้อไปยังสัตว์ตัวอื่นๆผ่านทางอุจาระ แม้ว่า *S.* Enteritidis จะพบในตัวสัตว์ แต่บริเวณที่พบอาจมีมากน้อยแตกต่างกัน *S.* Enteritidis ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารสามารถเข้าสู่กระแสเลือดและแพร่กระจายไปยังอวัยวะต่างๆ เช่น ตับและม้าม (Tanedjeu et al., 2016)

สรุป

อิทธิพลร่วมและอิทธิพลของปัจจัยหลักจากสูตรอาหารและพื้นที่การเลี้ยงไม่ส่งผลต่อลักษณะที่ประเมิน การเสริม *C. butyricum* ในอาหาร ช่วยให้ระดับแอนติบอดี้ไตเตอร์ของเชื้อ *S.* Enteritidis เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่เลี้ยงในพื้นที่การเลี้ยงแบบปกติและหนาแน่น ดังนั้นการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า *C. butyricum* สามารถใช้เป็นโปรไบโอติกอีกทางเลือกหนึ่งโดยไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตของและช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบขอบคุณ บริษัท ฮูเวฟาร์มา (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย และห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กนกภรณ์ ศรียิ้ม. 2554. การคัดเลือกสายพันธุ์และการผลิตโปรไบโอติกบาซิลัส สำหรับไก่กระทง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ยุทธนา ชัยศักดานุกูล, นิดารัตน์ ไพรคณะฮก, อุบลวรรณ จตุรพาหุ. 2555. การเฝ้าระวังโรค Salmonellosis ในสินค้าปศุสัตว์. สำนักควบคุม ป้องกันและบำบัดโรคสัตว์. กรุงเทพฯ.

สุชน ตั้งทวีวิวัฒน์, สุมาลี พฤกษากร, พิเชษฐ แสงศรีจันทร์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2546. ผลการเสริมแลคโตบาซิลัสในไก่ไข่. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Aviagen Ross Broiler Management Handbook. 2014. Broiler Management. Aviagen Inc. Huntsville, Alabama, USA.

Beal, R.K., Powers, C., Wigley, P., Barrow, P.A., Smith, A.L. 2004. Temporal dynamics of the cellular, humoral and cytokine responses in chickens during primary and secondary infection with *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. Avian Pathol. 33: 25–33.

Cassir, N., Benamar, S., Scola, B.L. 2015. *Clostridium butyricum*: from beneficial to a new emerging pathogen. Clin. Microbiol Infect. 1: 37–45.

Cengiz, O., Bekir, H.k., Onur, T., et al. 2015 Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers. Poult. Sci. 94: 2395–2403.

Guthrie R.K. 1992. Salmonella. CRC Press Inc. USA.

Li, S.P., Zhao, X.J., Wang, J.Y. 2009. Synergy of astragalus polysaccharides and probiotics (*Lactobacillus* and *Bacillus cereus*) on immunity and intestinal microbiota in chicks. Poult. Sci. 88: 519–525.

Lin, W.H., Yu, B., Jang, S.H., Tser, H.Y. 2007. Diffence probiotics properties for *Lactobacillus fermentum* strains isolater form swine and poultry. Anaerobe 13: 107–113.

Takahashi, M., Taguchi, H., Yamguchi, H., et al. 2004. The effect of probiotic treatment with *Clostridium butyricum* on enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 infection in mice. FEMS Immunol. Med. Microbiol. 41: 219–226.

Tanedjeu, S.K., Suman, K., Venkatesa, P.S., Srinu, R., Rajeev, K. 2016. Fermented milk with probiotic *Lactobacillus rhamnosus* S1K3 (MTCC5957) protects mice from *Salmonella* by enhancing immune and nonimmune protection mechanisms at intestinal mucosal level. J. Nutr. Biochem. 30: 62–73.

Tsai, C.C., Hsih, H.Y., Chiu, H.H., Lai, Y.Y., Liu, J.H., Yu, B., Tser, H.Y. 2005. Antagonistic activity against *Salmonella* infection in vitro and in vivo for two *Lactobacillus* strains from swine and poultry. Int. J. Food. Microbiol. 102: 185–194.

Wendy, I.M., Bryden, W.L., Husband, A.J. 1998. Comparison of *Salmonella typhimurium* challenge models in chickens. Avian. Dis. 42: 257–264.

Wray, C., Wray, A. 2000. *Salmonella* in domestic animals. Wallingford, Oxon, UK.

Yang, C.M., Cao, G.T., Ferket, P.R., Liu, T.T., Zhou, L., Zhang, L., Xiao, Y.P., Chen, A.G. 2012. Effects of probiotic, *Clostridium butyricum*, on growth performance, immune function, and cecal microflora in broiler chickens. Poult. Sci. 91: 2121–2129.

Zhang, B., Yang, X., Guo, Y.M., Long, F.Y. 2011. Effects of dietary lipids and *Clostridium butyricum* on the performance and the digestive tract of broiler chickens. Arch. Anim. Nutr. 65: 329–339.

Zhang, L., Zhan, X., Zeng, X., Zhou, L., Cao, G., Chen, A., Yang, C. 2016 Effects of dietary supplementation of probiotic, *Clostridium butyricum*, on growth performance, immune response, intestinal barrier function, and digestive enzyme activity in broiler chickens challenged with Escherichia coli K88. J. Anim. Sci. Biotechno. 2016: 1–9.

Zhang, Z., Kim, I. 2014. Effects of multistrain probiotics on growth performance, apparent ileal nutrient digestibility, blood characteristics, cecal microbial shedding, and excreta odor contents in broilers. Poult. Sci. 93: 364–370.

Zhao, X., Yang, J., Wang, L., Lin, H., Sun, S. 2017. Protection mechanism of *Clostridium butyricum* against *Salmonella* Enteritidis infection in broilers. Front. Microbiol. 8: 15–23.

ผลของการเสริมแทนนินในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และแบคทีเรียในซีกัมของไก่เนื้อภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น

Effect of tannin supplement in diets on growth performance, carcass quality and bacteria in cecum of broiler chickens under high stocking density

พสชนัน ฉางวัง, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง*, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, ชาญวิทย์ แก้วตาปี, วิริยา ลุ้งใหญ่

Poschanan Changwang, Choawit Rakangthong*, Chaiyapoom Bunchasak, Chanwit Kaewtapee, Wiriya Loongyai

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: fagrcwr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาประเมินผลการเสริมแทนนินในอาหารไก่เนื้อต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และแบคทีเรียในซีกัมในสภาพการเลี้ยงหนาแน่น ใช้ไก่เพศผู้ทั้งหมด 492 ตัว (Ross308) ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 6 ซ้ำ ดังนี้ 1) ความหนาแน่นปกติ (NSD, 29.59 กก./ตร.ม. อาหารสูตรควบคุม) 2) ความหนาแน่นสูง (HSD, 35.94 กก./ตร.ม. อาหารสูตรควบคุม) 3) ความหนาแน่นสูงเสริมแทนนิน 0.05% (HSD1) 4) ความหนาแน่นสูงเสริมแทนนิน 0.10% (HSD2) 5) ความหนาแน่นสูงเสริมโคลิสติน 0.012% (HSD3) ที่อายุ 35 วัน ศึกษา พบว่าน้ำหนักตัวและปริมาณอาหารที่กินของไก่กลุ่ม HSD HSD1 และ HSD2 ต่ำกว่ากลุ่ม NSD ($p < 0.05$) ขณะที่อัตราการแลกเนื้อระหว่างกลุ่ม NSD และ HSD ไม่แตกต่างกัน การเสริมแทนนินไม่ส่งผลต่อคุณภาพซาก ปริมาณแบคทีเรียรวมและ *Lactobacillus* spp. ในซีกัมไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตามเชื้อ *E. coli* ลดลงในไก่กลุ่มที่เสริมแทนนินและโคลิสตินในอาหาร ($p < 0.05$) สรุปได้ว่าการเสริมแทนนินในสภาพการเลี้ยงหนาแน่นส่งผลต่อเชื้อ *E. coli* ในลำไส้ลดลง

คำสำคัญ: ความหนาแน่น, แทนนิน, แบคทีเรียในซีกัม, สมรรถภาพการเจริญเติบโต

Abstract

This study evaluated the effect of tannin supplementation in diets on the growth performance, carcass quality and bacterial population under high stocking density (HSD) conditions in broilers. A total of 492 male broilers (Ross 308) were used in a completely randomized design with five treatments and six replicates. Treatments were as follows: 1) normal stocking density (NSD; 29.59 kg/m2 fed basal diets); 2) HSD (35.94 kg/m2 fed basal diets); 3) HSD + 0.05% tannin (HSD1), 4) HSD + 0.10% tannin (HSD2), and 5) HSD + 0.012% colistin (HSD3). At 35 days of age, the results showed that body weight and feed intake of HSD HSD1 and HSD2 were lower than NSD group ($p < 0.05$), whereas the feed conversion ratio between NSD and HSD group was not significant different. There were no significant effects of tannin supplementation for the carcass quality. The total bacteria and *Lactobacillus* spp. in the cecum were not significant different among treatment groups. However, *E. coli* was reduced by adding tannin and colistin in diet ($p < 0.05$). It can be concluded that the supplementation of tannin in diet of broiler reared under high stocking density had a decreased effect on *E. coli* in gut.

Keywords: cecum bacteria, growth performance, stocking density, tannin

คำนำ

ไก่เนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนที่มีราคาถูก (Tayeb et al., 2011) ปัจจุบันความต้องการบริโภคเนื้อไก่เพิ่มมากขึ้นแต่พื้นที่การเลี้ยงมีจำกัดส่งผลให้ไก่เนื้ออยู่ภายใต้สภาพการเลี้ยงที่หนาแน่น (Guardia et al., 2011) และเกษตรกรมีความต้องการเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงเพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิต (Hecker et al., 2002) คณะกรรมการสหภาพยุโรปเผยแพร่มาตรฐานขั้นต่ำเกี่ยวกับสวัสดิภาพของไก่เนื้อที่ความหนาแน่นสูงสุด 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตรหรือ 0.073 ตารางเมตรต่อตัว (Abudabos et al., 2013) มีการศึกษาหาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่เนื้อสูงสุด 14 ตัวต่อตารางเมตร (Kang et al., 2016) ความหนาแน่นทำให้เกิดความเครียด (Tayeb et al., 2011) ส่งผลต่อการเกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) ในร่างกายเพิ่มขึ้น (papadopoulou et al., 2017) ทำให้เซลล์เสียหายจำนวนมาก (Akbarian et al., 2016) จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ชนิด *Lactobacillus* spp. ลดลง และจุลินทรีย์ที่ก่อโทษชนิด *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp. เพิ่มขึ้น (Zhang et al., 2014) ดังนั้นจึงมีการนำยาปฏิชีวนะ เช่น โคลิสติน (Colistin) มาใช้ผสมอาหารเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารให้ดีขึ้น (Barton, 2000) อย่างไรก็ตามการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นเวลานานทำให้เกิดเชื้อดื้อยา และเกิด สารตกค้างในเนื้อไก่ก่อเกิดเป็นสารก่อมะเร็ง (Chopra and Roberts., 2001) สหภาพยุโรป (European union: EU) จึงออกกฎหมายห้ามใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ (Cogliani et al., 2011) ส่งผลให้มีการหาสารเสริมที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ (Patterson and Burkholder, 2003) การใช้แทนนินเป็นอีกทางเลือกเนื่องจากเป็นสารประกอบพอลิฟีนอล (Polyphenol compound) ที่สังเคราะห์ขึ้นตามธรรมชาติมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Antimicrobial) ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค เช่น *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp. (Liu et al., 2013) และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ช่วยลดความเครียด (Cowan, 1999) กระตุ้นการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร อย่างไรก็ตามแทนนินมีคุณสมบัติเป็นสารต้านการใช้ประโยชน์ได้ของสารอาหาร (Antinutritional factor) จับและตกตะกอนโปรตีน ยับยั้งการสร้างเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหาร ได้แก่ Trypsin, α-Amylase และ Lipase ทำให้การย่อยและดูดซึมของสารอาหารลดลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง ซึ่งแทนนินมีคุณสมบัติเป็นประโยชน์หรือโทษขึ้นอยู่กับระดับการใช้ (Dosage) ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมแทนนินในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และแบคทีเรียในซีกัมของไก่เนื้อภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์และการจัดการสัตว์ทดลอง

ใช้ไก่เนื้อเพศผู้สายพันธุ์ Ross 308 ที่อายุ 1 วัน จำนวน 492 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 6 ซ้ำ โดยกลุ่มการทดลองที่ 1ความหนาแน่นปกติ 29.59 กก./ตร.ม. (จำนวนไก่ 14 ตัว) และได้รับอาหารสูตรควบคุม (NSD) กลุ่มการทดลองที่ 2 ความหนาแน่นสูง 35.94 กก./ตร.ม. (จำนวนไก่ 17 ตัว) และได้รับอาหารสูตรควบคุม (HSD) กลุ่มการทดลองที่ 3 ความหนาแน่นสูงเสริมแทนนิน 0.05% (HSD1) กลุ่มการทดลองที่ 4 ความหนาแน่นสูงเสริมแทนนิน 0.10% (HSD2) กลุ่มการทดลองที่ 5 ความหนาแน่นสูงเสริมโคลิสติน 0.012% (HSD3) ที่อายุ 10 วัน ไก่เนื้อทุกตัวได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล โรคกัมโบโร และหลอดลม

อักเสบ ตลอดการทดลองเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) โรงเรือนทดลองขนาด 10 × 30 × 2.35 เมตร (กว้าง×ยาว×สูง) และเลี้ยงในคอกที่มีพื้นที่ขนาด 1.08 ตารางเมตร ใช้พัดลมระบายอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 นิ้ว จำนวน 7 ตัว ติดอยู่ด้านท้ายของโรงเรือน มีการให้อาหารและน้ำแบบเต็มที่ (*ad libitum*) โดยผู้ทำการทดลองมีใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ เลขที่คำขอใบอนุญาตใช้สัตว์ U1-06208-2560

อาหารทดลอง

อาหารทดลองใช้วัตถุดิบหลักเป็นข้าวโพดและกากถั่วเหลือง มีระดับโภชนะของอาหารเพียงพอต่อความต้องการของไก่เนื้อตามคำแนะนำของสายพันธุ์ Ross308 ปี 2014 (Avigen, 2014) แบ่งอาหารทดลองออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะ Starter (อายุ 0-10 วัน) ระยะ Grower (อายุ 11–24 วัน) และระยะ Finisher (อายุ 25–35 วัน) แสดงใน Table 1

Table 1 Composition and nutrient levels of the experiment diet

Broiler trial	Starter	Grower	Finisher
Ingredients, g kg^{-1}			
Corn	49.26	52.36	57.13
Soybean meal (48% CP)	33.27	29.69	24.50
Full Fat Soy	10.00	10.00	10.00
Rice bran oil	2.77	3.71	4.37
Limestone	1.34	1.22	1.13
Monocalcium phosphate (22% P)	1.63	1.43	1.27
Salt	0.59	0.60	0.46
Sodium bicarbonate	-	-	0.20
L-Lysine	0.23	0.16	0.16
L-threonine	0.09	0.06	0.04
DL-Methionine	0.38	0.33	0.30
Vitamin & Mineral Premix	0.24	0.24	0.24
Corncob/ Tannin	0.20	0.20	0.20
Calculated nutritive values			
Metabolizable energy, Kcal kg^{-1}	3000.00	3100.00	3200.00
Crude protein, %	23.00	21.50	19.50
Fiber, %	3.75	3.61	3.42
Fat, %	6.94	7.91	8.64
Lysine, %	1.44	1.29	1.16
Methionine, %	0.73	0.66	0.61
Methionine+Cystine, %	1.08	0.99	0.91
Threonine, %	0.97	0.88	0.78
Tryptophan, %	0.26	0.24	0.22
Calcium, %	0.96	0.87	0.79
Total Phosphorus, %	0.74	0.68	0.63
Available phosphorus, %	0.48	0.43	0.39
Na, %	0.25	0.25	0.25
DEB, mEq kg^{-1}	263	246	246

[1]Provided per kg of complete diet: 20 mg of Fe, 2 mg of Co, 120 mg of Mn, 15 mg Cu, 100 mg of Zn, 1.25 mg of I and 0.30 mg of Se.
[2] Provided per kg of complete diet: 9000 IU of vitamin A, 3000 IU of vitamin D3, 30 mg of vitamin E, 1.18 mg of vitamin B1, 6.25 mg of vitamin B2, 3 mg of B6, 0.03 mg of vitamin B12, 0.125 mg of Biotin, 10 mg of Pantothenic acid, 1.5 mg of Folic acid and 45 mg of Niacin

การบันทึกข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

เมื่ออายุ 10 24 และ 35 วันของการทดลอง ชั่งน้ำหนักไก่เนื้อทุกกลุ่มการทดลองแบบรายตัวทุกคอกและชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือของทุกคอก เพื่อนำไปคำนวณน้ำหนักตัว (body weight) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัว (body weight gain; BWG) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily growth; ADG) ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake; FI) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio; FCR) กรณีที่มีไก่ตาย ไก่ป่วย และไก่คัดทิ้งระหว่างการทดลองให้ทำการบันทึกจำนวนตัวและชั่งน้ำหนักตัวไก่รวมทั้งปริมาณอาหาร ณ วันที่ไก่ตาย ไก่ป่วยและไก่คัดทิ้งกิน

การบันทึกคุณภาพซาก

เมื่ออายุ 35 วัน ทำการอดอาหารไก่เนื้อเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นสุ่มไก่เนื้อทุกคอก คอกละ 3 ตัว รวมทั้งหมด 90 ตัว ที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน จากนั้นทำให้สลบด้วยการรมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนทำการฆ่าเพื่อชำแหละชิ้นส่วนเพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก โดยบันทึกข้อมูลดังนี้ น้ำหนักมีชีวิต (live weight) เนื้ออก (breast meat) สันใน (fillet) น่อง (drum stick) สะโพก (thigh) ปีก (wings) ตับ (liver) ตับอ่อน (pancreas) ไขมันช่องท้อง (abdominal fat)

การบันทึกหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียในซีกัม

เมื่ออายุ 35 วัน ทำการอดอาหารไก่เนื้อเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นสุ่มไก่เนื้อทุกคอก คอกละ 3 ตัว รวมทั้งหมด 90 ตัว ที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน จากนั้นทำให้สลบด้วยการรมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนทำการฆ่า เพื่อทำการเก็บซีกัมเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียด้วยเทคนิคการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม (quantitative polymerase chain reaction; qPCR)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองเพื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan’s multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS version 9.0 (1990)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลต่อสมรรถภาพการผลิต

ผลการเสริมแทนนินในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น แสดงผลใน Table 2 ในช่วงอายุ 0–35 วัน พบว่า น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และปริมาณการกินอาหารของไก่เนื้อกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นสูง (HSD) ต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นปกติ (NSD) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)) โดยน้ำหนักตัวและปริมาณการกินอาหารของกลุ่ม HSD ลดลงจากกลุ่ม NSD เท่ากับ 8.43% และ 8.51% ตามลำดับ และเมื่อมีการเสริมแทนนินที่ระดับ 0.05% ในกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นสูง (HSD1) พบว่า น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และปริมาณการกินอาหารมีแนวโน้มดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม HSD โดยน้ำหนักตัวและปริมาณการกินอาหารของกลุ่ม HSD1 ดีกว่ากลุ่ม HSD เท่ากับ 2.89% และ 3.31% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเสริมแทนนินที่ระดับ 0.05% (HSD1) ถึงแม้จะให้ผลที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม HSD แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นปกติ (NSD) พบว่า น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และปริมาณการกินอาหารของกลุ่ม HSD1 ต่ำกว่ากลุ่ม NSD โดยน้ำหนักตัวและปริมาณการกินอาหารของกลุ่ม HSD1 ลดลงจากกลุ่ม NSD เท่ากับ 5.78% และ 5.49% ตามลำดับ และเมื่อมีการเสริมแทนนินที่ระดับสูงขึ้น คือ 0.10% ในกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นสูง (HSD2) พบว่า น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ต่ำกว่ากลุ่ม HSD โดยน้ำหนักตัวของกลุ่ม HSD2 ลดลงจากกลุ่ม HSD เท่ากับ 1.06% และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม NSD พบว่า น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และปริมาณการกินอาหารของกลุ่ม HSD2 ต่ำกว่ากลุ่ม NSD โดยน้ำหนักตัวและปริมาณการกินอาหารของกลุ่ม HSD2 ลดลงจากกลุ่ม NSD เท่ากับ 8.88% และ 7.54% ตามลำดับ เนื่องจากการเลี้ยงภายใต้ความหนาแน่นสูงส่งผลเชิงลบต่อตัวสัตว์ ทำให้สัตว์กินน้ำและอาหารได้อย่างไม่ทั่วถึง (Cengiz et al., 2015) ส่งผลให้เกิดความเครียด (Kridtayopas et al., 2019) และจุลินทรีย์ภายในลำไส้ไม่สมดุล จุลินทรีย์ก่อโรคเพิ่มจำนวนขึ้น ส่งผลให้สมรรถภาพเจริญเติบโตและสุขภาพของไก่เนื้อลดลงด้วย (Verbrugghe et al., 2012) และเมื่อมีการเสริมแทนนินที่ระดับ 0.05% ในกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นสูง พบว่า มีแนวโน้มช่วยปรับปรุงน้ำหนักตัวและปริมาณการกินอาหารได้ดีขึ้นกว่ากลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นสูง ที่ไม่ได้รับการเสริมแทนนิน อย่างไรก็ตามเมื่อมีการเสริมแทนนินที่ระดับสูง คือ 0.10% .ในกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นสูง พบว่าไม่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตและปริมาณการกินอาหารได้ เนื่องจากการใช้แทนนินในระดับสูงจะมีคุณสมบัติเป็นสารต้านการใช้ประโยชน์ได้ของสารอาหาร (Antinutritional factor) จับและตกตะกอนโปรตีน และยับยั้งการสร้างเอนไซม์ต่างๆที่ช่วยย่อยอาหาร ทำให้เอนไซม์ย่อยอาหารทำงานได้น้อยลง ส่งผลต่อการย่อยและดูดซึมของสารอาหารลดลง ทำให้การเจริญเติบโตและปริมาณการกินอาหารลดลง (Mcsweeney and Krause, 2001)

Table 2 Effect of tannin supplement on growth performance of broiler chickens during 0–35 days of age

Item	NSD	HSD	HSD1	HSD2	HSD3	*p*-value	SEM
Starter phase (0 to 10 day)							
BW (g)	344.54±11.43	340.83±9.31	345.50±9.85	340.30±12.47	357.86±13.236	0.08	1.96
BWG (g)	299.59±11.33	295.84±9.47	300.49±9.83	295.31±12.48	312.89±13.16	0.07	1.96
ADG (g)	29.96±1.13	29.58±0.95	30.05±0.98	29.53±1.25	31.29±1.32	0.08	0.20
FI (g)	275.38±7.86	276.16±6.07	274.47±3.13	274.61±7.42	293.39±3.49	0.08	1.14
FCR	0.92±0.02	0.93±0.04	0.91±0.02	0.93±0.02	0.93±0.01	0.26	0.01
Grower phase (11 to 24 day)							
BW (g)	1483.43^{A}±38.36	1416.54^{AB}±19.62	1426.09^{AB}±32.93	1383.27^{B}±28.93	1443.25^{AB}±28.32	<0.05	6.90
BWG (g)	1138.90^{A}±31.85	1075.70^{AB}±24.10	1080.58^{AB}±25.39	1042.96^{B}±31.53	1085.39^{AB}±35.58	<0.05	6.41
ADG (g)	81.35^{A}±2.27	76.84^{AB}±1.72	77.18^{AB}±1.81	74.50^{B}±2.25	77.53^{AB}±2.54	<0.05	0.46
FI (g)	1386.58^{AB}±40.44	1324.05^{C}±35.37	1347.95^{BC}±25.72	1357.83^{B}±21.25	1412.64^{A}±34.28	<0.05	6.29
FCR	1.22^{C}±0.01	1.23^{BC}±0.01	1.26^{B}±0.02	1.32^{A}±0.03	1.33^{A}±0.02	<0.05	0.01
Finisher phase (25 to 35 day)							
BW (g)	2365.95^{A}±56.62	2166.37^{CD}±50.38	2229.09^{BC}±99.58	2115.65^{D}±93.91	2314.80^{AB}±84.86	<0.05	16.81
BWG (g)	882.52^{A}±59.76	753.91^{CD}±71.27	815.38^{BC}±77.61	745.75^{D}±74.83	898.01^{A}±92.60	<0.05	13.77
ADG (g)	80.23^{A}±5.43	68.54^{CD}±6.48	74.13^{BC}±7.06	67.80^{D}±9.53	81.64^{A}±8.42	<0.05	1.25
FI (g)	1653.77^{A}±102.71	1433.08^{B}±23.74	1491.38^{B}±81.95	1433.26^{B}±91.18	1541.36^{AB}±65.50	<0.05	15.14
FCR	1.88±0.07	1.91±0.16	1.84±0.12	1.94±0.16	1.73±0.18	0.24	0.02
Overall phase (0 to 35 day)							
BW (g)	2365.95^{A}±56.62	2166.37^{CD}±50.38	2229.09^{BC}±99.58	2115.65^{D}±93.91	2314.80^{AB}±84.86	<0.05	16.81
BWG (g)	2321.01^{A}±56.65	2121.38^{CD}±50.51	2184.08^{BC}±99.54	2070.65^{D}±93.93	2269.83^{AB}±84.95	<0.05	16.82
ADG (g)	66.31^{A}±1.62	60.61^{CD}±1.44	62.40^{BC}±2.84	59.16^{D}±2.68	64.85^{AB}±2.43	<0.05	0.48
FI (g)	3315.73^{A}±103.14	3033.29^{B}±40.77	3133.80^{B}±92.83	3065.70^{B}±92.28	3247.39^{A}±89.10	<0.05	18.29
FCR	1.43±0.02	1.43±0.04	1.42±0.04	1.48±0.02	1.44±0.06	0.26	0.01

$^{A-D}$ Means in the same row with no common superscript differ significantly ($p<0.05$), standard error of mean (SEM), normal stocking density (NSD; 29.59 kg/m^2 fed basal diets), high stocking density (HSD; 35.94 kg/m^2 fed basal diets), HSD supplement with 0.05% tannin (HSD1), HSD supplement with 0.10% tannin (HSD2), HSD supplement with 0.012% colistin (HSD3)

ผลต่อคุณภาพซาก

ผลการเสริมแทนนินในอาหารต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น แสดงผล Table 3 พบว่า คุณภาพซากของกลุ่ม NSD และ HSD ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) สอดคล้องกับงานทดลองของ Chamorro et al. (2015) รายงานว่า การเสริมแทนนินไม่ส่งผลต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ

Table 3 Effect of tannin supplement on carcass quality of broiler chickens at-35 days of age (% of live weight)

Item	NSD	HSD	HSD1	HSD2	HSD3	*p*-value	SEM
Breast	21.43±1.14	21.71±0.83	22.32±1.31	22.72±0.94	21.97±1.01	0.27	0.16
Fillet	4.38±0.20	4.42±0.18	4.40±0.31	4.42±0.16	4.33±0.27	0.86	0.04
Thigh	15.62±0.56	14.98±0.74	14.80±0.65	14.96±0.71	15.07±0.84	0.34	0.11
Drumstick	12.13±0.44	12.59±0.43	12.15±0.43	12.14±0.27	12.33±0.53	0.22	0.07
Wings	9.33±0.24	9.10±0.34	9.10±0.35	9.13±0.19	8.99±0.35	0.40	0.04
Abdominal Fat	1.42±0.15	1.38±0.29	1.36±0.26	1.32±0.16	1.36±0.15	0.29	0.03
Liver	2.51±0.12	2.57±0.14	2.47±0.18	2.47±0.10	2.42±0.13	0.40	0.03
Spleen	0.11±0.02	0.13±0.03	0.13±0.02	0.10±0.01	0.11±0.04	0.22	0.00

Normal stocking density (NSD; 29.59 kg/m^2 fed basal diets), high stocking density (HSD; 35.94 kg/m^2 fed basal diets), HSD supplement with 0.05% tannin (HSD1), HSD supplement with 0.10% tannin (HSD2), HSD supplement with 0.012% colistin (HSD3)

ผลต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียในซีกัม

ผลการเสริมแทนนินในอาหารต่อปริมาณแบคทีเรียในซีกัมของไก่เนื้อภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น แสดงผลใน Table 4 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมและ *Lactobacillus* spp. ในซีกัมไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นสูง (HSD) มีปริมาณของเชื้อ *E. coli* เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นปกติ (NSD) ($p < 0.05$) และเมื่อมีการเสริมแทนนินและโคลิสตินในกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นสูง พบว่า ปริมาณของเชื้อ *E.coli* ลดลงใกล้เคียงกับกลุ่มที่เลี้ยงหนาแน่นปกติ ($p < 0.05$) ซึ่งกลุ่มที่เสริมแทนนินมีประสิทธิภาพในการลดเชื้อ *E.coli* ได้ใกล้เคียงกับยาปฏิชีวนะ เนื่องจากแทนนินเป็นสารกลุ่มพอลิฟีนอลมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Antimicrobial) ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้ดี เช่น *E. coli* และ *Salmonella* spp. คล้ายกับยาปฏิชีวนะ (Liu et al., 2013) โดยแทนนินมีกลไกยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน ทำให้ให้แบคทีเรียหยุดการเจริญเติบโตและตาย และมีกลไกขัดขวางการสร้างผนังเซลล์โดยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ผิดปกติ ส่งผลให้การผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ภายในและภายนอกเซลล์ผิดปกติ ส่งผลให้เซลล์แบคทีเรียแตกและตาย (Smith and Mackie, 2004) และทุกกลุ่มการทดลองไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp.

Table 4 Effect of tannin supplement on bacteria in cecum of broiler chickens at 35 days of age (Log10 CFU/g)

Item	NSD	HSD	HSD1	HSD2	HSD3	*p*-value	SEM
Total Bacteria	11.56±0.13	11.57±0.05	11.51±0.08	11.42±0.19	11.46±0.14	0.24	0.02
Escherichia coli	7.61^{B}±0.10	8.66^{A}±0.20	7.63^{B}±0.08	7.76^{B}±0.40	7.57^{B}±0.11	<0.05	0.06
Lactobacillus spp.	10.96±0.22	10.79±0.25	10.99±0.07	10.84±0.20	10.83±0.17	0.32	0.03
Salmonella spp.	ND	ND	ND	ND	ND		

$^{A-B}$ Means in the same row with no common superscript differ significantly ($p < 0.05$), standard error of mean (SEM), not detected (ND), normal stocking density (NSD; 29.59 kg/m2 fed basal diets), high stocking density (HSD; 35.94 kg/m2 fed basal diets), HSD supplement with 0.05% tannin (HSD1), HSD supplement with 0.10% tannin (HSD2), HSD supplement with 0.012% colistin (HSD3)

สรุป

การเสริมแทนนินในอาหารของไก่เนื้อภายใต้สภาพการเลี้ยงหนาแน่น มีประสิทธิภาพช่วยลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อโรคชนิด *E.coli* ได้ดีใกล้เคียงกับยาปฏิชีวนะ โดยการเสริมแทนนินที่ระดับ 0.05% ให้ผลดีที่สุด และการเสริมแทนนินที่ระดับ 0.05% มีแนวโน้มช่วยปรับปรุงน้ำหนักตัวและปริมาณการกินอาหารของไก่เนื้อ แต่การเสริมแทนนินที่ระดับ 0.10% ส่งผลเชิงลบต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุนทุนวิจัยและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Aviagen Ross Broiler Management Handbook. 2014. Broiler Management. Aviagen Inc. Huntsville, Alabama, USA

Abudabos, A.M., Samara, E.M., Hussein, E.O.S., Ghadi, M., Atiyat, R.M. 2013. Impacts of stocking density on the performance and welfare of brolier chickens. Ital. J. Anim. Sci. 12: 147–254.

Akbarian, A., Michiels, J., Degroote, J., Majdeddin, M., Golian, A., Smet, S. 2016. Association between heat stress and oxidative stress in poultry mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. J. Anim. Sci. 7: 37.

Barton, M.D. 2000. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. J. Nutr. 13: 279–299.

Cengiz, O., Koksal, B.H., Tatli, O., Sevim, O., Ahsan, U., Uner, A.G., Onol, A.G. 2015. Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora and stress indicators of broilers. Poult. Sci. 94: 2395–2403.

Chamorro, S., Viveros, A., Rebole, A., Rica, B.D., Arifa, I., Brenes, A. 2015. Influence of dietary enzyme addition on polyphenol utilization and meat lipid oxidation of chicks fed grape pomance. Poult. Sci. 73: 197–203.

Chopra, I., Roberts, M. 2001.Tetracycline antibiotics: Mode of action, application, molecular biology and epidemiology of bacterial resistance. Mol. Biol. Rev. 65: 260–323.

Cogliani, C., Gossens, H., Greko, C. 2011. Restricting antimicrobial use in food animal. Lessons from Europe. J. Anim. Sci 6: 274–279.

Cowan, M. 1999. Plant product as antimicrobial agents. Clin Microbiol Rev. 12: 564–582.

Guardai, S., Konsak, B., Combes, S., Levenez, F., Cauquil, L., Guillot, J.F., Moreau-Vauzelle, C., Lessire, M. 2011. Effects of stocking density on the growth performance and digestive microbiota of broiler chickens. Poult. Sci. 90: 1878–1889.

Heckert, R.A., Esteves, I., Russek, E., Pettit, R. 2002. Effect of density and perch availability on the immune status of brolier. Poult. Sci. 81: 451–457.

Kang, H.K., Park, S.B., Kom, S.H., Kim, C.H. 2016. Effect of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. Poult. Sci. 95: 2764–2770.

Kridtayopas, C., Rakangtong, C., Bunchasak, C., Loongyai, W. 2019.Effect of prebiotic and synbiotic supplementation in diet on growth performance, small intestinal morphology, stress, and bacterial population under high stocking density condition of broiler chickens. Poult. Sci. 98: 4595–4605.

Liu, Y., Li, Y., Liu, H.N., Suo, Y.L., Hu, L., Feng, X.A., Zhang, L., Jin, F. 2013. Effect of quercetin on performance and egg quality during the late laying period of hens. Poult. Sci. 4: 510–514.

McSweeney, C.S., Krause, D.O. 2001. Microbial interactions with tannin: nutritional consequence for ruminants. Anim. Sci. 91: 83–93.

Papadopoulou, A., Petrotos, K., Stagos, D., et al. 2017. Enhancement of antioxidantmechanism and reduction of oxidative stress in chickens after the administration of drinking water enriched with polyphenolic powder from olive mill waste waters. Oxid. Med. Cell. 5: 253-–268.

Patterson, J., Burkholer, K. 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. Poult. Sci. 82: 627–631.

Smith, A., Mackie, R.I. 2004. Effect of condensed tannins on bacterial diversity and metabolic activity in the rat gastrointestinal tract. Anim. Sci. 70: 1104–1115.

Tayeb, I. T., Hassan, H.N., Mustafa, M.M., Sadeq, S.A.M. 2011. Effect of various stocking density on productive performance and some physiological traits of broiler chick. Anim. Vet. Sci. 1: 89–93.

Verbrugghe, E., Boyen, F., Gaastra, W., Bekhuis, L., Leyma, B., Parys, A.V., Haesebrouck, F., Pasmans, F. 2012. The complex interplay between stress and bacterial infections in animals. Vet. Microbiol. 155: 115–127.

Zhang, L., Cao, G., Zeng, X., Zhou, L., Ferket, P., Xiao, Y., Chen, A., Yang, C. 2014. Effect of clostridium butyricum on growth performance, immune fuction and cecal microflora in broiler chickens challenged with escherichia coli K88. Poult. Sci. 93: 46–53.

ผลของการเสริมยาต้านเชื้อบิดในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต โอโอซิสต์ในมูล และการเกิดอุ้งเท้าอักเสบในไก่เนื้อ

Effect of anticoccidial drugs supplementation in diets on growth performance, faecal oocysts and footpad dermatitis in broiler chickens

ภัทรธิดา เขียนสาร์, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง*

Pattarathida Kiansa, Choawit Rakangtong*

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: fagrcwr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อศึกษาผลของการเสริมยาต้านเชื้อบิดในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต โอโอซิสต์ในมูลและการเกิดอุ้งเท้าอักเสบในไก่เนื้อ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ใช้ไก่เนื้อเพศผู้สายพันธุ์ Ross308 จำนวน 448 ตัว สุ่มแบ่งเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 8 ซ้ำๆ ละ14 ตัว อาหารทดลอง 4 กลุ่มดังนี้ 1) กลุ่มควบคุม 2) เสริมลาซาโลซิด 100 ppm 3) เสริมนาราซิน+นิคราบาซิน 40+40 ppm และ 4) เสริมโมเนนซิน+นิคราบาซิน 40+40 ppm ไก่ทุกตัวรับวัคซีน Livacox T ที่อายุ 1 วัน ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในช่วงอายุ 0–10 วัน ดีขึ้นจากการเสริมลาซาโลซิด, โมเนนซิน+นิคราบาซิน ($p < 0.05$) โอโอซีสต์ในมูลของกลุ่มที่เสริมยาต้านเชื้อบิดมีปริมาณไข่บิดน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) คะแนนอุ้งเท้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สรุปได้ว่าการเสริมยาต้านเชื้อบิดช่วยลดโอโอซิสต์ในมูล แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต

คำสำคัญ: ไก่เนื้อ, ยาต้านเชื้อบิด, สมรรถภาพการผลิต, อุ้งเท้าอักเสบ, โอโอซิสต์

Abstract

An experiment was conducted to study the effect of anticoccidial drug as dietary supplementation on growth performance, faecal oocysts and footpad dermatitis in broilers. Four hundred forty-eight male broiler chicks (Ross 308) were randomly divided into four treatment groups with eight replications of 14 chicks each. The experimental design was a completely randomized design. There were four experimental diet, unmedicated diet (T1), supplement with Lasalocid 100 ppm diet (T2), supplement with Narasin+Nicarbazin 40+40 ppm diet (T3) and supplement with Monensin+Nicarbazin 40+40 ppm. (T4). All chickens were challenged with coccidial vaccines Livacoox T by oral inoculation on day 1 of age. The results shown that feed conversion ratio of broiler during 0–10 day of age improved by Lasalocis, Monensin+Nicarbazin supplementation ($p < 0.05$). The results indicated that using all anticoccidial drug decreased number of coccidial oocysts in feces ($p < 0.05$). However, the footpad dermatitis score was not significant differences between the treatment groups ($p > 0.05$). It could be indicated that anticoccidial drug medicines in this study decline coccidial oocysts in feces without negative customer on negative growth performance.

Keywords: anticoccidial drug, broiler chickens, footpad dermatitis, growth performance, oocysts

คำนำ

โรคบิด (Coccidiosis) เป็นโรคที่เกิดจากโปรโตซัวในสกุลอัยเมอเรีย (*Eimeria* spp.) การติดปรสิตจะทำลายเนื้อเยื่อลำไส้ส่งผลให้การกินและการดูดซึมสารอาหารลดลง กินน้ำมากขึ้น ท้องเสีย (Shivaramaiah et al. 2014) และไวต่อการติดเชื้อแบคทีเรีย แทรกซ้อนทำให้การป้องกันเชื้อปรสิตดังกล่าวจึงมีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีก (Kheirabadi et al., 2014) การติดเชื้อบิดจะทำลายเซลล์เยื่อบุลำไส้เล็กในบริเวณต่างๆ ตามชนิดเช่น *Eimeria acervulina* ทำลายลำไส้เล็กส่วนต้น, *Eimeria maxima* ทำลายลำไส้เล็กส่วนกลาง และ *Eimeria tenella* ทำลายซีกัม หรือกระเพาะหมัก (Abdisa et al., 2019) โรคบิดในสัตว์ปีกสามารถติดต่อกันได้จากการกินน้ำ กินอาหาร และจากพื้นคอกที่เปียกและปนเปื้อนไข่บิดจากมูลสัตว์ที่ติดเชื้อ ซึ่งความชื้นของวัสดุรองพื้นยังเป็นปัจจัยเสี่ยงทำให้เกิดการอักเสบของอุ้งเท้า (footpad dermatitis) เสี่ยงต่อการติดเชื้อแทรกซ้อน หรือเชื้อเข้ากระแสเลือดซึ่งส่งผลต่อภาพของสัตว์ (Mayne et al., 2007 ; Heitmann et al., 2018) การควบคุมโรคบิดในปัจจุบันนิยมใช้วิธีการผสมยาต้านบิดลงในอาหาร หรือการทำโปรแกรมวัคซีน (Cowieson et al., 2020) โดยยาที่ใช้ควบคุมโรคบิดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ยากลุ่มไอโอโนฟอร์ (Ionophore) เช่น Lasalocid, Monensin และ Narasin (Antoszczak et al., 2019) ผลิตจากการหมักเชื้อ *Streptomyces* ssp. มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก โดยรบกวนกระบวนถ่ายเทไอออนข้ามผนังเซลล์เป็นยาปฏิชีวนะชนิดแรกที่อุตสาหกรรมสัตว์ปีกนิยมใช้มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคบิด เพิ่มอัตราการกินอาหารและการเจริญเติบโต (Henderson et al., 1981) และ 2) ยากลุ่มเคมีสังเคราะห์ (Synthetic agents) เช่น Nicarbazin จัดได้ว่าเป็นยาต้านบิดตัวแรกที่ออกฤทธิ์กว้างและถูกใช้อย่างแพร่หลาย โดยเชื่อว่ามีกลไกลการออกฤทธิ์ทำให้มีฤทธิ์ต่อการสะสมของแคลเซียมเพื่อสร้างเป็นพลังงาน และรบกวนการทำงานในsuccinate-linked nicotinamind adenine dinucleotind reduction ของเชื้อบิด (ณัฐสิทธิ์, 2557) แต่อย่างไรก็ตามยานี้มีข้อเสียเมื่อนำไปใช้ในไก่ไข่เป็นยาที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคบิดและเนื้อเยื่อลำไส้ของสัตว์ปีก (Pattison et al., 1996) การควบคุมโรคบิดจะช่วยอาการท้องเสียจากการติดเชื้อ ช่วยลดความชื้นในมูล และพื้นคอก (Shepherd and Fairchild, 2010) ที่เป็นสาเหตุของการเกิดอุ้งเท้าอักเสบ ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเพื่อประเมินผลของการเสริมยาต้านเชื้อบิดในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต โอโอซิสต์ในมูล และการเกิดอุ้งเท้าอักเสบในไก่เนื้อ

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์และการจัดการสัตว์ทดลอง

ใช้ไก่เนื้อเพศผู้สายพันธุ์ Ross 308 เพศผู้ที่อายุ 1 วันจำนวน 448 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 8 ซ้ำ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม, กลุ่มที่ 2 เสริมลาซาโลซิด, กลุ่มที่ 3 เสริมนาราซิน+นิคราบาซิน และ กลุ่มที่ 4 เสริมโมเนนซิน+นิคราบาซิน และได้รับอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 39 วัน เลี้ยงที่ความหนาแน่น 35 กก./ตร.ม. (จำนวนไก่ 14 ตัว) เมื่อไก่อายุ 1 วัน ไก่ทุกตัวจะได้รับวัคซีนเชื้อเป็น Livacox T ปริมาณ 3 โดส (1โดสมีโอโอซิสต์ของเชื้อ *E.acervalina* 300, *E.maxima* 300 และ*E.tenella* 300 โอโอซิสต์) ทางปากเพื่อเป็นการจำลองการติดเชื้อบิด ที่อายุ 10 วัน ไก่เนื้อทุกตัวได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล โรคกัมโบโร และหลอดลม

อักเสบ ตลอดการทดลองเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดพร้อมระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) มีการให้อาหารและน้ำแบบเต็มที่ (*ad libitum*)

อาหารทดลอง

อาหารทดลองใช้วัตถุดิบหลักเป็นข้าวโพดและกากถั่วเหลือง ตามความต้องการไก่เนื้อพันธุ์ Ross 308 (Aviagen, 2014) แบ่งอาหารในการทดลองออกเป็น 3 ระยะได้แก่ Stater (อายุ 1 ถึง 10 วัน), Grower (อายุ 11 ถึง 24 วัน) และ Finisher (อายุ 25 ถึง 39) วัน ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีแสดงใน Table 1

Table 1 Ingredients and calculated chemical composition of the starter grower and finisher diets

Items	Starter	Grower	Finisher
Ingredients, g kg $^{-1}$, as fed basis			
Corn	50.61	53.55	58.57
Soybean meal (48% CP)	40.34	36.48	31.64
Rice bran oil	4.34	5.33	5.91
Monocalcium phosphate (22% P)	1.64	1.47	1.26
Limestone	1.35	1.22	1.13
Salt	0.56	0.46	0.28
Sodium bicarbonate	-	0.15	0.30
DL-Methionine	0.40	0.34	0.30
L-Lysine	0.25	0.17	0.16
L-Threonine	0.11	0.07	0.05
Vitamin & Mineral Premix[1,2]	0.24	0.24	0.24
Antioxidant & Toxin Binder	0.06	0.06	0.06
Corn cob / Anticoccidial drug	0.10	0.10	0.10
Calculated chemical composition			
Metabolizable Energy, Kcal/Kg-1	3000	3100	3200
Crude protein, %	23	21.50	19.50
Fiber, %	3.60	3.50	3.36
Fat, %	6.89	7.91	8.55
Methionine, %	0.74	0.67	0.61
Methionine+Cystine, %	1.08	0.99	0.90
Lysine, %	1.44	1.29	1.15
Threonine, %	0.97	0.88	0.78
Valine, %	1.10	1.00	0.89
Calcium, %	0.96	0.87	0.78
Total phosphorus, %	0.74	0.69	0.62
Available phosphorus, %	0.48	0.44	0.39
Na, %	0.23	0.23	0.20
Dietary electrolyte balance (mEq/kg)	255.21	256.13	249.38

[1]Provided per kg of complete diet: 20 mg of Fe, 2 mg of Co, 120 mg of Mn, 15 mg Cu, 100 mg of Zn, 1.25 mg of I and 0.30 mg of Se.

[2] Provided per kg of complete diet: 9000 IU of vitamin A, 3000 IU of vitamin D3, 30 mg of vitamin E, 1.18 mg of vitamin B1, 6.25 mg of vitamin B2, 3 mg of B6, 0.03 mg of vitamin B12, 0.125 mg of Biotin, 10 mg of Pantothenic acid, 1.5 mg of Folic acid and 45 mg of Niacin

การบันทึกข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

เมื่ออายุ 10 และ 39 วัน ของการทดลอง ชั่งน้ำหนักไก่เนื้อทุกกลุ่มการทดลองแบบรายตัว และชั่งน้ำหนักอาหารและน้ำที่เหลือของทุกคอก ส่วนการบันทึกจำนวนไก่ตายทุกวันเพื่อนำไปคำนวณน้ำหนักตัวสุดท้าย (final weight) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัว (body weight gain; BWG), ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake; FI), ปริมาณน้ำที่กิน (water intake; WI), อัตราส่วนการกินน้ำต่ออาหาร (water feed ratio, WFR) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio; FCR)

การบันทึกข้อมูลปริมาณโอโอซิสต์ในมูลและปริมาณความชื้นในมูล

เมื่อไก่อายุ 24 และ 39 วัน ของการทดลองสุ่มเก็บมูลไก่ (pooled *sample*) ภายในคอก ปริมาณคอกละ 20 กรัม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโอโอซีสต์ในมูลด้วยวิธีของ McMaster technique (Chandrawathani et al., 2015) และวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในมูลด้วยวิธีของ AOAC (1995)

การประเมินคะแนนการอักเสบของอุ้งเท้า

เมื่อไก่อายุ 24 และ 39 วันของการทดลองนำมาให้คะแนนการอักเสบของอุ้งเท้าตามคะแนนที่กำหนดโดยแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 ไม่มีบาดแผล, ระดับ 1 แสดงบาดแผลไม่รุนแรง มีบาดแผลตื้นมีตุ่มที่อุ้งเท้าเป็นสีคล้ำ และระดับ 2 แสดงบาดแผลรุนแรงเกิดการตกสะเก็ด มีเลือดออกและแผ่นเท้าบวม (Flores et al., 2016)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองเพื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test และวิเคราะห์ระดับคะแนนการอักเสบของอุ้งเท้าโดยวิธี Chi-square ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SAS version 9.0 (1990)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สมรรถภาพการผลิต

ผลการทดลองสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่ได้รับอาหาร 4 กลุ่มแสดงใน Table 2 ในช่วงอายุ 1–10 วัน พบว่า BW, BWG และ WI ของทั้ง 4 กลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ปริมาณการกินอาหารของ Monensin มีค่าน้อยกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ WFR ของ Monensin มีค่ามากกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ และ FCR ของ Lasalocid และ Monensin มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) Monensin เป็นสารที่อยู่ในกลุ่มของไอโอโนฟอร์ ซึ่งเป็นสารที่ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ Monensin มีผลต่อแบคทีเรียแกรมบวก เชื้อรา

และโปโตซัว ทำให้ลดและหยุดการเจริญเติบโต ส่งผลให้สัตว์เอาอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น (Henderson et al., 1981) สอดคล้องกับการทดลองของ Bampidis et al. (2018) รายงานว่าการเสริม Monensin ทำให้ FCR ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และสอดคล้องกับการทดลองของ Keshavarz and Mcdougald (1982) ที่รายงานว่า Monensin สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวได้ และ WFR ของMonensin มีค่ามากกว่ากลุ่มการทดลองอื่นเนื่องจากการทำงานของ Monensin มีคุณสมบัติขนย้ายประจุบวกเข้าสู่ภายในเซลล์ และเมื่อแตกตัวแล้วจะให้โซเดียมไอออน (Na+) ทำให้ดูดซึมน้ำเข้าสู่เซลล์มากขึ้นโดยมีผลต่อเชื้อบิดระยะ sporozoite ส่งผลให้เซลล์แตก (Chapman et al., 2010) Monensin จึงสามารถช่วยควบคุมโรคบิดและเพิ่ม FCR ดีขึ้น (Schelling, 1984) ช่วงอายุ 11–24 วันพบว่าสมรรถภาพการเจริญเติบโตทั้ง 4 กลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ตลอดช่วงการทดลอง (1–39 วัน) พบว่าน้ำหนักตัวสุดท้าย, BWG, FI, WI, และ FCR ของทั้ง 4 กลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ WFR มีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับที่กลุ่มเสริม Monensin+Nicarbazin, เทียบกับกลุ่มควบคุม มีผลคล้ายกับช่วงอายุ 1–10 วันพบว่ากลุ่ม Monensin+Nicarbazin มีปริมาณการกินอาหารน้อยกว่ากลุ่มทดลองอื่น ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวพบว่าทั้ง 4 กลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่กลุ่มที่เสริม Lasalocid และ Monensin+Nicarbazin ดีกว่ากลุ่มควบคุมเพียงเล็กน้อย แต่อัตราส่วนการกินน้ำต่ออาหารมีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นเนื่องจาก Monensin แตกตัวแล้วจะให้โซเดียมไอออน (Na+) ทำให้ดูดซึมน้ำเข้าสู่เซลล์มากขึ้นส่งผลให้เซลล์แตก (Chapman et al., 2010)

Table 2 Effect of different anticoccidial drugs supplement on growth performances of broiler chickens

Item	Control	Lasalocid	Narasin/nicarbazin	Monensin/nicarbazin	*p*-value
Starter phase (1 to 10 day)					
BW (g)	330.14±10.87	340.05±4.26	337.29±13.87	331.41±9.84	0.19
BWG (g)	284.04±11.35	293.72±4.31	290.94±13.95	285.01±9.79	0.21
FI (g)	300.63±10.38^{A}	297.32±15.48^{A}	298.75±6.65^{A}	280.63±3.77^{B}	<0.01
WI (ml)	967.35±18.88	983.69±13.81	966.25±26.40	976.88±17.43	0.25
WFR	3.22±0.11^{B}	3.32±0.16^{B}	3.23±0.10^{B}	3.48±0.09^{A}	<0.01
FCR	1.06±0.04^{A}	1.01±0.04^{B}	1.03±0.06^{AB}	0.99±0.01^{B}	0.02
Grower phase (11 to 24 day)					
BW (g)	1336.75±43.31	1370.61±59.36	1347.92±40.77	1327.34±50.50	0.34
BWG (g)	1006.60±34.72	1030.55±57.62	1010.63±36.31	995.93±44.48	0.47
FI (g)	1265.52±80.50	1282.23±32.78	1277.50±70.29	1243.57±60.32	0.62
WI (ml)	3243.26±116.73	3228.62±102.98	3229.42±157.26	3272.61±87.95	0.86
WFR	2.52±0.10	2.52±0.05	2.53±0.05	2.61±0.08	0.06
FCR	1.26±0.05	1.25±0.056	1.27±0.09	1.25±0.05	0.95
Overall phase (1 to 39 day)					
BW (g)	2896.62±125.74	2967.34±199.53	2864.49±93.58	2824.21±197.40	0.35
BWG (g)	2850.52±125.79	2921.01±199.73	2818.14±93.71	2777.81±197.47	0.35
FI (g)	4137.82±153.32	4094.05±148.08	4096.28±183.18	3966.08±224.31	0.27
WI (ml)	10216.87±410.33	10372.67±304.96	10126.25±642.08	10161.08±528.48	0.75
WFR	2.47±0.07^{B}	2.53±0.05^{AB}	2.47±0.09^{B}	2.56±0.08^{A}	0.03
FCR	1.45±0.02	1.41±0.07	1.45±0.04	1.43±0.05	0.19

^{AB} Means within the same row without the same superscript letter are significant different at $p < 0.05$.

ปริมาณโอโอซีสต์ในมูล

การเสริมยาต้านเชื้อบิดในอาหารไก่เนื้อต่อปริมาณโอโอซิสต์ในมูลแสดงใน Table 3 ปริมาณโอโอซิสต์ในมูลที่อายุ 24 วันพบว่ากลุ่มที่เสริมยากันบิดทุกชนิดแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) สอดคล้องกับการรายงานของ Kheirabadi et al. (2014) การเสริม Monensin ช่วยให้ปริมาณโอโอซิสต์ในมูลลดลง และสอดคล้องกับการรายงานของ Chapman and Shirley (1989) ยาต้านเชื้อบิดมีผลต่อการลดลงของปริมาณโอโอซีสต์ในมูลเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ไม่มียาต้านเชื้อบิดชนิดใดที่สามารถยับยั้งเชื้อบิดได้อย่างสมบูรณ์ การเสริมยาต้านเชื้อบิดในอาหารสัตว์จะเสริมในอาหารระยะไก่เล็ก และระยะรุ่น แต่สัตว์สามารถติดเชื้อได้อีกหลังจากการหยุดยาโดยการสัมผัสกับมูลสัตว์ที่ติดเชื้อตามพื้นคอก (Chapman, 2001)

Table 3 Effect of different anticoccidial drugs supplement on faecal oocysts of broiler chickens at 24 days of age

Item	Control	Lasalocid	Narasin/nicarbazin	Monensin/nicarbazin	p-value
Day 24	226.13±267.48^{A}	35.38±28.70^{B}	38.29±28.96^{B}	58.88±67.96^{B}	0.04

^{AB} Means within the same row without the same superscript letter are significant different at $p < 0.05$.

ปริมาณความชื้นในมูลและคะแนนการอักเสบของอุ้งเท้า

การเสริมยาต้านเชื้อบิดในอาหารไก่เนื้อต่อปริมาณความชื้นในมูลและการเกิดอุ้งเท้าอักเสบแสดงใน Table 4 และ Table 5 ปริมาณความชื้นในมูลและคะแนนการอักเสบของอุ้งเท้าในไก่เนื้อที่อายุ 24 และ 39 วันมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ไก่ที่ติดเชื้อบิดจะมีอาการ ขาดน้ำ ท้องเสีย (สมบูรณ์ และคณะ, 2552) และกินอาหารได้น้อยลงแต่กินน้ำในปริมาณที่มากขึ้นเพื่อรักษาสมดุลของร่างกาย (LaVorgna et al., 2014) การเสริมยากลุ่มไอโอโนฟอร์เมื่อแตกตัวแล้วจะให้โซเดียมไอออน (Na+) ทำให้ดูดซึมน้ำเข้าสู่เซลล์มากขึ้น (Chapman et al., 2010) ทำให้ไก่ต้องกินน้ำในปริมาณที่มากขึ้นเพื่อชดเชยน้ำที่หายไป ส่งผลให้ปริมาณความชื้นสูง ปริมาณความชื้นในวัสดุรองพื้นที่สูงขึ้นส่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอุ้งเท้าอักเสบและเกิดเป็นบาดแผล ทำให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายได้ง่ ซึ่งมีผลกับสวัสดิภาพและสุขภาพของไก่เนื้อ (Michel et at., 2012) สอดคล้องกับการทดลองของ Heitmann et al. (2018) รายงานว่าวัสดุรองพื้นที่มีปริมาณความชื้นสูงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุ้งเท้าอักเสบในไก่เนื้อ ที่มีความสำคัญต่อสวัสดิภาพของไก่เนื้อการเกิดแผลที่อุ้งเท้าทำให้ไก่เกิดความเจ็บปวดมีผลต่อการเดิน ส่งผลให้ไก่กินอาหารได้น้อยลงและมีน้ำหนักตัวลดลง ซึ่งมีผลต่อความสูญเสียใจอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีก

Table 4 Effect of different anticoccidial drugs supplement on feccal moisture (%) of broiler chickens at 24 and 39 days of age

Item	Control	Lasalocid	Narasin/nicarbazin	Monensin/nicarbazin	p-value
Day 24	85.51±1.72	85.16±1.50	84.57±1.74	83.92±0.85	0.18
Day 39	82.88±1.03	82.59±1.16	82.59±1.96	81.88±1.52	0.57

Table 5 Effect of different anticoccidial drugs supplement on footpad score of broiler chickens at 24 and 39 days of age

	footpad dermatitis score 24 day			footpad dermatitis score 39 day		
Treatment	0	1	2	0	1	2
Control	3	67	34	2	29	57
Lasalocid	2	57	45	4	28	56
Narasin/nicarbazin	2	58	44	3	35	50
Monensin/nicarbazin	3	75	26	4	40	44
p-value		0.11			0.45	

สรุป

การใช้ยาต้านเชื้อบิด Monensin+Nicarbazin 40+40 ppm. ช่วยลดปริมาณโอโอซิสต์ในมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามคะแนนการเกิดอุ้งเท้าอักเสบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างกลุ่มการทดลอง ($p>0.05$) อาจบ่งชี้ได้ว่ายาต้านเชื้อบิดสามารถช่วยลดปริมาณไข่บิดในมูล และปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่เนื้อในระยะเริ่มต้น (1-10 วัน) แต่ไม่พบความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพการผลิตระหว่างกลุ่มการทดลองตลอดการทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ฮูเวฟาร์มา (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐสิทธิ์ ต้นสกุล. 2557. ยาต้านจุลชีพทางสัตวแพทย์. บริษัท เอเชีย ดิจิตอลการพิมพ์จำกัด.

สมบูรณ์ แสงมณีเดช, ธนากร พินทะปะกัง, ธนรรถ ศรีพุธรินทร์, ปรัชญา อิฐรัตน์. 2552. ผลของคลอโรคลีซอลที่พ่นบนสิ่งปูรองต่อการควบคุมโรคบิดในไก่เนื้อ. วารสารสัตวแพทย์ศาสตร์ มข. 19: 103–109.

Abdisa, T., Hasen, R., Tagesu, T., Regea, G., Tadese, G. 2019. Poultry coccidiosis and its prevention, control. J. Vet. Ani. Res. 1: 1.

Antoszczak, M., Steverding, D., Huczynski, A. 2019. Anti-parasitic activity of polyether ionophores. J. Med. Chem. 166: 32–47.

AOAC. 1995. Officail Methods Analysis. 16th ed. Assocication of officail analysis chemists, Malyland. USA.

Aviagen Ross Broiler Management Handbook. 2014. Broiler Management. Aviagen Inc. Huntsville, Alabama, USA.

Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M.D.L., Christensen, H., Dusemund, B., Gropp, J. 2018. Safety and efficacy of monimax® (monensin sodium and nicarbazin) for chickens for fattening and chickens reared for laying. J. EFSA. 16: 54–59.

Chandrawathani, P., Premaalatha, B., Jamnah, O., Priscilla, F.X., Erwanas, A.I., MH, L.R., Josephin, S.J.A.L. 2015. Mcmaster method of worm egg count from faecal samples of goats: A comparison of single and double chamber enumeration of worm eggs. J. Vet. Res. 6: 81–87.

Chapman, H.D., Shirley, M.W. 1989. Sensitivity of field isolates of Eimeria species to monensin and lasalocid in the chicken. J. Vet. Sci. 46: 114–117.

Chapman, H.D. 2001. Use of Anticoccidial drugs in broiler chickens in the USA: analysis for the years 1995 to 1999. J. Poult. Sci. 80: 572–580.

Chapman, H.D., Jeffers, T.K., Williams, R.B. 2010. Forty years of monensin for the control of coccidiosis in poultry. J. Poult. Sci. 89: 1788–1801.

Cowieson, A.J., Livingston, M.L., Nogal, B., Hoang, V., Crespo, R., Livingston, K.A. 2020. Effect of coccidial challenge and vaccination on the performance, veterinary postmortem scores, and blood biochemistry of broiler chickens. J. Poult. Sci. 99: 3831–3840.

Flores, C., Williams, M., Pieniazek, J., Dersjant-Li, Y., Awati, A., Lee, J.T. 2016. Direct-fed microbial and its combination with xylanase, amylase, and protease enzymes in comparison with AGPs on broiler growth performance and foot-pad lesion development. J. Poult. Res. 25: 328–337.

Heitmann, S., Stracke, J., Petersen, H., Spindler, B., Kemper, N. 2018. First approach validating a scoring system for foot-pad dermatitis in broiler chickens developed for application in practice. J. Vet. Met. 154: 63–70.

Henderson, C., Stewart, C.S., Nekrep, F.V. 1981. The Effect of monensin on pure and mixed cultures of rumen bacteria. 51: 169–169.

Keshavarz, K., Mcdougald, L.R. 1982. Anticoccidial drugs: Growth and performance depressing effects in young chickens. J. Poult. Sci. 61: 699–705.

Kheirabadi, K.P., Katadj, J.K., Bahadoran, S., da Silva, J.A.T., Samani, A.D., Bashi, M.C. 2014. Comparison of the anticoccidial effect of granulated extract of Artemisia sieberi with monensin in experimental coccidiosis in broiler chickens. J. Exp. Parasitol. 141: 129–133.

LaVorgna, M., Vancraeynest, D., Stanev, V. 2014. Evaluating wet dripping as a useful guide to bird health. J. Inter. Poult. Prod. 22: 11–13.

Michel, V., Prampart, E., Mirabito, L., Allain, V., Arnould, C., Huonnic, D., Albaric, O. 2012. Histologically-validated footpad dermatitis scoring system for use in chicken processing plants. J. Br. Poult. Sci. 53: 275–281.

Pattison, M., McMullin, P., Bradbury, J.M., Alexander, D. 1996. Poultry Diseases: Elsevier Health Sciences.

SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics. 9th ed. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.

Schelling, G.T. 1984. Monensin mode of action in the rumen. J. Anim.Sci. 58: 1518–1527.

Shepherd, E.M., Fairchild, B.D. 2010. Footpad dermatitis in poultry. J. Poult. Sci. 89: 2043–2051.

Shivaramaiah, C., Barta, J. R., Hernandez-Velasco, X., Téllez, G., Hargis, B. M. 2014. Coccidiosis: recent advancements in the immunobiology of *Eimeria* species, preventive measures, and the importance of vaccination as a control tool against these Apicomplexan parasites. J. Vet. Med. 5: 23.

ผลการเสริมเซลโลไบโอสในอาหารต่อสมรรถภาพเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้ความหนาแน่นสูง

Effect of cellobiose on growth performance and carcass traits of broiler chickens under high stocking density

พิพากษา มาลา, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, วิริยา ลุ้งใหญ่, ชาญวิทย์ แก้วตาปี, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง*

Pipaksa Mala, Chaiyapoom Bunchasuk, Wiriya Loongyai, Chanwit Kaewtapee, Choawit Rakangthong*

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: fagrcwr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการเสริมเซลโลไบโอสในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้ความหนาแน่นสูง แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ซ้ำ ได้แก่ กลุ่มไก่เนื้อที่เลี้ยงความหนาแน่นปกติ (29.32 กก./ตร.ม.) ได้รับอาหารทดลองสูตรควบคุม (normal stocking density; NSD) กลุ่มไก่เนื้อที่เลี้ยงความหนาแน่นสูง (35.19 กก./ตร.ม.) ได้รับอาหารทดลองสูตรควบคุม (high stocking density; HSD) และกลุ่มไก่เนื้อที่เลี้ยงความหนาแน่นสูงได้รับอาหารสูตรควบคุมเสริมเซลโลไบโอส 0.025 เปอร์เซ็นต์ (HSD+CB) ตลอดทั้งการทดลอง พบว่าน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และปริมาณการกินได้ของกลุ่ม HSD+CB ไม่แตกต่างกับกลุ่ม HSD ($p > 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามกลุ่ม HSD+CB สามารถเพิ่มน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และปริมาณการกินได้เทียบเท่ากับกลุ่ม NSD ($p > 0.05$) ส่วนคุณภาพซากพบว่ากลุ่ม HSD+CB มีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องและตับต่ำกว่ากลุ่ม HSD ($p < 0.05$) ดังนั้นการเสริมเซลโลไบโอสในอาหารไก่เนื้อที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูงสามารถปรับปรุงสมรรถภาพเจริญเติบโตและปรับปรุงการสังเคราะห์ไขมัน

คำสำคัญ: ไก่เนื้อ, ความหนาแน่นในการเลี้ยง, เซลโลไบโอส, สมรรถภาพเจริญเติบโต

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of supplementing cellobiose in diet on performance and carcass trait of broiler chickens reared in high stocking density. Broiler chickens were used in a completely randomized design. The experimental groups were divided into 3 treatments and 6 replicates. The experimental diets were provided as follow; 1) Normal stocking density (NSD; 29.32 kg/m^2 fed basal diets), 2) High stocking density (HSD; 35.19 kg/m^2 fed basal diets), and 3) HSD chickens fed 0.025% cellobiose (HSD+CB). During 1 to 35 day, the body weight, body weight gain and feed intake of the HSD+CB group did not significantly differ from the HSD group ($p > 0.05$), while the HSD+CB group was increased the body weight, body weight gain and feed intake consequently it did not significantly differ from the NSD group ($p > 0.05$). However, the HSD+CB group significantly decreased the abdominal fat and liver size ($p < 0.05$). Therefore, the cellobiose supplementation improve growth performance and lipid metabolism under high stocking density.

Keywords: broiler, cellobiose, growth performance, stocking density

คำนำ

สมรรถภาพการเจริญเติบโตและสุขภาพของไก่เนื้อในปัจจุบันถูกควบคุมด้วยหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านอาหาร ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ปัจจัยทางด้านการจัดการ และปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลอย่างมากต่อตัวสัตว์ ได้แก่ ปัจจัยด้านอาหารและปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (Dozier et al., 2006) โดยในปัจจุบันพบว่าความต้องการบริโภคไก่เนื้อเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้พื้นที่ต่อการเลี้ยงไก่เนื้อ (กิโลกรัมต่อตารางเมตร; กก./ตร.ม) สูงขึ้นเพื่อเพิ่มผลกำไรในการผลิต ทำให้ไก่เนื้อในปัจจุบันถูกเลี้ยงภายใต้สภาพการเลี้ยงที่หนาแน่นสูง (high stocking density) (Puron et al., 1995) จากการศึกษางานวิจัยพบว่าไก่เนื้อที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูง ส่งผลให้เพิ่มอัตราการตาย (Dozier et al., 2005) ลดสมรรถภาพเจริญเติบโตและส่งผลเสียต่อสุขภาพสัตว์ (Kridtayopas et al., 2019)

ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมไก่เนื้อได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตและควบคุมโรคแต่ในปัจจุบันพบว่าการใช้ยาปฏิชีวนะได้ถูกควบคุม (Waldroup et al., 2003) โดยสหภาพยุโรปมีการสั่งห้ามใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารเพื่อเร่งอัตราการเจริญเติบโตและควบคุมโรค (Bauer and Wolf, 2005) เนื่องจากมีการตกค้างในผู้บริโภคและตัวสัตว์ (Diarra et al., 2010) ส่งผลให้มีการหาสารเสริมทางเลือกเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ ได้แก่ พรีโบโอติกส์ (prebiotic) และ โปรไบโอติกส์ (probiotic) (Patterson and Burkholder, 2003) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า พรีไบโอติกส์และโปรไบโอติกส์สามารถเพิ่มสมรรถภาพอัตราการเจริญเติบโต (Gibson and Roberfroid, 1995) ลดอัตราการตาย และไม่ส่งผลเสียต่อผู้บริโภค (Mehdi et al., 2018)

เซลโลไบโอส (cellobiose) มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกส์ ประกอบด้วยกลูโคส 2 โมเลกุล (disaccharide) จับกันด้วยพันธะเบตา 1-4 ไกลโคซิดิกส์ (Moré et al., 2020) โดยกระบวนการสังเคราะห์เซลโลไบโอสเกิดจากน้ำตาลซูโคสและน้ำตาลกลูโคสโดยใช้เอมไซม์ sucrose phosphorylase และ cellobiose phosphorylases (Brucher and Häßler, 2019) จากการศึกษางานวิจัยการเสริมเซลโลไบโอสในหลอดทดลอง (fecal inoculum) พบว่ามีการเพิ่มจุลินทรีย์ *Lactobacillus* spp. (Tran et al., 2016) *Bifidobacteria* และเพิ่มการผลิตกรดไขมันระเหยง่าย (short-chain fatty acid; SCFA) (Sanz et al., 2005) และจากการศึกษาของ Heinritz et al. (2017) รายงานว่าเซลโลไบโอสสามารถส่งเสริมสุขภาพลำไส้โดยเฉพาะสภาวะ osmotic stress ถึงแม้มีรายงานว่าในสภาวะที่สัตว์เกิดความเครียด ประชากรจุลินทรีย์ในลำไส้ที่มีประโยชน์ (beneficial bacteria) ลดจำนวนลง จุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้สมรรถภาพเจริญเติบโตและสุขภาพลำไส้ของไก่เนื้อลดลงเช่นกัน (Verbrugghe et al., 2012)

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีแนวความคิดที่จะเสริมเซลโลไบโอสลงในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพเจริญเติบโตและคุณภาพซากภายใต้ความหนาแน่นสูง โดยผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อาจใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มสมรรถภาพเจริญเติบโตและคุณภาพซาก กรณีที่ผู้ผลิตต้องการเพิ่มพื้นที่ต่อการเลี้ยงไก่เนื้อให้สูงขึ้น การสั่งห้ามใช้ยาปฏิชีวนะ และทั้งนี้ยังปลอดภัยต่อผู้บริโภคและต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง และการจัดการสัตว์ทดลอง

การทดลองใช้ไก่เนื้อเพศผู้ สายพันธุ์ Ross 308 จำนวน 306 ตัว แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลองละ 6 ซ้ำ ดังนี้ กลุ่มการทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มการทดลองที่มีไก่เนื้อ 15 ตัว (29.32 กก./ตร.ม.)

และได้รับอาหารสูตรควบคุม (basal diets) ซึ่งจำนวนไก่เนื้อกลุ่มการทดลองที่ 1 มีความหนาแน่นในการเลี้ยงตรงตามมาตรฐานและไม่กระทบต่อสวัสดิภาพสัตว์ (European Commission, 2018) กลุ่มการทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มการทดลองที่มีไก่เนื้อจำนวน 18 ตัว (35.19 กก./ตร.ม.) และได้รับอาหารสูตรควบคุม กลุ่มการทดลองที่ 3 เป็นกลุ่มการทดลองที่มีไก่เนื้อจำนวน 18 ตัว (35.19 กก./ตร.ม.) และได้รับอาหารสูตรควบคุมเสริมด้วยพรีไบโอติกส์ชนิดเซลโลไบโอส (cellobiose) ในปริมาณ 0.025 เปอร์เซ็นต์ โดยจำนวนไก่เนื้อกลุ่มที่ 2 และ 3 มีความหนาแน่นในการเลี้ยงสูงกว่าปกติ แต่ไม่เกินมาตรฐานสวัสดิภาพสัตว์

อาหารทดลอง

อาหารทดลองใช้วัตถุดิบหลักเป็นข้าวโพดและกากถั่วเหลือง ตามความต้องการโภชนะของไก่เนื้อพันธุ์ Ross 308 (Aviagen, 2014) แบ่งอาหารในการทดลองออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ Starter (อายุ 1 ถึง10 วัน) Grower (อายุ 11 ถึง 24 วัน) และ Finisher (อายุ 25 ถึง 35 วัน) ซึ่งแสดงใน Table 1 และ Table 2 โดยตลอดการทดลองไก่เนื้อทุกตัวได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ซึ่งการทดลองนี้ได้ทำการเลี้ยงในโรงเรือนปิด (Evaporative cooling system; EVAP)

การบันทึกข้อมูลสมรรถภาพการเจริญเติบโต

วันที่ 10 24 และ 35 ของการทดลองทำการชั่งไก่เนื้อทุกตัว และอาหารในแต่ละหน่วยการทดลองเพื่อนำไปคำนวณน้ำหนักตัว (body weight) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average dairy gain; ADG) ปริมาณการกินได้ (feed intake; FI) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio; FCR) และในกรณีที่ไก่เนื้อตาย (mortality) ทำการบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลคุณภาพซาก

วันที่ 35 ของการทดลอง ทำการอดอาหารไก่เนื้อเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นสุ่มไก่เนื้อจำนวน 3 ตัวในแต่ละหน่วยทดลอง (กลุ่มทดลองละ 18 ตัว) จากนั้นนำมาฆ่าและชำแหละชิ้นส่วนเพื่อคำนวณน้ำหนักเปอร์เซ็นต์ซาก โดยการบันทึกข้อมูล น้ำหนักมีชีวิต (live weight) น้ำหนักเนื้อหน้าอก (breast meat) น้ำหนักตับ (liver weight) น้ำหนักไขมันช่องท้อง (abdominal fat weight) น้ำหนักม้าม (spleen weight) น้ำหนักต่อมเบอร์ซ่า (bursa of Fabricius weight) น้ำหนักต่อมไทมัส (thymus gland weight) และน้ำหนักซีกัม (caecum weight)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้แก่ข้อมูลสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซาก วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มแบบ Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS version 9.0 (1990)

Table 1 Ingredients composition of experimental diets

Items	1 to 10 day	11 to 24 day	25 to 35 day
Ingredients, g kg^{-1}, as fed basis			
Corn	31.65	33.23	34.83
Wheat	20.00	20.00	20.00
Full Fat Soy	12.50	11.26	12.00
Wheat bran	-	-	2.00
Dry distillers grians with solubles	-	5.00	5.00
SBM 48%	28.78	23.54	18.03
Acid Oil	2.50	3.00	4.50
Limestone	1.32	1.25	1.15
Monodicalciumphosphate	1.77	1.46	1.26
Salt	0.46	0.25	0.25
Sodium sulphate	0.10	0.19	0.20
L-Lysine HCl	0.20	0.19	0.19
DL-Methionine	0.34	0.29	0.27
L-Threonine	0.11	0.08	0.06
Mineral premix[1]	0.10	0.10	0.10
Vitamin premix[2]	0.04	0.03	0.03
Biocholine	0.03	0.03	0.03
Corn cob / Cellobiose	0.10	0.10	0.10

[1]Provided per kg of complete diet: 20 mg of Fe, 2 mg of Co, 120 mg of Mn, 15 mg Cu, 100 mg of Zn, 1.25 mg of I and 0.30 mg of Se.[2] Provided per kg of complete diet: 9000 IU of vitamin A, 3000 IU of vitamin D3, 30 mg of vitamin E, 1.18 mg of vitamin B1, 6.25 mg of vitamin B2, 3 mg of B6, 0.03 mg of vitamin B12, 0.125 mg of Biotin, 10 mg of Pantothenic acid, 1.5 mg of Folic acid and 45 mg of Niacin

Table 2 Calculated nutritive values of experimental diets

Items	1 to 10 D	11 to 24 D	25 to 35 D
Calculated nutritive values			
Metabolizable Energy, Kcal kg^{-1}	3,000.00	3,100.31	3,200.37
Crude protein, %	23.00	21.50	19.51
Dry mater, %	89.35	89.37	89.56
Fiber, %	3.27	3.55	3.61
Fat, %	6.64	7.28	9.00
Methionine, %	0.64	0.58	0.54
Methionine+Cystine, %	0.95	0.87	0.8
Lysine, %	1.29	1.15	1.02
Threonine, %	0.86	0.77	0.68
Tryptophan, %	0.26	0.23	0.21
Valine	0.96	0.90	0.81
Calcium, %	0.96	0.87	0.78
Available phosphorus, %	0.48	0.43	0.39
DEB (mEq/kg)	256.39	254.35	238.87

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองสมรรถภาพการเจริญเติบโต

ผลการเสริมเซลโลไบโอสในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้ความหนาแน่นสูง แสดงผลใน Table 3 ช่วงไก่เนื้ออายุ 1–10 วัน พบว่าน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของไก่เนื้อกลุ่ม HSD+CB สูงกว่าเมื่อเทียบกับไก่เนื้อกลุ่ม HSD ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการรายงานของ Silva et al. (2010) ที่กล่าวว่าการเสริมพรีไบโอติกส์ในอาหารไก่เนื้อที่เลี้ยงในสภาวะที่เกิดความเครียดจากความร้อน ช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการเจริญเติบโตในช่วงไก่เล็กของการทดลอง และพบว่าสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อกลุ่ม NSD และ HSD ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Dozier et al. (2005) และ Cengiz et al. (2015) การเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงให้สูงขึ้นทำให้สัตว์เข้าถึงพื้นที่ในการกินอาหารและน้ำมีอย่างจำกัด แต่เนื่องด้วยตัวสัตว์มีขนาดเล็กส่งผลให้การเข้าถึงพื้นที่ในการกินอาหารและน้ำเป็นปกติทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต

ช่วงอายุ 11–24 วัน พบว่าน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และปริมาณการกินได้ ของไก่เนื้อกลุ่ม HSD+CB และ NSD สูงกว่าเมื่อเทียบกับไก่เนื้อกลุ่ม HSD ($p < 0.05$) ช่วงอายุ 25–35 วัน พบว่าน้ำหนักตัว ของไก่เนื้อกลุ่ม NSD สูงกว่าไก่เนื้อกลุ่ม HSD ($p < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ไก่เนื้อกลุ่ม HSD+CB สามารถเพิ่มน้ำหนักตัวได้เทียบเท่ากับกลุ่ม NSD ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณการกินได้ พบว่าไก่เนื้อกลุ่มที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูง (HSD และ HSD+CB) กินได้ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มไก่เนื้อที่เลี้ยงในความหนาแน่นปกติ NSD ($p < 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chegini et al. (2018) และ Kridtayopas et al. (2019) ที่พบว่าการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ในความหนาแน่นสูง หรือ การที่น้ำหนักตัวต่อพื้นที่สูงขึ้น ส่งผลให้ไก่เนื้อเกิดความเครียด ซึ่งความเครียดกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรน ส่งผลให้มีการลดลงของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต และปริมาณการกินได้ อย่างไรก็ตามจากการวิจัยของ Sohail et al. (2012) รายงานว่าการเสริมพรีโอติกส์ในอาหารไก่เนื้อที่เกิดความเครียดสามารถปรับปรุงน้ำหนักตัวสัตว์ให้ดีขึ้นได้ แต่ไม่ปรับปรุงปริมาณการกินได้ของสัตว์

ตลอดทั้งการทดลอง (1–31 วัน) พบว่าน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และปริมาณการกินได้ของไก่เนื้อกลุ่ม HSD+CB ไม่แตกต่างกับไก่เนื้อกลุ่ม HSD ($p > 0.05$) แต่ไก่เนื้อกลุ่ม HSD+CB สามารถเพิ่มน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบเฉลี่ยต่อวัน และปริมาณการกินได้ ได้เทียบเท่ากับไก่เนื้อกลุ่ม NSD ($p > 0.05$) โดยผลการทดลองในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการายงานของ (Otsuka et al., 2004) อธิบายว่าเซลโลไบโอส ส่งผลให้ อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณการกินได้ของตัวสัตว์ แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ดังนั้นเซลโลไบโอสอาจจะไม่เกี่ยวข้องกับการย่อยได้ของอาหาร (digestibility processes) แต่ส่งผลต่อกลไกควบคุมการกินได้ของตัวสัตว์ (voluntary feed intake) อีกทั้งพบว่า ตลอดทั้งการทดลอง การเพิ่มพื้นที่ความหนาแน่นในการเลี้ยงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (29.32 และ35.19 กก./ตร.ม.) ส่งผลทำให้มีการลดลงของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และปริมาณการกินได้ของไก่เนื้อประมาณ 5.80 5.93 และ 5.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อเทียบกับไก่เนื้อเลี้ยงในความหนาแน่น เนื่องจากความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นอาจจะส่งผลให้สัตว์เกิดความเครียด และส่งผลให้กระทบสมรรถภาพการเจริญเติบโต

Table 3 Effects of cellobiose on growth performance in broiler chickens

Items	NSD	HSD	HSD+CB	*p*-value	SEM
Starter phase (1 to 10 day)					
Body weight, g	299.03±12.15^{AB}	292.96±5.19^{B}	307.99±9.94^{A}	0.04	2.59
ADG, g day^{-1}	25.36±1.19^{AB}	24.75±0.51^{B}	26.25±0.99^{A}	0.04	0.26
FI, g bird^{-1}	300.83±12.90	290.16±14.13	307.33±15.95	0.15	3.61
FCR	1.19±0.09	1.17±0.05	1.17±0.06	0.88	0.02
Mortality, bird	0	0	0		
Grower phase (11 to 24 day)					
Body weight, g	1,296.97±24.82^{A}	1,252.43±10.03^{B}	1,300.63±18.56^{A}	<0.01	6.75
ADG, g day^{-1}	71.28±1.49^{A}	68.53±0.56^{B}	70.90±1.03^{A}	<0.01	0.38
FI, g bird^{-1}	1,268.98±32.74^{A}	1,225.46±29.17^{B}	1,273.35±27.49^{A}	0.02	8.44
FCR	1.27±0.01	1.27±0.02	1.28±0.02	0.54	0.004
Mortality, bird	2	1	1		
Finisher phase (25 to 35 day)					
Body weight, g	2,255.68±90.66^{A}	2,131.78±36.31^{B}	2,193.48±94.12^{AB}	0.04	21.23
ADG, g day^{-1}	87.15±6.62	79.94±3.29	81.17±7.73	0.13	1.57
FI, g bird^{-1}	1,687.38±63.66^{A}	1,570.52±36.44^{B}	1,574.10±114.56^{B}	0.03	21.81
FCR	1.76±0.08	1.79±0.10	1.76± 0.04	0.84	0.02
Mortality, bird	3	3	3		
Overall phase (1 to 35 day)					
Final Body weight, g	2,255.67±90.66^{A}	2,131.78±36.31^{B}	2,193.48±94.12^{AB}	0.04	21.23
ADG, g day^{-1}	63.15±2.58^{A}	59.61±1.03^{B}	61.37±2.68^{AB}	0.04	0.60
FI, g bird^{-1}	3257.13±97.05^{A}	3086.08±60.59^{B}	3154.57±132.85^{AB}	0.03	28.16
FCR	1.47±0.02	1.47±0.04	1.46±0.01	0.83	0.01
Mortality, bird	5	4	4		

$^{A-B}$ Mean bearing different superscripts within the same row are significantly different ($p < 0.05$)

ผลการทดลองคุณซาก

ผลการเสริมเซลโลไบโอสในอาหารต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้ความหนาแน่นสูง แสดงผลใน Table 4 ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องและเปอร์เซ็นต์ตับของไก่เนื้อกลุ่ม HSD มีน้ำหนักสูงที่สุด แต่เมื่อเสริมเซลโลไบโอสเข้าไปในอาหารพบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องและตับลดลง เมื่อเทียบกับไก่เนื้อกลุ่ม HSD ($p<0.05$) ในส่วนของเปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอก ม้าม ต่อมเบอร์ซ่า ต่อมไทมัสและซีกัมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานของ Tong et al. (2004) ที่พบว่าการเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นเนื้อหน้าอก ไขมันช่องท้อง และอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน

Table 4 Effects of cellobiose on carcass traits in broiler chickens

Items	NSD	HSD	HSD+CB	P-value	SEM
Abdominal fat	1.83±0.24^{A}	1.90±0.21^{A}	1.56±0.14^{B}	0.03	0.05
Breast	22.45±0.84	22.01±0.60	22.67±0.76	0.32	0.18
Liver	1.83±0.11^{AB}	1.93±0.07^{A}	1.76±0.08^{B}	0.02	0.02
Thymus gland	0.26±0.05	0.25±0.05	0.25±0.06	0.95	0.01
Bursa of Fabricius	0.18±0.04	0.17±0.03	0.17±0.04	0.93	0.01
Spleen	0.09±0.02	0.08±0.02	0.07±0.01	0.25	0.004
Cecum	0.79±0.14	0.95±0.25	0.78±0.03	0.17	0.04

$^{A-B}$ Mean bearing different superscripts within the same row are significantly different ($p < 0.05$).

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยของ Satouchi et al. (1996) และ Umeki et al. (2005) พบว่า เซลโลไบโอสส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ไขมันและมีการลดไขมันที่สะสมในร่างกายในหนูทดลองลดลง ซึ่งเซลโลไบโอสสามารถเพิ่มแบคทีเรียที่มีประโยชน์ และผลิต SCFA มากขึ้น (Tran et al., 2016) ซึ่งงานวิจัยของ Canfora et al. (2015) อธิบายว่า SCFA ส่งสัญญาณไปยัง GPR43 ที่ตำแหน่งเซลล์ไขมัน (adipose tissue) เพื่อกระตุ้นให้ลดการสะสมไขมันในร่างกาย อีกทั้งมีงานวิจัยในมนุษย์พบว่าเซลโลไบโอสมีคุณสมบัติเป็นสารเสริมดัชนีน้ำตาลต่ำ (glycemic index) และมีความทนทานต่อการปลดปล่อยฮอร์โมนอินซูลิน (insulinemic effect) (Moré et al., 2020) ดังนั้นเซลโลไบโอสส่งผลให้ปลดปล่อยกลูโคสเข้ากระแสเลือดได้ช้า ด้วยเหตุนี้ฮอร์โมนอินซูลินจึงเปลี่ยนกลูโคสในกระแสเลือดเป็นไขมันสะสมในตัวสัตว์ลดลง (lipid and glucose homeostasis)

สรุป

การเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงไก่เนื้อ ส่งผลให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตลดลง แต่เมื่อเสริมเซลโลไบโอสในอาหารสามารถปรับปรุงสมรรถภาพการเจริญเติบโตให้ดีขึ้น และเซลโลไบโอสทำให้ลดเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องและเปอร์เซ็นต์ตับลดลง ดังนั้น การทดลองนี้จึงชี้ให้เห็นว่าเซลโลไบโอสสามารถปรับปรุงสมรรถภาพการเจริญเติบโตและส่งผลต่อการสังเคราะห์ไขมันของไก่เนื้อภายใต้การเลี้ยงในความหนาแน่นสูง

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน และบริษัทน้ำตาลราชบุรี จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ งบประมาณ และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Aviagen Ross Broiler Management Handbook. 2014. Broiler Management. Aviagen Inc. Huntsville, Alabama, USA.

Bauer, K.L., Wolf, D.G. 2005. Do antibiotics interfere with the efficacy of oral contraceptives?. J. Fam. Pract. 54: 1079–1080.

Brucher B., Häßler, T. 2019. Industrial Enzyme Applications. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim, Germany, pp. 167–178.

Canfora, E.E., Jocken, J.W., Blaak, E.E. 2015. Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity. Nat. Rev. Endocrinol. 11: 577–91.

Cengiz, O., Koksal, B.H., Tatli, O., Sevim, O., Ahsan, U., Uner, A.G., Onol, A.G. 2015. Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers. Poult. Sci. 94: 2395–2403.

Chegini, S., Kiani, A., Rokni, H. 2018. Alleviation of thermal and overcrowding stress in finishering broilers by dietary propolis supplementation. Ital. J. Anim. Sci. 17: 377–385.

Diarra, M.S., Rempel, H., Champagne, J., Masson, L., Pritchard, J., Topp, E. 2010. Distribution of antimicrobial resistance and virulence genes in Enterococcus spp. and characterization of isolates from broiler chickens. Appl. Environ. Microbiol. 76: 8033–8043.

Dozier III, W.A., Thaxton, J.P., Branton, S.L., Morgan, G.W., Miles, D.M., Roush, W.B., Lott, B.D., Vizzier-Thaxton, Y. 2005. Stocking density effects on growth performance and processing yields of heavy broilers. Poult. Sci. 84: 1332–1338.

Dozier III, W.A., Thaxton, J.P., Purswell, J., Olanrewaju, H., Branton, S.L., Roush, W.B. 2006. Stocking density effects on male broilers grown to 1.8 kilograms of body weight. Poult. Sci. 85: 344–351.

European Commission. 2018. Report from the commission to the European parliament and council. https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EN/COM-2018-181-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF, 14 July 2020.

Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. J. Nutr. 125: 1401–1412.

Heinritz, S.N., Weiss, E., Seifert, J., Mosenthin, R., Kuß, S., Degenhardt, A.G., Koch, T.J. 2017. Effect of cellobiose supplementation on in vitro fermentation activity and bacterial numbers of porcine inocula. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl). 102: 474–482.

Kridtayopas, C., Rakangtong, C., Bunchasak, C., Loongyai, W. 2019. Effect of prebiotic and synbiotic supplementation in diet on growth performance, small intestinal morphology, stress, and bacterial population under high stocking density condition of broiler chickens. Poult. Sci. 98: 4595–4605.

Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M.P., Gaucher, M.L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S.K., Côté, C., Ramirez, A.A., Godbout, S. 2018. Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. J. Anim. Sci. 4: 170–178.

Moré, M.I., Postrach, E., Bothe, G., Heinritz, S., Uebelhack., R. 2020. A dose-escalation study demonstrates the safety and tolerability of cellobiose in healthy subjects. Nutrients 12: 64

Otsuka, M., Ishida A., Nakayama, Y., et al. 2004. Dietary supplementation with cellooligosaccharide improves growth performance in weanling pigs. J. Anim. Sci. 75: 225–229.

Patterson, J., Burkholder, K. 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. Poult. Sci. 82: 627–631.

Puron, D., Santamaria, R., Segura, J.C., Alamilla, J.L. 1995. Broiler performance at different stocking densities. J. Appl. Poult. Res. 4: 55–60.

Sanz, M.I., Gibson, G.R., Rastall, R.A. 2005. Influence of disaccharide structure on prebiotic selectivity in vitro. J. Agric. Food Chem. 53: 5192–5199.

SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics. 9th ed. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.

Satouchi, M., Watanabe, T., Wakabayashi, S., Ohokuma, K., Koshijima, T., Kuwahara, M. 1996. Digestibility, absorp tivity and physiological effects of cellooligosaccharides in human and rat. J. Jpn. Soc. Nutr. Sci. 49: 143–148.

Silva, V.K., Silva, J.D.T.D., Gravena, R.A., Marques, R.H., Hada, F.H., Moraes, V.M.B.D. 2010. Yeast Extract and Prebiotic in Pre-initial Phase Diet for Broiler Chickens Raised under Different Temperatures. Revista Brasileira De Zootecnia. 39: 165–174.

Sohail, M.U., Hume, M.E., Byrd, J.A., Nisbet, D.J., Ijaz, A., Sohail, A., Shabbir, A.Z., Rehman, H. 2012. Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. Poult. Sci. 91: 2235–2240.

Tong, H.B., Lu, J., Zou, J.M., Wang, Q., Shi, S.R. 2012. Effects of stocking density on growth performance, carcass yield, and immune status of a local chicken breed. Poult. Sci. 91: 667–673.

Tran, T.H., Boudry, C., Everaert, N., Bindelle, J. 2016. Prebiotic potential of novel carbohydrates in an in vitro co-inoculation fermentation model of the bacteria isolated from pig intestine and Salmonella. J. Anim. Sci. 94: 58–61.

Umeki, M., Oue, K., Mochizuki, S., Shirai, Y., Sakai, K. 2005. Fluorescent In Situ Hybridization Analysis of Cecal Microflora in Rats Simultaneously Administrated *Lactobacillus rhamnosus* KY-3 and Cellobiose. Food Sci. Technol. Res. 11: 168–170.

Verbrugghe, E., Boyen, F., Gaastra, W., Bekhuis, L., Leyma, B., Parys, A.V., Haesebrouck, F., Pasmans, F. 2012. The complex interplay between stress and bacterial infections in animals. Vet. Microbiol. 155: 115–127.

Waldroup, P., Oviedo-Rondon, E.O., Fritts, C. 2003. Comparison of Bio-Mos and antibiotic feeding programs in broiler diets containing copper sulfate. Int. J. Poult. Sci. 2: 28–31.

สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมรวมถังระดับฟาร์มและโอกาสการเกิดคีโตซิสและแอซิโดซิสในฝูงโครีดนม

Fat to protein ratio in bulk tank milk at farm level and likelihood of ketosis and acidosis in milking dairy herds

นริศรา สุรีย์[a], ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ[a,*], ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี[a], ดนัย จัตวา[a], สิทธินนท์ ผุยคำสิงห์[b], เบญจวรรณ อรรควงศ์[b]

Narisara Suree[a], Skorn Koonawootrittriron[a,*], Thanathip Suwanasopee[a], Danai Jattawa[a], Sitthinon Phuykhamsingha[b], Benjawan Arkawong[b]

[a]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด ขอนแก่น 40000

[a]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Khon Kaen Dairy Cooperative, Khon Kaen 40000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrskk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

สัดส่วนไขมันต่อโปรตีน (Fat to Protein Ratio; FPR) ของน้ำนมรวมถังระดับฟาร์ม (216 ฟาร์ม) ที่วิเคราะห์เดือนละ 2 ครั้ง (มกราคม 2560 ถึง สิงหาคม 2563; 14,646 ข้อมูล) เพื่อประเมินคุณภาพและกำหนดราคาน้ำนมดิบถูกใช้ในการพิจารณาโอกาสการเกิดภาวะคีโตซิส (FPR > 1.50) และแอซิโดซิส (FPR < 1.10) ข้อมูลถูกพรรณนาเชิงสถิติและวิเคราะห์ด้วยหุ่นจำลองเชิงเส้นตรงแบบผสมที่พิจารณาปี-ฤดูกาลที่ผลิต ขนาดฟาร์ม (โครีดนม < 10, 10–29 และ > 29 ตัว) เป็นปัจจัยกำหนด และพิจารณาฟาร์มและความคลาดเคลื่อนเป็นปัจจัยสุ่ม ผลการศึกษาพบว่าฝูงโครีดนมส่วนใหญ่ (ร้อยละ 81) มีโอกาสเกิดภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิสในบางช่วงของการผลิตมโดย FPR ในฝูงโครีดนมของเกษตรกร (0.70–1.90) ผันแปรตามปีและฤดูกาลที่ผลิต ($p < 0.01$) แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติตามขนาดฟาร์ม ความสัมพันธ์ระหว่างความผันแปรของฟาร์มและความผันแปรของ FPR มีค่าร้อยละ 30 ข้อมูลองค์ประกอบน้ำนมสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพิ่มในการเฝ้าระวังสุขภาพของฝูงโครีดนม

คำสำคัญ: การจัดการ, โคนม, ฝูงโครีดนม, โรคเมทาบอลิค, องค์ประกอบน้ำนม

Abstract

Fat to protein ratio (FPR) in bulk tank milk at farm level (216 farms), that were evaluated twice a month (January 2017 to August 2020; 14,646 records) for quality evaluation and price determination, were considered likelihood of ketosis (FPR > 1.50) and acidosis (FPR < 1.10). The data were statistically described and analyzed using a mixed linear model that considered production year–season and farm size (milking cows < 10, 10 to 29 and > 29) as fixed effects, and farms and residuals were random effects. The results showed that most milking dairy herds (81%) were likely to have both acidosis and ketosis at some periods of production. The FPR in the milking herds of farmers (0.70–1.90) varied by year-season of production ($P < 0.01$), but they were not statistically significant with farm size. The relationship between farms and FPR variances was 30%. Milk composition data can be used to enhance health surveillance of milking dairy herds.

Keywords: dairy cattle, management, metabolic disease, milk composition, milking herd

คำนำ

ภาวะกรดในกระแสเลือดหรือแอซิโดซิส (Acidosis) เกิดจากแม่โคได้รับอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่แตกตัวเร็วในปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดกรดแลคติกจำนวนมากในกระเพาะรูเมน เมื่อกรดถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด จึงส่งผลให้แม่โคเกิดอาการอักเสบที่บริเวณกีบและข้อขา (Laminitis) ถ่ายมูลเหลวและมีมูกเลือด และกระวนกระวาย (Owens et al., 1998; Enemark, 2008) ในทางกลับกัน หากแม่โคได้รับอาหารพลังงานไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในช่วงระยะหลังคลอด ซึ่งเป็นช่วงที่แม่โคต้องการพลังงานมาก แม่โคจึงนำพลังงานในรูปของไขมันที่สะสมไว้ในร่างกายออกมาใช้ประโยชน์ เมื่อไขมันถูกดึงออกมามากเกินไป ส่งผลให้ไขมันถูกเปลี่ยนเป็นอะซิติลโคเอ (Acetyl–CoA) เข้าสู่วัฏจักรเครบส์ไม่ได้ทั้งหมด อะซิติลโคเอจึงถูกขับออกทางกระแสเลือดในรูปของคีโตน และเกิดเป็นภาวะคีโตซิส (Ketosis) แม่โคที่มีภาวะดังกล่าวมักมีร่างกายผอม กินอาหารลดลง และผลิตน้ำนมลดลง (Negussie et al., 2013) ภาวะเหล่านี้ส่งผลเสียต่อสุขภาพและความสามารถในการให้ผลผลิตของโครีดนม เกษตรกรจึงจำเป็นต้องเฝ้าระวัง และบริหารจัดการฟาร์มเพื่อป้องกันการเกิดทั้งภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิสในฝูงโครีดนมของตน

โดยทั่วไปแม่โคนมสุขภาพปรกติมักรักษาสมดุลของพลังงานภายในร่างกาย ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสัดส่วนของโปรตีนและไขมัน (Fat to protein ratio, FPR) ที่ปรากฏในน้ำนมที่ผลิตได้จากโคนมแต่ละตัว โดยโครีดนมที่มีสุขภาพปรกติ มักมีสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.10 ถึง 1.50 โดยถ้าสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมเฉลี่ยต่ำกว่า 1.10 แม่โคนมมีความเสี่ยงอยู่ในภาวะแอซิโดซิส และถ้าสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมเฉลี่ยสูงกว่า 1.50 แม่โคนมมีความเสี่ยงอยู่ในภาวะคีโตซิส (Heuer et al., 1999; Enemark, 2008; Paura et al., 2012; Vlcek et al., 2016) การพิจารณาสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมเพื่อประเมินสุขภาพของโครีดนมถูกใช้ในหลายประเทศ แต่ยังไม่พบการใช้ประโยชน์ในโคนมระดับฟาร์ม หรือระดับสหกรณ์ภายในประเทศไทย

ในปัจจุบัน น้ำนมรวมถังรายฟาร์มของเกษตรกรที่ส่งให้กับสหกรณ์หรือศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบถูกสุ่มตรวจองค์ประกอบของน้ำนมและการปนเปื้อน เพื่อใช้ในการกำหนดราคาหรือปฏิเสธการรับซื้อน้ำนมดิบเป็นประจำทุก 10–15 วัน การนำข้อมูลสัดส่วนไขมันและโปรตีนจากรายงานผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาประเมินสถานะสุขภาพของฝูงโครีดนม (ปรกติ เสี่ยงต่อการเกิดภาวะแอซิโดซิส หรือเสี่ยงต่อการเกิดภาวะคีโตซิส) อาจช่วยให้การเฝ้าระวังและบริหารจัดการฟาร์มเพื่อป้องกันปัญหาสุขภาพของโครีดนมของเกษตรกรและสหกรณ์สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสถานภาพขององค์ประกอบและสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมและจำแนกปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมรวมถังระดับฟาร์มที่บ่งชี้ถึงภาวะสุขภาพปรกติ และโอกาสในการเกิดภาวะแอซิโดซิสและภาวะคีโตซิสในฝูงโครีดนมของเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลไขมันนม (ร้อยละ) โปรตีนนม (ร้อยละ) และสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนม (FPR; คำนวณจากไขมันนมหารด้วยโปรตีนนม) ของตัวอย่างน้ำนมที่สุ่มเก็บเดือนละ 2 ครั้ง (ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563) จากน้ำนมรวมถังรายฟาร์มของเกษตรกร จำนวน 216 ราย (จำนวน 14,646 ข้อมูล) ถูกนำมาใช้ในการศึกษา ฤดูกาลผลิตถูกจำแนกเป็นฤดูร้อน (เดือนมีนาคม ถึง เดือนมิถุนายน) ฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม) และฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์) ขนาดฟาร์มถูกพิจารณาตามจำนวนโครีด

นมเฉลี่ยที่ให้ผลผลิตน้ำนมในช่วงเวลาที่ศึกษา ได้แก่ ฟาร์มขนาดเล็ก (จำนวนโครีดนมน้อยกว่า 10 ตัว) ฟาร์มขนาดกลาง (จำนวนโครีดนมระหว่าง 10 ถึง 29 ตัว) และฟาร์มขนาดใหญ่ (จำนวนโครีดนมมากกว่า 29 ตัว)

ข้อมูลไขมันนมและโปรตีนนมถูกจำแนกคุณภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548) โดย (1) คุณภาพน้ำนมดีมาก (P) มีไขมันนมมากกว่าร้อยละ 4.00 และมีโปรตีนนมมากกว่าร้อยละ 3.40 (2) คุณภาพน้ำนมดี (G) มีไขมันนมระหว่างร้อยละ 3.61 ถึง 4.00 และโปรตีนนมระหว่างร้อยละ 3.21 ถึง 3.40 (3) คุณภาพน้ำนมมาตรฐาน (S) มีไขมันนมระหว่างร้อยละ 3.20 ถึง 3.60 และโปรตีนนมระหว่างร้อยละ 3.00 ถึง 3.20 และ (4) คุณภาพน้ำนมต่ำ (L) มีไขมันนมน้อยกว่าร้อยละ 3.20 และโปรตีนนมน้อยกว่าร้อยละ 3.00 ข้อมูลสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมถูกนำมาพิจารณา ถึง ภาวะสุขภาพปรกติ (FPR อยู่ในช่วง 1.10 ถึง 1.50) โอกาสในการเกิดภาวะแอซิโดซิส (FPR ต่ำกว่า 1.10; Paura et al., 2012) และโอกาสในการเกิดภาวะคีโตซิสในฝูงโครีดนม (FPR สูงกว่า 1.50; Heuer et al., 1999) ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาสร้างเป็นภาพการกระจายตัวของข้อมูลเพื่อแสดงให้เห็นถึง สัดส่วนคุณภาพของผลผลิตน้ำนมและภาวะสุขภาพของโคนมที่เลี้ยงดูโดยเกษตรกรในช่วงเวลาที่ศึกษา โอกาสในการเกิดภาวะแอซิโดซิส ภาวะปรกติ และภาวะคีโตซิสของแต่ละฟาร์มในช่วงเวลาที่ศึกษาถูกคำนวณค่าและนำมาสร้างเป็นภาพ ด้วย Microsoft Excel 365®

ข้อมูลทั้งหมดถูกนำไปวิเคราะห์ค่าสถิติเชิงพรรณนา และศึกษาความมีอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมด้วยหุ่นจำลองทางสถิติเชิงเส้นตรงแบบผสม (Mixed linear model) ที่พิจารณาปี–ฤดูกาลที่ผลิตและขนาดฟาร์มเป็นปัจจัยกำหนด และพิจารณาฟาร์มและความคลาดเคลื่อนเป็นปัจจัยสุ่ม ดังสมการ $y_{ijkl} = YS_i + FSize_j + FarmID_k + e_{ijkl}$ โดย y_{ijkl} เป็นสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมรวมถัง μ เป็นค่าเฉลี่ยรวม YS_i เป็นปี–ฤดูกาลที่ผลิตน้ำนม $FSize_j$ เป็นขนาดฟาร์ม $FarmID_k$ เป็นหมายเลขฟาร์ม [~NID $(0, \sigma^2_{FarmID})$] และ e_{ijkl} เป็นความคลาดเคลื่อน [~NID $(0, \sigma^2_e)$] ค่าเฉลี่ยลีสแควร์สำหรับแต่ละระดับของปัจจัยกำหนดที่ศึกษาถูกคำนวณค่าและนำมาเปรียบเทียบทีละคู่ ด้วยวิธี t–test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สัดส่วนความผันแปรระหว่างฟาร์ม (Farm variance) และสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนม (FPR variance) ถูกนำมาพิจารณาถึงระดับความสัมพันธ์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในช่วงเวลาที่ศึกษา น้ำนมดิบที่ผลิตได้จากเกษตรกรมีไขมันนมเฉลี่ยร้อยละ 3.73 ± 0.33 มีโปรตีนนมเฉลี่ยร้อยละ 3.06 ± 0.21 และมีสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมเฉลี่ย 1.22 ± 0.11 ซึ่งอยู่ในช่วงที่แสดงถึงภาวะสุขภาพปรกติ อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของสัดส่วนคุณภาพของผลผลิตน้ำนมและภาวะสุขภาพของโคนม (Fig. 1) ชี้ให้เห็นว่า ผลผลิตน้ำนมรวมถังรายฟาร์มของเกษตรกรส่วนใหญ่มีไขมันนมอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 46) รองลงมาเป็นระดับมาตรฐาน (ร้อยละ 30) ดีมาก (ร้อยละ 19) และต่ำ (ร้อยละ 5) ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากโปรตีนนมอย่างชัดเจน โดยผลผลิตน้ำนมรวมถังรายฟาร์มของเกษตรกรส่วนใหญ่มีโปรตีนนมอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 40) รองลงมาเป็นระดับมาตรฐาน (ร้อยละ 37) ระดับดี (ร้อยละ 18) และดีมาก (ร้อยละ 5) ตามลำดับ ลักษณะการกระจายตัวเช่นนี้คล้ายคลึงกับคุณภาพน้ำนมรวมถังระดับฟาร์มในเขตภาคกลางที่ศึกษาโดย ธนาทิพย์ และคณะ (2559) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะอุตสาหกรรมโคนมในประเทศไทยให้ความสำคัญต่อไขมันนมมากกว่าโปรตีนนม ดังที่ปรากฏในรายละเอียดการกำหนดราคารับซื้อผลผลิตน้ำนม (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548) และแนวทางการส่งเสริมการผลิตของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ด้วยเหตุนี้ เกษตรกรจึงเน้นการจัดการที่ช่วยให้ได้ผลผลิตน้ำนมที่มีไขมัน

นมสูงมากกว่าโปรตีนนม ลักษณะเช่นนี้ ไม่ส่งผลดีต่อคุณสมบัติและคุณภาพของน้ำนมดิบที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการแข่งขันทางธุรกิจ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์นม ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข

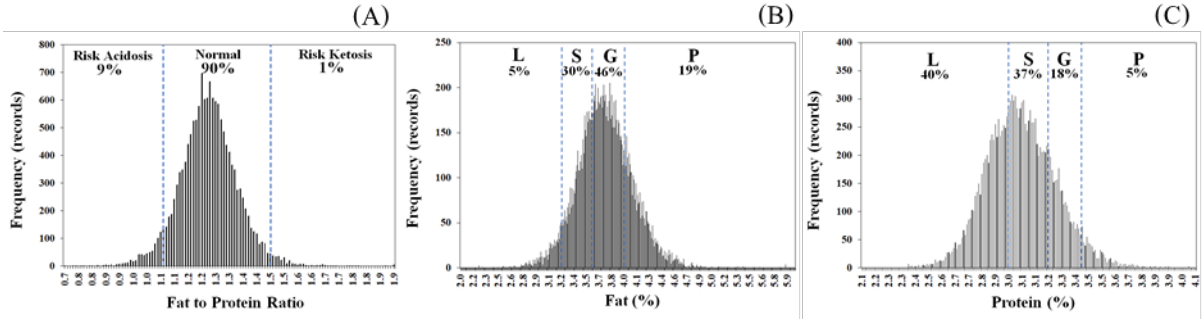


Fig. 1 Distributions of fat to protein ratio (A), fat (B), and protein (C) classified for P = premium grade, G = good grade, S = standard grade and L = lower grade)

ผลผลิตน้ำนมรวมถังรายฟาร์มของเกษตรกรส่วนใหญ่ (Fig. 1) ชี้ให้เห็นว่า สุขภาพของฝูงโคนมอยู่ในภาวะปรกติ (ร้อยละ 90) และมีความเสี่ยงในการเกิดภาวะแอซิโดซิส (ร้อยละ 9) มากกว่าภาวะคีโตซิส (ร้อยละ 1) โดยผลผลิตน้ำนมรวมถังรายฟาร์มที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยงในการเกิดภาวะแอซิโดซิส (FPR 0.70 ถึง 1.09) มีไขมันนมอยู่ในช่วงร้อยละ 2.23 ถึง 4.60 และโปรตีนนมอยู่ในช่วงร้อยละ 2.40 ถึง 4.06 ในขณะที่ ผลผลิตน้ำนมรวมถังรายฟาร์มที่บ่งชี้ถึงสุขภาพของฝูงโคนมในภาวะปรกติ (FPR 1.10 ถึง 1.50) มีไขมันนมอยู่ในช่วงร้อยละ 2.71 ถึง 5.58 และโปรตีนนมอยู่ในช่วงร้อยละ 2.38 ถึง 4.06 และ ผลผลิตน้ำนมรวมถังรายฟาร์มที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยงในการเกิดภาวะคีโตซิส (FPR 1.51 ถึง 1.90) มีไขมันนมอยู่ในช่วงร้อยละ 3.38 ถึง 5.89 และโปรตีนนมอยู่ในช่วงร้อยละ 2.38 ถึง 3.47 และหากพิจารณาโอกาสในการเกิดภาวะแอซิโดซิส ภาวะปรกติ และภาวะคีโตซิสของแต่ละฟาร์ม (Fig. 2) พบว่า ฝูงโครีดนมของฟาร์มส่วนใหญ่ (ร้อยละ 81) มีโอกาสเกิดความเสี่ยงได้ทั้งภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิส โดยฟาร์มส่วนใหญ่มีโอกาสเสี่ยงต่อภาวะแอซิโดซิส (159 ฟาร์ม; 1,369 ครั้ง) มากกว่า ภาวะคีโตซิส (64 ฟาร์ม; 116 ครั้ง) อย่างไรก็ตาม ฝูงโคของเกษตรกร 31 ราย (ร้อยละ 19) มีสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมอยู่ในช่วงปรกติตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการจัดการฟาร์มให้แม่โคมีสุขภาพที่ดีตลอดระยะการรีดนม การส่งเสริมความเข้าใจและพัฒนาทักษะของเกษตรกรในการจัดการฟาร์มเพื่อลดความเสี่ยงต่อภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิส (Owens et al., 1998; Lock et al., 2012; Vlcek et al., 2016) จึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญต่อการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม

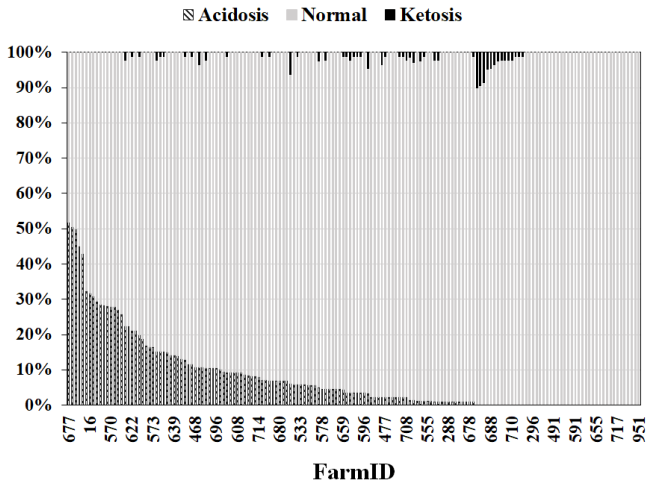


Fig. 2 Percentage of risk in acidosis, normal, and risk in ketosis of the farms

สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมผันแปรไปตามปีและฤดูกาลที่ผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) โดยค่าเฉลี่ยลีสแควร์สำหรับสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมผันแปรอยู่ในช่วง 1.17 ± 0.01 (ฤดูหนาว พ.ศ. 2562) ถึง 1.27 ± 0.01 (ฤดูหนาว พ.ศ. 2561) อยู่ในช่วงของค่าที่บ่งชี้ถึงความมีสุขภาพปรกติของฝูงโคนม (FPR อยู่ในช่วง 1.10 ถึง 1.50) อย่างไรก็ตาม สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมในภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (Fig. 3) ซึ่งมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูร้อนของทุกปี และมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูหนาวของทุกปี ยกเว้นปี พ.ศ. 2561 ความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลมาจากความผันแปรของไขมันนมและโปรตีนนมที่ผลิตได้จากโคนมภายในฝูง อันเป็นผลมาจากการจัดการอาหารข้นและอาหารหยาบที่มักผันแปรไปตามความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณน้ำ และสิ่งแวดล้อมที่เกษตรกรแต่ละรายปฏิบัติต่อฝูงโครีดนมแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ตามความอุดมสมบูรณ์ของพืชและวัตถุดิบอาหารสัตว์ (สุทธิศักดิ์ และคณะ, 2546; ธนาทิพย์ และคณะ, 2559; Walker et al., 2001)

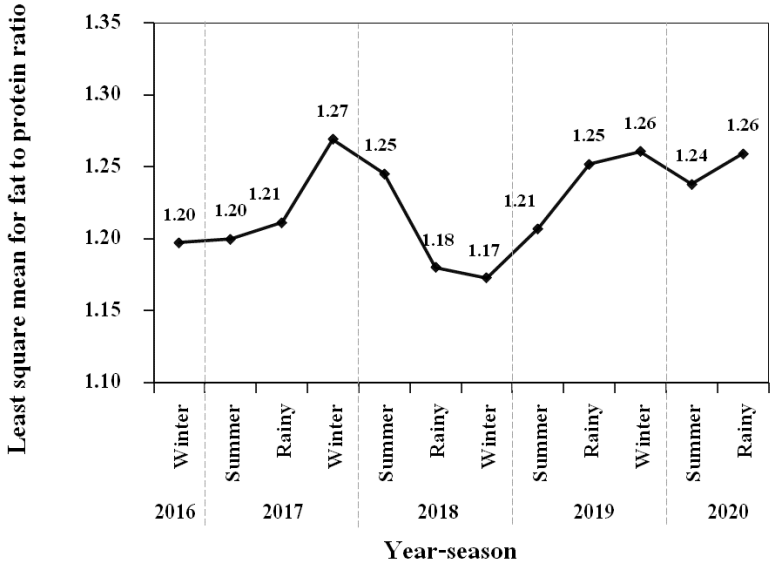


Fig. 3 Changes in means of fat to protein ratio from winter 2017 to rainy 2020

ขนาดฟาร์มไม่มีผลต่อสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนม ($p = 0.85$) โดย สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมรวมถังรายฟาร์มของฟาร์มขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีค่า 1.22 ± 0.01 1.23 ± 0.01 และ 1.23 ± 0.01 ตามลำดับ ชี้ให้เห็นถึง ความไม่แตกต่างกันในคุณภาพการจัดการฟาร์มที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของโคนมระหว่างฟาร์มที่มีขนาดต่างกัน อย่างไรก็ตาม สัดส่วนความผันแปรระหว่างฟาร์ม (Farm variance) และสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนม (FPR variance) มีค่า 0.30 แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างของสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมมีความสัมพันธ์กับความแตกต่างระหว่างฟาร์มร้อยละ 30 ลักษณะเช่นนี้ย้ำให้เห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นในการให้ความรู้ สร้างความเข้าใจ และพัฒนาทักษะในการจัดการฟาร์มให้กับเกษตรกรแต่ละรายที่ยังคงมีความหลากหลายและแตกต่างกัน เพื่อลดปัญหาในการจัดการสุขภาพฝูงโคนมให้เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและอุตสาหกรรมการผลิตโคนมต่อไป

สรุป

ผลผลิตน้ำนมรวมถังรายฟาร์มของเกษตรกรส่วนใหญ่มีไขมันนมในระดับดี มีโปรตีนนมต่ำ และ มีสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมอยู่ในช่วง 1.17 ± 0.01 ถึง 1.27 ± 0.01 ชี้ให้เห็นว่า สุขภาพของฝูงโคนมส่วนใหญ่อยู่ในภาวะปรกติ สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมผันแปรไปตามปีและฤดูกาลที่ผลิต (เนื่องจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อมในแต่ละฤดูกาล) ไม่ผันแปรตามขนาดฟาร์ม แต่มีความสัมพันธ์กับความแตกต่างระหว่างฟาร์มร้อยละ 30 ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการใช้ประโยชน์จากข้อมูลไขมันนมและโปรตีนนมที่ใช้ในการกำหนดราคาและปฏิเสธการรับซื้อน้ำนมดิบมาใช้ในการประเมินและเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพของฝูงโคนมของเกษตรกรแต่ละราย

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของ โครงการนวัตกรรมการพัฒนาความสามารถของเกษตรกรสมาชิกสหกรณ์โคนมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและจัดการความเสี่ยงสำหรับการผลิตนมโคและธุรกิจนม (TRP6220208) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และได้รับการสนับสนุนบางส่วนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [FF(KU)25.64] ภายใต้การพัฒนาหน่วยวิจัยเฉพาะทางพันธุศาสตร์สัตว์เขตร้อนชื้น คณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณสหกรณ์โคนมและเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทุกท่าน สำหรับการให้ความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ธนาทิพย์ ลาสอาด, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี, ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ, เมาริซิโอ เอ เอลโซ่. 2559. การจำแนกลักษณะคุณภาพน้ำนมรวมถังระดับฟาร์มในเขตภาคกลางของประเทศไทย. วารสารแก่นเกษตร. 44: 861–867.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. น้ำนมดิบ. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุทธิศักดิ์ แก้วแกมจันทร์. 2546. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมภายใต้สภาพการเลี้ยงในเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Enemark, J.M.D. 2008. The monitoring, prevention, and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. Vet. J. 176: 32–43.

Heuer, C., Schukken, Y.H., Dobbelaar, P. 1999. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. J. Dairy Sci. 82: 295–304.

Lock, A.L., Van Amburgh, M.E. 2012. Feeding for milk components. Adv. Dairy Technol. 24: 265–277.

Negussie, E., Strandén, I., Mäntysaari, E.A. 2013. Genetic associations of test-day fat:protein ratio with milk yield, fertility, and udder health traits in Nordic Red cattle. J. Dairy Sci. 96: 1237–1250.

Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J., Gill, D.R. 1998. Acidosis in cattle: a review. J. Dairy Sci. 76: 275–286.

Paura, L., Jonkus, D., Ruska, D. 2012. Evaluation of the milk fat to protein ratio and fertility traits in Latvian Brown and Holstein dairy cows. Acta Agric. Slov. 100: 155–159.

Vlcek, M., Zitny, J., Kasarda, R. 2016. Changes of fat-to-protein ratio from start to the mid lactation and the impact on milk yield. J. Cent. Eur. Agric. 17: 1194–1203.

Walker, G.P., Stockdale, C.R., Wales, W.J., et al. 2001. Effect of level of grain supplementation on milk production responses of dairy cows in mid-late lactation when grazing irrigated pastures high in paspalum (*Paspalum dilatatum* Poir.). Aust. J. Exp. Agric. 41: 1–11.

แนวโน้มและความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์โซมาติกและแลคโตสในน้ำนมรวมถังระดับฟาร์ม

Trends and association between somatic cell count and lactose in bulk tank milk at farm level

สโรชิตา แสงจง[a], ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี[a]*, ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ[a], ดนัย จัตวา[a], สิทธินนท์ ผุยคำสิงห์[b], เบญจวรรณ อรรควงศ์[b]

Sarochita Sangjong[a], Thanathip Suwanasopee[a]*, Skorn Koonawootrittriron[a], Danai Jattawa[a], Sitthinon Huykhamsingha[b], Benjawan Arkawong[b]

[a]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด ขอนแก่น 40000

[a]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Khon Kaen Dairy Cooperative Limited, Khon Kaen 40000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: agrtts@ku.ac.th

บทคัดย่อ

จำนวนเซลล์โซมาติก (Bulk Tank Somatic Cell Count; BSC) และแลคโตสในน้ำนมรวมถังระดับฟาร์ม (14,867 ข้อมูล) ของเกษตรกร (227 ฟาร์ม) ที่ถูกสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์ (มกราคม 2560 ถึงสิงหาคม 2563) เพื่อการประเมินคุณภาพและกำหนดราคาน้ำนมถูกนำมาศึกษาแนวโน้มความผันแปร และจำแนกความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงด้วยหุ่นจำลองเชิงเส้นตรงแบบผสมที่พิจารณาปี-ฤดูกาล ขนาดฟาร์ม (โครีดนม <10, 10–29 และ >29 ตัว) และแลคโตส (%) เป็นปัจจัยกำหนด และพิจารณาฟาร์มและปัจจัยอื่นเป็นปัจจัยสุ่ม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า BSC (50,000-1,500,000 เซลล์/มิลลิลิตร) ผันแปรไปตามปี-ฤดูกาล (p <0.0001) โดยมักพบค่า BSC สูงสุดในฤดูฝนของแต่ละปี ขนาดของฟาร์มมีอิทธิพลอย่างไม่มีนัยสำคัญต่อ BSC (p = 0.67) แลคโตสลดลง (1%) ส่งผลให้ BSC เพิ่มขึ้น (476,250 เซลล์/มิลลิลิตร; p < 0.0001; R^2 = -0.29) ความสัมพันธ์ระหว่างความผันแปรของฟาร์มและ BSC มีค่าร้อยละ 37.13 ผลการศึกษาเหล่านี้ยืนยันถึงความเป็นประโยชน์ขององค์ประกอบน้ำนมในการเฝ้าระวังสุขภาพและการจัดการฝูงโครีดนม

คำสำคัญ: โคนม, จำนวนเซลล์โซมาติก, น้ำตาลแลคโตส, น้ำนมรวมถัง

Abstract

Bulk tank somatic cells count (BSC) and lactose at farm level (14,867 data) of farmers (227 farms) that were randomly sampled and analyzed (January 2017 to August 2020) for milk quality and price determination were used to identify variation, and linear relationship using a mixed linear model considered year-season of production, farm size (milking cows; <10, 10 to 29 and > 29), and lactose (%) as fixed effects, and considered farms and residuals as random effects. The results indicated that BSC (50,000–1,500,000 cells/ml) varied by the year-season of production (p < 0.0001). The highest BSC was often found in the rainy season of each year. Farm size had no significant influenced on BSC (p = 0.67). The reduction of lactose content (1%) resulted in increasing of BSC (476,250 cells/ml; p <0.0001; R^2 = -0.29). The relationship between farms and BSC variances was 37.13%. These study results confirmed the usefulness of milk composition for health monitoring and management of milking cows.

Keywords: bulk tank milk, dairy cattle, lactose, somatic cell count

คำนำ

การผลิตและการบริโภคน้ำนมในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น น้ำนมที่มีคุณภาพดีจึงเป็นที่ต้องการและมีความสำคัญมากต่อโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจ ที่ผ่านมา จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบยังเป็นปัญหาสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตโคนม โดยจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมดิบที่มากกว่าปกติมักเกิดขึ้นจากปัญหาสุขภาพของโคนมและคุณภาพในการจัดการผลิตของเกษตรกร ปัญหาดังกล่าวนอกจากจะส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของน้ำนมโดยตรงแล้วยังอาจส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือทางธุรกิจ รายได้ และโอกาสในการได้ผลกำไรของเกษตรกร เนื่องจากในปัจจุบันจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์ (มกอช., 2548) สำหรับการกำหนดราคาและปฏิเสธการรับซื้อน้ำนมดิบ โดยสหกรณ์ ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ และโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์นม

เซลล์โซมาติก (Somatic cell) คือ เซลล์ที่ร่างกายสร้างขึ้น ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์สังเคราะห์น้ำนม (อรัญ, 2552) โดยปกติ จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมควรมีน้อยกว่า 200,000 เซลล์/มิลลิลิตร และเมื่อร่างกายโคมีการติดเชื้อโรคและอักเสบ เซลล์โซมาติกในน้ำนมอาจมีจำนวนสูงกว่า 400,000 เซลล์/มิลลิลิตร (Reinemann et al., 1997) จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมจึงมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเต้านมอักเสบ (Mastitis) ในโครีดนมและในฝูงโคนม ในขณะเดียวกัน แลคโตสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ เป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อนมและมีบทบาทสำคัญในการควบคุมแรงดันออสโมติก และความสามารถในการยอมให้เซลล์ต่าง ๆ ผ่านจากเส้นเลือดฝอยเข้าสู่อัลวีโอไล (Alveoli) มักมีปริมาณต่ำในน้ำนมที่ผลิตจากเต้านมที่ติดเชื้อทั้งหมดหรือบางส่วน (Kelly et al., 2018) การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของแลคโตสในน้ำนมจึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้โรคเต้านมอักเสบ (Sharif et al., 2007)

โดยทั่วไป น้ำนมรวมถัง (Bulk tank milk yield) ที่เกษตรกรแต่ละรายผลิต มักถูกสุ่มตรวจคุณภาพทั้งองค์ประกอบน้ำนมและการปนเปื้อนแบคทีเรีย เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดราคาหรือปฏิเสธการรับซื้อน้ำนมในชุดนั้น ๆ หลายสหกรณ์และศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบยังใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่รายงานดังกล่าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งเสริมการผลิตของเกษตรกรที่เป็นสมาชิก และความแม่นยำในการวางแผนการผลิตในภาพรวมของสหกรณ์หรือหน่วยงานไม่เต็มที่ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มความผันแปรของเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังระดับฟาร์ม และจำแนกความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์โซมาติก แลคโตส และปัจจัยอื่นๆ สำหรับชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่ ในการเพิ่มประสิทธิภาพงานส่งเสริมการผลิตและบริหารจัดการธุรกิจของสหกรณ์และศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย หมายเลขฟาร์ม วันที่ผลิต (วันที่สุ่มตรวจคุณภาพน้ำนม) จำนวนเซลล์โซมาติก และแลคโตส ที่สุ่มตรวจจากน้ำนมรวมถังของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จำนวน 227 ฟาร์ม ที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์โคนมแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 ชุดข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง จำนวน 14,687 ข้อมูล (Table 1) ถูกนำมาจัดกลุ่มคุณภาพน้ำนมโดยพิจารณาจากจำนวนเซลล์โซมาติกตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของ มกอช. (2548) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) คุณภาพน้ำนมระดับดีมาก (Premium grade; P) มีจำนวนเซลล์โซมาติก ไม่เกิน 200,000

เซลล์/มิลลิลิตร 2) คุณภาพน้ำนมระดับดี (Good grade; G) มีจำนวนเซลล์โซมาติก ระหว่าง 200,000 ถึงไม่เกิน 350,000 เซลล์/มิลลิลิตร 3) คุณภาพน้ำนมระดับมาตรฐาน (Standard grade; S) มีจำนวนเซลล์โซมาติก ระหว่าง 350,000 ถึง 500,000 เซลล์/มิลลิลิตร และ 4) คุณภาพน้ำนมที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (Lower grade; L) มีจำนวนเซลล์โซมาติก มากกว่า 500,000 เซลล์/มิลลิลิตร

Table 1 Descriptive statistics of somatic cell count and lactose in bulk tank milk

Traits	Number of records	Mean ± SD	Minimum	Maximum
Somatic cell count ($\times 10^3$ cell/ml)	14,687	377.16 ± 261.95	50.00	1,500.00
Lactose (%)	14,687	4.73 ± 0.24	3.79	5.58

กลุ่มปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วยปี-ฤดูกาลที่ผลิตน้ำนม แลคโตสในน้ำนมดิบ (ได้จากการสุ่มตรวจคุณภาพน้ำนม) และขนาดฟาร์ม โดยฤดูกาลผลิตจำแนกเป็นฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์) ฤดูร้อน (เดือนมีนาคม ถึง เดือนมิถุนายน) และฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม) ขนาดฟาร์มพิจารณาตามจำนวนแม่โครีดนมเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ฟาร์มขนาดเล็ก (จำนวนโครีดนม ไม่เกิน 10 ตัว) ฟาร์มขนาดปานกลาง (จำนวนโครีดนม ระหว่าง 10 ถึง 29 ตัว) และฟาร์มขนาดใหญ่ (จำนวนโครีดนม มากกว่า 29 ตัว)

หุ่นจำลองทางสถิติแบบผสม (Mixed linear model) ถูกใช้ในการจำแนกความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างเซลล์โซมาติกกับแลคโตสกับปัจจัยต่างๆ โดยกำหนดให้ปี-ฤดูกาล ขนาดฟาร์ม และแลคโตส เป็นปัจจัยกำหนด (fixed effect) และพิจารณาฟาร์มและปัจจัยอื่นๆ เป็นปัจจัยสุ่ม (random effects) โดยมีรายละเอียดดัง Equation 1

$$BSC_i = \mu + YS_j + Fsize_k + b(Lactose)_l + FarmID_m + e_{ijklm} \quad (1)$$

เมื่อ

BSC_i	=	จำนวนเซลล์โซมาติก ($\times 10^3$ เซลล์/มิลลิลิตร)
μ	=	ค่าเฉลี่ย
YS_j	=	ปี-ฤดูกาลที่ผลิต
$Fsize_k$	=	ขนาดฟาร์ม
$b(Lactose)_l$	=	แลคโตส
$FarmID_m$	=	หมายเลขฟาร์ม
e_{ijklm}	=	ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ

การทดสอบเบื้องต้นชี้ให้เห็นว่า นัยสำคัญของปัจจัย (ปี-ฤดูกาล ขนาดฟาร์ม และแลคโตส) ต่อจำนวนเซลล์โซมาติก และเซลล์โซมาติกที่ถูกแปลงค่าให้กระจายตัวปรกติ (Transformed, lnBSC) ด้วยหุ่นจำลองทางสถิติแบบผสมไม่แตกต่างกัน ค่าแท้จริงจึงถูกนำเสนอแทนค่าแปลง ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์ของจำนวนโซมาติกเซลล์และแลคโตสในน้ำนมรวมถังที่ผลิตได้ถูกคำนวณและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มย่อยที่ละคู่ด้วยวิธี t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในช่วงเวลาที่ศึกษา น้ำนมรวมถังรายฟาร์มของเกษตรกร มีจำนวนเซลล์โซมาติกเฉลี่ย 377.16 ± 261.95 $\times 10^3$ เซลล์/มิลลิลิตร เมื่อพิจารณาการแบ่งเกณฑ์มาตรฐานตาม มกอช. (2548) ผลผลิตน้ำนมส่วนใหญ่มีคุณภาพในระดับดี (G, ร้อยละ 33.07) รองลงมา มีคุณภาพในระดับมาตรฐาน (S, ร้อยละ 20.82) และมีคุณภาพในระดับดีมาก (P, ร้อยละ 23.74) ทั้งนี้ มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (L) ร้อยละ 22.37 (Fig. 1) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปัญหาสุขภาพของโครีดนมภายในฟาร์ม คุณภาพในการบริหารจัดการเลี้ยงดู และการตัดสินใจของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม เกษตรกรกลุ่มนี้ควรเฝ้าระวังและป้องกันไม่ให้เกิดโรคเต้านมอักเสบ และมีมาตรการควบคุมโรคที่เกิดจากโคนมภายในฟาร์มของตน (ธัชฎาพร และคณะ, 2548) เกษตรกรในกลุ่มที่ผลิตน้ำนมผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาจมีการจัดการฟาร์มที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของโคนมและตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม คุณภาพและการตัดสินใจในการบริหารจัดการภายในฟาร์มมีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำนมที่ผลิตได้ และสามารถเพิ่มโอกาสในการได้รายได้และผลกำไรมากยิ่งขึ้นของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม (ธนาทิพย์ และคณะ, 2558)

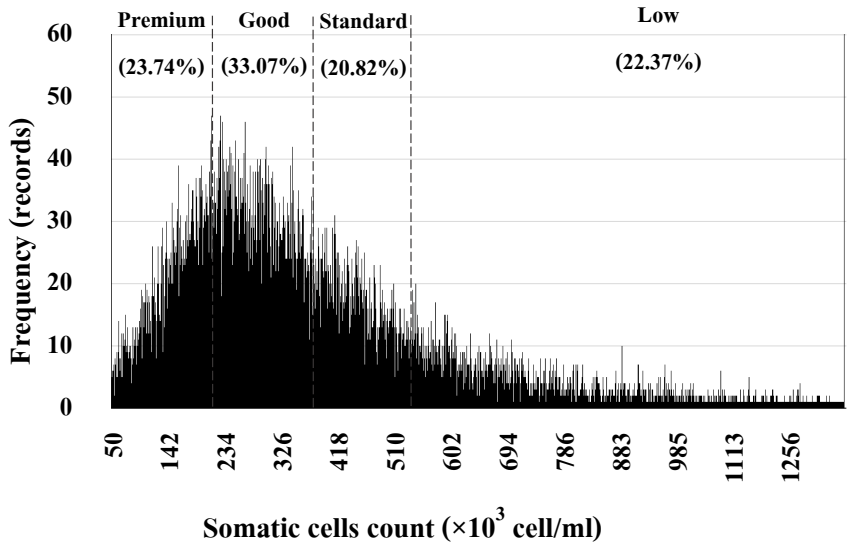


Fig. 1 Distribution of somatic cell count in bulk tank milk produced by 227 farms (January 2017 to August 2020)

จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังผันแปรไปตามปี-ฤดูกาลที่ผลิต และปริมาณแลคโตส ($p < 0.0001$) แต่ไม่แตกต่างกันตามขนาดของฟาร์ม จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังมีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงเวลาที่ศึกษาด้วยอัตรา 11,984 เซลล์/มิลลิลิตร (Fig. 2) โดยในแต่ละปี ฤดูฝนมักมีจำนวนเซลล์โซมาติกสูงกว่าฤดูกาลอื่น ลักษณะเช่นนี้ สอดคล้องกับ ศีลธรรม และคณะ (2539) ที่รายงานว่า เกิดโรคเต้านมอักเสบสูงที่สุดอยู่ในเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงของฤดูฝน ซึ่งด้วยข้อจำกัดภายในฟาร์มและสิ่งแวดล้อม หากเกษตรกรไม่สามารถเตรียมความพร้อมในการรองรับปัญหาได้ดีเพียงพอ ก็อาจทำให้โคที่กำลังรีดนมมีโอกาสติดเชื้อแบคทีเรียจากสภาพแวดล้อมมากขึ้น ในฤดูร้อนของบางปี (2559) อาจพบจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังรายฟาร์มได้มาก เนื่องจากโคเกิดภาวะเครียดจากสภาพอากาศร้อน ส่งผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายทำให้เชื้อโรคมีโอกาสเข้าไปเพิ่มจำนวนและก่อให้เกิดการอักเสบในเต้านมมากขึ้น (ศิริชัย, 2554)

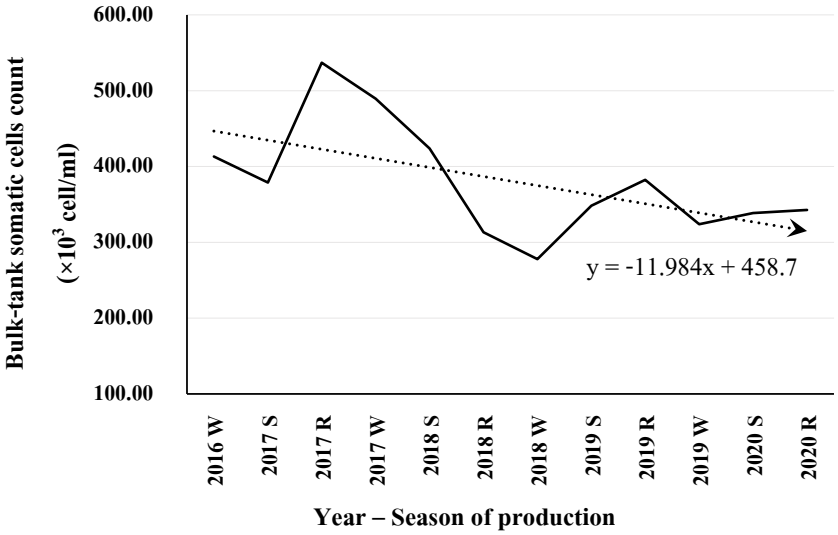


Fig. 2 Trend of bulk tank somatic cell count in winter (W), summer (S) and rainy (R) during 2016 to 2020

ขนาดฟาร์มไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถัง ($p = 0.67$) ฟาร์มขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์สำหรับจำนวนเซลล์โซมาติกสูงที่สุด (399,370 ± 28,580 เซลล์/มิลลิลิตร) รองลงมาคือ ฟาร์มขนาดกลาง (375,280 ± 12,750 เซลล์/มิลลิลิตร) และฟาร์มขนาดเล็ก (367,750 ± 22,480 เซลล์/มิลลิลิตร) ตามลำดับ ลักษณะเช่นนี้ สอดคล้องกับ Rhone et al. (2008) และ Yaemkong et al. (2010) ที่พบว่า ฟาร์มขนาดใหญ่และฟาร์มขนาดเล็กมีคุณภาพในการเลี้ยงดูและจัดการสุขภาพโคนมไม่แตกต่างกัน ฟาร์มขนาดใหญ่อาจมีความเสี่ยงจากคุณภาพของแรงงาน ส่วนฟาร์มขนาดเล็กอาจมีความเสี่ยงจากการขาดความสามารถในการเข้าถึงเทคโนโลยี เครื่องมือ ยาหรือเวชภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการดูแลฝูงโครีดนม ทั้งนี้ Skrzypek et al. (2004) รายงานว่า จำนวนโคนมภายในฝูงที่มากกว่า 15 ตัว มักมีความเสี่ยงในจำนวนเซลล์โซมาติกที่สูงขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขนาดของฝูงโคทำให้ความสามารถในการดูแล คุณภาพในการจัดการ และการควบคุมการแพร่เชื้อโรคลดลง

ความผันแปรของจำนวนเซลล์โซมาติกมีความสัมพันธ์กับปริมาณแลคโตสในน้ำนม ($p < 0.0001$; R2 = -0.29) ปริมาณแลคโตสลดลงร้อยละ 1 ส่งผลให้จำนวนเซลล์โซมาติกเพิ่มขึ้น 476,250 ± 14.16 เซลล์/มิลลิลิตร สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jattawa et al. (2012) และ Malek dos Reis et al. (2013) โรคเต้านมอักเสบ (Mastitis) มักทำให้เกิดการอักเสบของเซลล์สร้างน้ำนมในต่อมน้ำนม และส่งผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน ไขมัน และแลคโตส ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในน้ำนม ตลอดจนปริมาณผลผลิตน้ำนม (Sharif and Muhammad, 2008; วิทยา, 2559) โดยทั่วไป แลคโตสที่สังเคราะห์ขึ้นภายในเต้านมมีสมบัติเป็นตัวควบคุมเนื้อเยื่อเลือกผ่าน เมื่อเกิดการอักเสบที่เต้านมส่งผลให้เซลล์เม็ดเลือดขาวในกระแสเลือดเคลื่อนเข้าสู่เต้านมมากขึ้น (Suriyasathaporn et al., 2000) เป็นผลให้ในน้ำนมมีจำนวนเซลล์โซมาติกเพิ่มสูงขึ้น

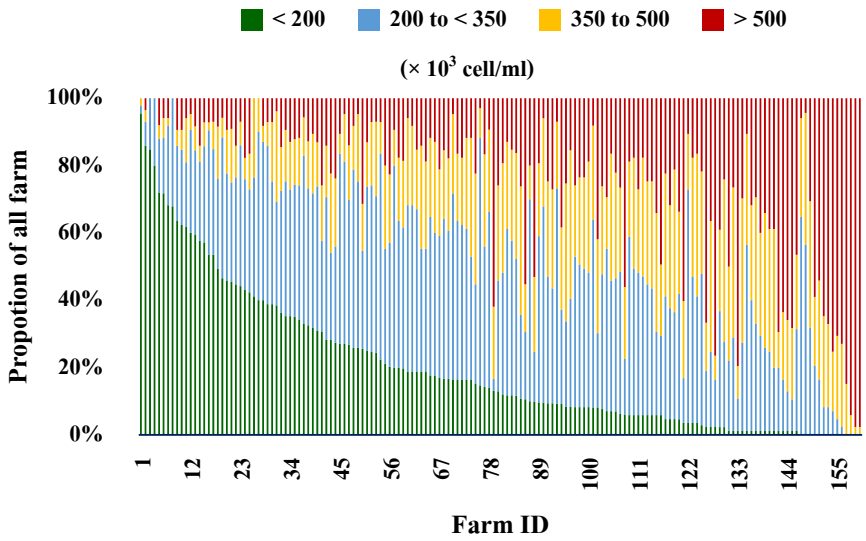


Fig. 3 Bulk tank somatic cell count (BSC) of dairy farms separated by proportion of having BSC < 200, 200 to < 350, 350 to 500 and > 500 × 10^3 cells/ml.

ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังของแต่ละฟาร์ม แสดงให้เห็นว่าฟาร์มที่ผลิตน้ำนมได้คุณภาพในระดับดีมาก (P) มีจำนวน 9 ฟาร์ม (ร้อยละ 4) ระดับดี (G) จำนวน 183 ฟาร์ม (ร้อยละ 81) และระดับมาตรฐาน (S) จำนวน 35 ฟาร์ม (ร้อยละ 15) โดยไม่พบฟาร์มที่มีคุณภาพน้ำนมที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (L) อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาสัดส่วนจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถัง (ได้แก่ ไม่เกิน 200, 200 ถึง ไม่เกิน 350, 350 ถึง 500 และ มากกว่า 500 × 10^3 เซลล์/มิลลิลิตร) ที่ผลิตได้ในช่วงเวลาที่ศึกษาจากฟาร์มโคนมทั้งหมดพบการกระจายตัว ดัง Fig. 3 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า น้ำนมรวมถังที่เกษตรกรแต่ละรายส่งมายังสหกรณ์หรือศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบนั้น มีทั้งที่มีจำนวนเซลล์โซมาติกผันแปรไปตามฟาร์มแต่ละฟาร์ม สอดคล้องกับ สัดส่วนความผันแปรระหว่างฟาร์มและจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถัง (ร้อยละ 37.13) ที่ชี้ให้เห็นว่า จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังที่แตกต่างกันนั้น มีความสัมพันธ์กับความแตกต่างระหว่างฟาร์มแต่ละฟาร์ม ซึ่งยืนยันให้เห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และการตัดสินใจของเกษตรกรแต่ละรายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำนมดิบที่มีคุณภาพจากการบริหารจัดการเลี้ยงดูโคนมให้มีสุขภาพดี

สรุป

จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังผันแปรไปตามปัจจัยปี-ฤดูกาลที่ผลิต และปริมาณแลคโตส ยกเว้นขนาดฟาร์ม จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังมักมีค่าสูงในฤดูฝน การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแลคโตสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถัง ความแตกต่างระหว่างฟาร์มมีความสัมพันธ์กับความแตกต่างของจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถัง ข้อมูลคุณภาพน้ำนมรวมถังรายฟาร์มที่ใช้ในการกำหนดราคาและปฏิเสธการรับซื้อน้ำนมดิบ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประเมินและบริหารจัดการฟาร์มให้เป็นประโยชน์ต่อการผลิตน้ำนมดิบที่มีคุณภาพจากโคนมที่มีสุขภาพดีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของ โครงการนวัตกรรมการพัฒนาความสามารถของเกษตรกรสมาชิกสหกรณ์โคนมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและจัดการความเสี่ยงสำหรับการผลิตนมโคและธุรกิจนม (TRP6220208) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และได้รับการสนับสนุนบางส่วนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [FF(KU)25.64] ภายใต้การพัฒนาหน่วยวิจัยเฉพาะทางพันธุศาสตร์สัตว์เขตร้อนชื้น คณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณสหกรณ์โคนมและเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทุกท่าน สำหรับการความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ธนาทิพย์ ลาสอาด, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี, ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ. 2558. ผลสัมฤทธิ์ในการส่งเสริมการลดเซลล์โซมาติกในน้ำนมที่ผลิตโดยสมาชิกของสหกรณ์โคนมแห่งหนึ่งในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 1: 97–102.

ธัชฎาพร ไชยคณุ, ศุภณิดา สุระวงศ์, ศุกลรัตน์ บุณยยาตรา, วิทยา สุริยาสถาพร. 2548. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการใน แม่โครีดนมหลังคลอดในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. เชียงใหม่สัตวแพทยสาร. 3: 31–42.

วิทยา สุริยาสถาพร. 2559. สุขภาพฝูงโคนม การผลิตน้ำนมอย่างมีคุณภาพ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศิริชัย เอียดมุสิก. 2554. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมรวมถังสูงของฟาร์มโคนมรายย่อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศีลธรรม วราอัศวปติ, วรวิชญ์ วราอัศวปติ, อรวรรณ เจนวิริยะโสภาคย์, สมใจ ศรีหาค. 2539. การศึกษาทางระบาดวิทยาของโรคเต้านมอักเสบชนิดแสดงอาการในโคนมจังหวัดขอนแก่น. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข. 6: 1–12.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าการเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6003-2548: น้ำนมดิบ. สำนักงานมาตรฐานสินค้าการเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อรัญ จันทร์ลุน. 2552. โซมาติกเซลล์ (Somatic cell). https://vet.kku.ac.th/aran/data/clinic4_2554/02-SCC%202552.pdf, 21 ธันวาคม 2562.

Jattawa, D., Koonawootrittriron, S., Elzo, M.A., Suwanasopee, T. 2012. Somatic cells count and its genetic association with milk yield in dairy cattle raised under Thai tropical environmental conditions. Asian Australas. J. Anim. Sci. 25: 1216–1222.

Kelly, A.L., Leitner, G., Merin, U. 2011. Milk quality and udder health: test methods and standards. In: Fuquay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (Eds.). Encyclopedia of Dairy Sciences, 2nd ed. Academic Press. pp. 894–901.

Malek dos Reis, C.B., Barreiro, J.R., Mestieri, L., Porcionato, M.A., dos Santos, M.V. 2013. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. BMC Vet. Res. 9: 67.

Reinemann, D.J., Mein, G.A., Bray, D.R., Reid, D., Britt, J.S. 1997. Troubleshooting high bacteria counts in farm milk. In: Proceedings of 36th Nation Mastitis Council Annual Meeting. Adam's Mark Hotel. St. Louis, Missouri, USA, pp. 65–79.

Rhone, J.A., Koonawootrittriron, S., Elzo, M.A. 2008. Factors affecting milk yield, milk fat, bacterial score, and bulk tank somatic cell count of dairy farms in the central region of Thailand. Trop. Anim. Health Prod. 40: 147–153.

Sharif, A., Ahmad, T., Bilal, M.Q., Yousaf, A., Muhammad, G., Urrehman S., Pansota, F.M. 2007. Estimation of milk lactose and somatic cells for the diagnosis of sub-clinical mastitis in dairy buffaloes. Int. J. Agri. Biol. 9: 267–270.

Sharif, A., Muhammad, G. 2008. Somatic cell count as an indicator of udder health status under modern dairy production: a review. Pakistan. Vet. J. 28: 194–200.

Skrzypek, R., Wójtowski, J., Fahr, R.D. 2004. Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk-a case study from Poland. J. Vet. Med. 51: 127–131.

Suriyasathaporna, W., Heuera, C., Noordhuizen-Stassena, E.N., Schukken, Y.H. 2000. Hyperketonemia and the impairment of udder defense: A review. Vet. Res. 31: 397–412

Yaemkong, S., Koonawootrittriron, S., Elzo, M.A., Suwanasopee, T. 2010. Milk quantity, quality and revenue in dairy farms supported by a private organization in Central Thailand. Livest. Res. Rural Dev. 22: 147–153.

สาขาสัตว์
Subject: Animals

ภาคโปสเตอร์
Poster Presentation

ผลของระยะเวลาในการขนส่งลูกไก่ต่อประสิทธิภาพการผลิตไก่เนื้อในระบบอุตสาหกรรม

Effect of transportation duration of chick on performance of broilers in industrial system

จตุพร สิงหาศรี[a], อินธิรา อินทสาร[a], อาทิตย์ ปัญญาศักดิ์[b], กฤดา ชูเกียรติศิริ[c], ประภากร ธาราฉาย[c], สุภารักษ์ คำพุฒ[c,*]

Jatuporn Singhasri[a], Inthira Inthasan[a], Arthit Panyasak[b], Kidda Chukiatsiri[c], Prapakorn Tarachai[c], Suparak Khumput[c,*]

[a]บริษัท โกลเด้นท์ฟาร์มเซ็นเตอร์ จำกัด สระบุรี 18160

[b]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[c]คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[a]Golden Farm Center CO., LTD, Saraburi 18160, Thailand.

[b]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[c]Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: suparak@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาระยะเวลาขนส่งที่ต่างกันต่อประสิทธิภาพของผลผลิตในไก่เนื้อ โดยใช้ลูกไก่คละเพศ จำนวน 10,000 ตัว (Ross 308) อายุ 1 วัน มาจากระยะเวลาในการเดินทางที่แตกต่างกัน (1.5 และ 3.5 ชั่วโมง) น้ำหนักลูกไก่จะทำการชั่งหลังจากที่ลูกไก่มาถึง ช่วงการเจริญเติบโตของไก่ทำการชั่งน้ำหนัก วัดปริมาณการกินอาหาร อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการการตาย ทุกสัปดาห์ก่อนเข้าโรงชำแหละ ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักของไก่ในช่วงอายุ 0, 7, 14, 21, 28, 35 และ 38 วัน น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ปริมาณการกินอาหาร อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการการตายของไก่ทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาในการขนส่งลูกไก่ 1.5 และ 3.5 ชั่วโมง ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต

คำสำคัญ: ไก่เนื้อ, ประสิทธิภาพการผลิต, ระยะเวลาในการขนส่ง

Abstract

This experiment studied the effect of transportation duration of first day chick on performance of broilers. Total of 10,000 mixed-sex chick (Ross 308) at 1 day old were received different duration of transportation (1.5 and 3.5 hour of duration). Chick body weight were measured on sample after transportation. During the growth out period, bird weight, feed uptake, feed conversion ratio, average daily gain and mortality (%) were measured weekly until slaughter. The results showed that chick weight at 1, 7, 14, 21, 28, 35 and 38 (slaughter) day old, body weight change, feed uptake, feed conversion ratio, average daily gain and mortality (%) of birds in all groups were not significantly different ($p > 0.05$). This study demonstrates that transportation of chicks during 1.5 and 3.5 hour had no effect on performance of chicken.

Keywords: broiler, performance, transport of duration

คำนำ

ไก่เนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออกที่สำคัญของไทย ซึ่งถือว่าการเลี้ยงไก่เนื้อเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของประเทศไทย การเลี้ยงไก่เนื้อให้มีประสิทธิภาพสูงต้องคำนึงถึงปัจจัยของหลายๆ ส่วน ตั้งแต่คุณภาพของพ่อแม่พันธุ์ การจัดการโรงฟัก การจัดการหลังลูกไก่เกิด การขนส่งลูกไก่ และการจัดการลูกไก่ในระยะกก เป็นต้น ซึ่งทุกส่วนล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพลูกไก่ และประสิทธิภาพการผลิต

การขนส่งลูกไก่จัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความเกี่ยวเนื่องจากการจัดการลูกไก่ในระยะกก (Bergoug et al., 2013) ถ้าการจัดการในระหว่างการขนส่งลูกไก่อย่างถูกต้อง เมื่อมาถึงฟาร์มเป้าหมายลูกไก่จะบอบช้ำน้อย ความเครียดในระหว่างการขนส่งลดลง และมีการปรับตัวเพื่อกินน้ำและอาหารได้เร็วขึ้น ส่งผลทำให้ลูกไก่มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และได้น้ำหนักตรงตามเป้าหมายในวันที่ปลดไก่ (Jayaprakash et al., 2016) การจัดการในระหว่างการขนส่งมีหลายๆ ขั้นตอนที่ควรคำนึง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดความเครียดของลูกไก่ เช่น ขนาดของกล่องที่บรรจุลูกไก่ ความหนาแน่นของลูกไก่ อุณหภูมิ ความชื้นในระหว่างการขนส่ง และระยะเวลาหรือระยะทางในการขนส่ง เป็นต้น (Batal and Parsons, 2002) โดยเฉพาะในระบบอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อ การจัดการลูกไก่ในระหว่างการขนส่งได้ถูกควบคุมตามมาตรฐานการขนส่งลูกไก่ของสำนักมาตรฐานสินค้าเกษตร กรมปศุสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามยังคงพบอีกสาเหตุหนึ่ง คือ ระยะเวลาหรือระยะทางในการขนส่ง โดยเฉพาะฟาร์มที่อยู่ห่างจากพื้นที่โรงฟัก จากการสังเกตลูกไก่เมื่อมาถึงฟาร์ม พบว่าลูกไก่ที่ใช้ระยะเวลาในการขนส่งที่นานจะมีสภาพที่อ่อนเพลีย และส่งผลให้อัตราการตายสูง และน้ำหนักของลูกไก่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (Batal and Parsons, 2002 และ Jayaprakash et al., 2016) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองในครั้งนี้เพื่อศึกษาระยะเวลาในการขนส่งต่อประสิทธิภาพการผลิตของไก่เนื้อตั้งแต่ลูกไก่จนถึงปลดไก่

อุปกรณ์และวิธีการ

ไก่เนื้อทางการค้าสายพันธุ์ Ross 308 คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 10,000 ตัว (1,250 ตัวต่อซ้ำ) โดยจากการสุ่มไก่จำนวน 5% จากจำนวนไก่โรงเรือนละ 25,000 ตัว ทั้งหมด 8 โรงเรือน ที่มาจากระยะการขนส่งที่แตกต่างกัน ไก่ถูกเลี้ยงในระบบอุตสาหกรรมตามระบบการผลิตแบบปกติ ลูกไก่อายุ 1 วัน มาจากโรงฟักภายในบริษัทเครือเดียวกัน ภายใต้การจัดการเดียวกัน แต่ระยะเวลาในการขนส่งแตกต่างกัน คือ 1.) ระยะเวลาจากโรงฟักมายังโรงเรือนระบบอุตสาหกรรมใช้เวลาเดินทาง 1.5 ชั่วโมง และ 2.) ระยะเวลาจากโรงฟักมายังโรงเรือนระบบอุตสาหกรรมใช้เวลาเดินทาง 3.5 ชั่วโมง อายุพ่อแม่พันธุ์ของลูกไก่ทั้งสองกลุ่ม อยู่ระหว่าง 36–43 สัปดาห์

การขนส่งลูกไก่มายังโรงเรือนระบบอุตสาหกรรมด้วยรถขนส่งของบริษัท (รถปรับอากาศ) การขนส่งลูกไก่จะถูกบรรจุด้วยกล่องกระดาษโดยคละเพศ ระหว่างการเดินทางมีการควบคุมอุณหภูมิภายในรถเฉลี่ย 25.6°C และความชื้น 55% การวางกล่องของลูกไก่ห่างกัน 10 เซนติเมตร เมื่อลูกไก่มาถึงโรงเรือนระบบอุตสาหกรรมมีการจัดเตรียมอุปกรณ์การให้อาหาร น้ำ วัสดุรองพื้น และการจัดการทั้งสองกลุ่มที่เหมือนกันซึ่งเป็นไปตามรูปแบบการเลี้ยงของบริษัท

การเลี้ยงไก่ในระบบโรงเรือนปิด ขนาดของโรงเรือนที่ทำการเลี้ยง กว้าง 16 นิ้ว ยาว 120 นิ้ว สูง 2 เมตร พัดลมขนาด 50 นิ้ว ระบบการให้น้ำและอาหารแบบอัตโนมัติ อาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารสำเร็จรูปทางการค้า

โปรแกรมการให้อาหาร น้ำ แสงสว่างและการจัดการเป็นไปตามรูปแบบการเลี้ยงของบริษัท ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอุณหภูมิเฉลี่ย 29°C และค่าความชื้นสัมพัทธ์ 75%

ทำการบันทึกข้อมูลเมื่อลูกไก่มาถึงโรงเรือนระบบอุตสาหกรรมมีการสุ่มชั่งน้ำหนักไก่ 5% (1,250 ตัว/โรงเรือน) เมื่อลูกไก่มาถึง และสุ่มชั่งน้ำหนักไก่ในวันที่ 7, 14, 21, 28, 35 และวันที่สิ้นสุดการเลี้ยง (38 วัน) ข้อมูลประสิทธิภาพการผลิตทำการบันทึกทุกวัน เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงนำข้อมูลมาทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการผลิตของไก่เนื้อ คือ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณการกินอาหาร อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการการตาย

การศึกษาครั้งนี้เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาในการขนส่งของลูกไก่ต่อประสิทธิภาพการผลิตด้วยวิธี T-Test (Independent T-Test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS University Edition

ผลการทดลอง

ไก่ที่มาจากโรงฟักด้วยระยะเวลาในการขนส่ง 1.5 และ 3.5 ชั่วโมง น้ำหนักของไก่ในช่วงอายุ 0, 7, 14, 21, 28, 35 และ 38 วัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$; Table 1) แต่น้ำหนักไก่หลังจากผ่านการเลี้ยงในวันที่ 7 เป็นต้นไปของกลุ่มที่ใช้เวลาในการขนส่ง 1.5 ชั่วโมงมีค่ามากกว่า แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 Effect of chick transportation duration on body weight in different age (Mean±SE)

Age of broilers (day)	Treatment		*p*-value
	T1 (1.5 h.; g)	T2 (3.5 h.; g)	
0	35.20±0.40	36.01±0.25	0.0771
7	154.50±0.03	148.50±0.02	0.2089
14	429.30±0.04	424.50±0.06	0.5674
21	870.00±0.07	858.24±0.06	0.6530
28	1,275.00±0.17	1,200.50±0.11	0.1707
35	1,990.32±0.15	1,970.00±0.12	0.2366
38	2,150.50±0.19	2,125.80±0.12	0.1210

T1 = transport in truck for 1.5 hour and T2 = transport in truck for 3.5 hour

ค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (body weight change) ปริมาณอาหารที่กินได้ (FI) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) อัตราการตาย และอัตราการตายในระหว่างการขนส่งลูกไก่ที่มาจากโรงฟักด้วยระยะเวลาในการขนส่ง 1.5 และ 3.5 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$; Table 2)

Table 2 Effect of chick transportation duration on performance (38 day; Mean±SE)

Items	Treatment		*p*-value
	T1 (1.5 hr)	T2 (3.5 hr)	
Body weight change (kg)	2,115.30±0.50	2,109.79±0.34	0.1131
FI (kg/bird)	2.57±0.06	2.69±0.14	0.4528
ADG (g/b/d)	49.00±0.27	47.75±0.25	0.1466
FCR	1.33±0.06	1.40±0.02	0.2569
Mortality (%)	2.51±0.18	2.54±0.13	0.8847

T1 = transport in truck for 1.5 hour and T2 = transport in truck for 3.5 hour

วิจารณ์ผลการทดลอง

ระยะเวลาในการขนส่งลูกไก่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักในช่วงแรก และช่วงสุดท้าย ประสิทธิภาพการเลี้ยงและอัตราการตาย เช่นเดียวกับ Gonzales et al. (2003); Almeida et al. (2006); Vargas et al. (2009) และ Bergoug et al. (2013) ได้ทำการศึกษาระยะเวลาในการขนส่ง 4 ชั่วโมง และ 10 ชั่วโมงในไก่เนื้อ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และน้ำหนักของถุงไข่แดงของลูกไก่ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน โดย EFSA (2011) ได้เสนอการแบ่งระยะเวลาในการขนส่งเป็น 2 ช่วง คือ การขนส่งที่เร็ว เป็นการใช้ระยะเวลามากกว่า 3 ชั่วโมง และระยะเวลาในการขนส่งที่นาน เป็นการใช้ระยะเวลามากกว่า 10 ชั่วโมง การขนส่งลูกไก่ที่ใช้ระยะเวลามากกว่า 10 ชั่วโมง ส่งผลต่อน้ำหนักลูกไก่ในวันแรกน้อยกว่าลูกไก่ที่ขนส่งในระยะเวลาที่เร็ว (มากกว่า 3 ชั่วโมง) และอัตราการตายในช่วง 7 วันแรกของลูกไก่ที่ใช้ระยะเวลาขนส่งนานมีการสูญเสียมากกว่า (Jacobs et al., 2016) เนื่องจากการขาดน้ำและอาหารในระยะเวลาที่นาน ประกอบกับในระหว่างการขนส่งลูกไก่เกิดการสะสมความเครียด (Decuypere et al., 2001 และ Jayaprakash et al., 2016) และปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมใหม่ได้ช้า (Vargas et al., 2009) จึงทำให้ลูกไก่กินน้ำและอาหารได้น้อยลงในช่วงสัปดาห์แรก และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตในช่วงก่อนปลด (Batal and Parsons, 2002) ดังนั้นในการทดลองพบว่าระยะเวลาในการขนส่งลูกไก่ (1.5 และ 3 ชั่วโมง) ไม่ส่งผลต่อน้ำหนัก และประสิทธิภาพการผลิต อาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการขนส่งที่ไม่นานมากนักตามการแบ่งระยะเวลาในการขนส่ง (EFSA, 2011) และระยะเวลาในการขนส่งของลูกไก่ทั้งสองมีความห่างของช่วงเวลาเพียง 2 ชั่วโมง จึงอาจจะไม่ส่งผลต่อน้ำหนักตัว ประสิทธิภาพการผลิตในช่วงแรกของลูกไก่และช่วงก่อนปลดไก่ และอัตราการตายไม่แตกต่างกัน

ในทางตรงกันข้าม การขนส่งที่ระยะเวลาต่างกันส่งผลต่อน้ำหนักในช่วงสัปดาห์แรก น้ำหนักไก่ในช่วงปลดและประสิทธิภาพของผลผลิต (Gonzales et al., 2003; Juul et al., 2004) เช่นเดียวกับ Chou et al. (2004) พบว่าระยะทางที่ใช้ในการขนส่งลูกไก่ที่นาน ส่งผลกระทบต่อค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (BWD) และลดลงของลูกไก่ในสัปดาห์แรก ตามธรรมชาติลูกไก่จะมีถุงไข่แดงซึ่งเป็นแหล่งสารอาหารให้กับลูกไก่ 2-3 วัน (Mitchell and Kettlewell, 2004) หรือ 24–48 ชั่วโมง (Yassin et al., 2009) หลังจากเจาะเปลือกไข่ ระยะเวลาของลูกไก่ที่ออกจากเปลือกไข่ตัวแรกกับตัวสุดท้ายต่างกัน (Ozlu et al., 2018) และการขนส่งลูกไก่ที่ใช้ระยะเวลานาน ส่งผลให้ลูกไก่ที่ฟักออกเป็นตัวก่อนมีสารปริมาณอาหารในถุงไข่แดงน้อยกว่าลูกไก่ที่ฟักออกมาตัวสุดท้าย (Decuypere et al., 2001

และ Mitchell and Kettlewell, 2004) ประกอบกับความเครียดในระหว่างการขนส่งที่ใช้ระยะเวลานาน (Yerpes et al., 2021) จึงอาจทำให้ลูกไก่เมื่อมาถึงฟาร์มเข้าถึงน้ำและอาหารได้ช้ากว่าลูกไก่ที่มีระยะทางหรือระยะเวลาขนส่งที่สั้นกว่า ส่งผลต่อการปรับตัวของลูกไก่เมื่อมาถึงฟาร์มและผลกระทบต่อการกินน้ำและอาหาร (EFSA, 2012) ซึ่งช่วงระยะเวลาในการกกเป็นช่วงที่สำคัญของลูกไก่ ถ้าการเข้าถึงน้ำและอาหารได้ช้าของลูกไก่ในช่วงสัปดาห์แรกเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลกระทบต่อน้ำหนักตัวในช่วงปลดไก่ (Freeman, 1984)

นอกจากนี้อายุของพ่อแม่พันธุ์เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบร่วมกับระยะเวลาในการขนส่ง (Bergoug et al., 2013) พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุที่เหมาะสมจะผลิตลูกไก่ที่มีน้ำหนักตัวที่เยอะ แข็งแรง ภูมิต้านทานดีกว่าพ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุน้อยหรือแก่เกินไป ซึ่งลูกไก่มีน้ำหนักตัวที่มาก น้ำหนักของถุงไข่แดงจะมีน้ำหนักมากขึ้น ส่งผลให้เมื่อใช้ระยะเวลาในการขนส่งที่นาน ลูกไก่ได้รับสารอาหารที่เพียงพอ ทำให้ลูกไก่ได้รับผลกระทบน้อยกว่าลูกไก่ที่มาจากพ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุน้อยหรือแก่เกินไป (Hulet et al., 2007)

ดังนั้นการขนส่งลูกไก่จะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายๆ อย่างเข้าร่วมกัน เช่น ระยะเวลาตั้งแต่ลูกไก่เกิดหรือออกจากตู้ฟัก การจัดการลูกไก่ก่อนการขนส่ง การจับไก่ อายุพ่อแม่พันธุ์ ระยะเวลา การจัดการระหว่างในรถขนส่งและระยะเวลาหรือระยะทางที่เหมาะสมเพื่อให้ลูกไก่มีสวัสดิภาพสัตว์ที่ดี และส่งผลไปถึงการลดความเครียดในระหว่างการขนส่ง น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพของผลผลิตที่ดี ถึงแม้ว่าในการทดลองครั้งนี้ระยะเวลาในการขนส่งไม่ต่างกันมากนัก การทดลองครั้งต่อไปควรจะทำการวัดดัชนีความเครียด เช่น ค่า H/L และระดับฮอร์โมนของความเครียดเพื่อนำมาเป็นตัวชี้วัดอีกส่วนหนึ่ง นอกจากนี้อาจจะต้องมีการบันทึกหรือเก็บข้อมูลช่วงเวลาตั้งแต่ลูกไก่ตัวแรกเกิดจนกระทั่งลูกไก่ตัวสุดท้าย ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้อาจทำให้เห็นถึงความเครียดของลูกไก่ก่อนที่จะทำการขนส่ง

สรุป

ระยะเวลาในการขนส่งลูกไก่ 1.5 ชั่วโมง และ 3.5 ชั่วโมง ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กินได้ (FI) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) อัตราการตาย และอัตราการตายในระหว่างการขนส่ง แต่อย่างไรก็ตามการขนส่งลูกไก่ควรคำนึงถึงปัจจัยหลายๆ ส่วน เช่น ระยะเวลาการเกิด การจัดการในระหว่างการขนส่ง และหลักสวัสดิภาพในการขนส่งลูกไก่ เพื่อความเป็นอยู่ของลูกไก่ที่ดี และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บริษัท โกลเด้นท์ฟาร์มเซ็นเตอร์ จำกัด และ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือสถานที่ทำการทดลองให้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Almeida, J.G., Vieira, S.L., Gallo, B.B., Conde, O.R.A., Olmos, A.R. 2006. Period of incubation and post-hatching holding time influence on broiler performance. Braz. J. Poult. Sci. 8: 153–158. doi.org/10.1590/S1516-635X2006000300003

Batal, A., Parsons, C. 2002. Effect of fasting versus feeding oasis after hatching on nutrient utilization in chicks. J. Poult. Sci. 81: 853–859. doi.org/10.1093/ps/81.6.853

Bergoug, H., Guinebretière, M., Tong, Q., et al. 2013. Effect of transportation duration of 1-day-old chicks on post-placement production performances and pododermatitis of broilers up to slaughter age. J. Poult. Sci. 92: 3300–3309. doi.org/10.3382/ps.2013-03118

Chou, C.C., Jiang, D.D., Hung, Y.P. 2004. Risk factors for cumulative mortality in broiler chicken flocks in the first week of life in Taiwan. Br. Poult. Sci. 45: 573–577. doi.org/10.1080/000716604000006248

Decuypere, E., Tona, K., Bruggeman, V., Bamelis, F. 2001. The day-old chick: A crucial hinge between breeders and broilers. Worlds Poult. Sci. J. 57: 127–138. doi.org/10.1079/wps20010010

EFSA. 2011. European Food Safety Authority. Scientific opinion concerning the welfare of animals during transportation. EFSA J. 9: 1966–2091. doi.org/10.2903/j.efsa.2011.1966

EFSA. 2012. Scientific report updating the EFSA opinions on the welfare of broilers and broiler breeders. EFSA J. 9: 1–116. doi.org/10.2903/sp.efsa.2012.EN-295

Ferrman, B.M. 1984. Transporttation of poultry. Worlds. Poult. Sci. J. 40: 19–30. doi.org/10.1079/WPS19840003

Gonzales, E., Kondo, N., Saldanha, E.S., Loddy, M.M., Careghi, C., Decuypere, E. 2003. Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on the neonatal period. J. Poult. Sci. 82: 1250–1256. doi.org/10.1093/ps/82.8.1250

Hulet, R., Gladys, G., Hill, D., Meijerhof, R., El-Shiekh, T. 2007. Influence of egg shell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on post-hatch growth performance and carcass characteristics. J. Poult. Sci. 86: 408–412. doi.org/10.1093/ps/86.2.408

Jacobs, L., Delezie, E., Duchateau, L., Goethals, K., Ampe, B., Lambrecht, E., Gellynck, X., Tuyttens, F.A.M. 2016. Effect of post-hatch transportation duration and parental age on broiler chicken quality, welfare, and productivity. J. Poult. Sci. 95: 1973–1979. doi.org/10.3382/ps/pew155

Jayaprakash, G., Sathiyabarathi, M., Arokia Robert, M., Tamilmani, T. 2016. Transportation stress in broiler chicken. Inter. J. Sci. Environ. Tech. 5: 806–809.

Juul-Madsen, H.R., Su, G., Sørensen, P. 2004. Influence of early or late start of first feeding on growth and immune phenotype of broilers. Brit. Poult. Sci. 45: 210–220. doi.org/10.1080/00071660410001715812

Mitchell, M.A., Kettlewell, P.J. 2004. Transport of chicks, pullets and spent hens. In: Perry, G.C. (Ed.). Welfare of the Laying Hen. CABI Publishing. Cambridge, MA, pp. 361–374.

OzluÖzlü, S.I., Shiranjang, R.I., Elibol, O.I., Brake, J. 2018. Effect of hatching time on yolk sac percentage and broiler live performance. Braz. J. Poult. Sci. 20: 231–236. doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0579

Vargas, F.S.C., Baratto, T.R., Magalhaes, F.R., Maiorka, A. 2009. Influences of breeder age and fasting after hatching on the performance of broiler. J. App. Poult. Res. 18: 8–14. doi.org/10.3382/japr.2008-00029

Yassin, H., Velthuis, A.G.J., Boerjan, M., Riel, J.V. 2009. Field study on broilers' first-week mortality. J. Poult. Sci. 88: 798–804. doi.org/10.3382/ps.2008-00292

Yerpes, M., Llonch, P., Manteca, M. 2021. Effect of environmental conditions during transport on chick weight loss and mortality. J. Poult. Sci. 100: 129–137. doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.003

สาขาสัตวแพทยศาสตร์
Subject: Veterinary

ภาคบรรยาย
Oral Presentation

การพัฒนาอาหารเสริมชนิดน้ำเพื่อเพิ่มความน่ากินของอาหารสำเร็จรูปในสุนัข

Development of liquid nutritional supplement for improving palatability of commercial canine dry diets

ทิติยาพร คร้ามบุญลือ[a], กนกพร ตัณฑ์ไพบูลย์[c], บุษยมาศ เจียมวิจิตรกร[d], เสาวนีย์ ขวัญสุข[d], นรินทร์ อุประกรินทร์[b,], เฉลิมพล เล็กเจริญสุข[a,*]**

Titiyaporn Krambunlue[a], Kanokporn Tanphaibul[c], Bussayamas Jeimvijitkorn[d], Saowanee Kwansuk[d], Narin Upragarin[b,], Chalermpol Lekcharoensuk[a,*]**

[a]ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง คณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชาเวชศาสตร์และทรัพยากรการผลิตสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

[c]โรงพยาบาลสัตว์บางเขน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[d]บริษัท เวท เดย์ไลท์ จำกัด กรุงเทพฯ 10240

[a]Department of Companion Animal Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Farm Resources and Production Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus 73140, Thailand.

[c]Veterinary Teaching Hospital, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[d]Vet Daylights Co., Ltd., Bangkok 10240, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: fvetcpl@ku.ac.th

** Co-Corresponding author. E-mail address: fvetnru@ku.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อการพัฒนาสูตรอาหารเสริมชนิดน้ำให้สามารถใช้ร่วมกับอาหารหลัก โดยทำให้สุนัขยอมรับและกินอาหารหลักได้มากขึ้น การศึกษาแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นการคิดค้นสูตรอาหารเสริมชนิดน้ำที่มีความน่ากินสูง แล้วนำมาทดสอบความน่ากินในสุนัข ผลการทดสอบความชอบของสุนัขจำนวน 19 ตัว สุนัขเลือกอาหารหลักที่มีการเพิ่มอาหารเสริมชนิดน้ำมากกว่าอาหารหลักอย่างเดียวในสัดส่วนร้อยละ 97 ต่อ 3 (p-value < 0.001) ทั้งสองช่วงเวลาของการทดสอบ ระยะที่ 2 ทดสอบความปลอดภัยของอาหารในสุนัข 15 ตัวเป็นเวลา 28 วันโดยให้ผสมกับอาหารหลัก เจาะเก็บเลือดก่อนเริ่มการทดลอง วันที่ 3 และวันที่ 28 หลังได้รับอาหาร พบว่าค่าโลหิตวิทยาและเคมีโลหิตไม่มีค่าใดต่ำหรือสูงเกินกว่าค่าปกติ แม้มีบางค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ค่าปกติ จากการวิจัยครั้งนี้สามารถคิดค้นพัฒนาอาหารเสริมชนิดน้ำที่ช่วยเพิ่มความน่ากินของอาหารสำเร็จรูปได้อย่างปลอดภัย

คำสำคัญ: การทดสอบความปลอดภัย, ความน่ากิน, อาหารเสริมชนิดน้ำ

Abstract

Objective of this study was to develop a liquid nutritional supplement to facilitate the main diet consumption. The liquid nutritional supplement helped dogs to accept and consume more main diet. The study was divided into two phases. In the first phase, the recipe formulation of the liquid nutritional supplement was developed and performed a preference test in 19 dogs. The result showed that diet added with the liquid nutritional supplement was higher palatability than the diet alone at the intake ratio of 97% to 3% in the first and second tested periods (p-value < 0.001). In the second phase, the safety of the liquid nutritional supplement was tested in 15 dogs. All dogs were given the main diet mixed with the liquid nutritional supplement for 28 days and blood samples were collected at day 0, 3, 28 after diet consumption. The result showed that all blood parameters were in normal range, even though some may be statistically significant differences. However, all parameters are in normal intervals. In conclusion, the liquid nutritional supplement was developed, and it could help dogs to consume more the main diet with high palatability and safety

Keywords: liquid nutritional supplement, palatability, safety test

คำนำ

ในทางคลินิกมักประสบปัญหาในการที่สุนัขจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนสูตรอาหารตามคำแนะนำของสัตวแพทย์ เช่น สุนัขที่มีภาวะอ้วนต้องปรับสูตรอาหารไปกินอาหารที่มีกากใยสูงขึ้น โปรตีนสูงและไขมันลดลง สุนัขที่มีภาวะไตวายต้องปรับเปลี่ยนอาหารเป็นสูตรที่มีปริมาณเกลือและโปรตีนลดลง (Hand and Novotny, 2002) ทำให้ความน่ากินของอาหารนั้นไม่เป็นที่ยอมรับของสุนัข หรือบางครั้งสุนัขมีภาวะเบื่ออาหารจากความแก่หรือการเจ็บป่วย สุนัขจะไม่ยอมกินอาหารชนิดเดิมที่เคยกิน และอาจปฏิเสธอาหารเหล่านั้น การสำรวจรูปแบบการให้อาหารพบว่า การให้อาหารปรุงเองนั้นมีค่าเฉลี่ยของปริมาณไขมันมากกว่าและโปรตีนต่ำกว่า เทียบกับการให้อาหารสำเร็จรูป ซึ่งอาจเป็นปัญหาตามมาได้เพราะ สารอาหารต่าง ๆ อาจไม่สมดุล และส่งผลกระทบกับสุขภาพสุนัขในระยะยาว อาหารเสริมชนิดน้ำจะเพิ่มความน่ากิน จึงเป็นทางออกที่ช่วยแก้ไขปัญหา ความไม่น่ากินของอาหารสำเร็จรูปได้ และมีโภชนาการที่เพิ่มเติมลงในอาหารหลักทำให้สุนัขได้รับสารอาหารต่าง ๆ ครบถ้วน

เนื่องจากสุนัขไม่สามารถพูดหรือบรรยายความรู้สึกได้ จึงมีการศึกษาวิเคราะห์ความรู้สึกรับรู้ในรสชาติและความชอบโดยแบ่งเป็นการศึกษาทั้งลักษณะของเม็ด สี ขนาด รูปทรง ผิวสัมผัส กลิ่น ต่อมรับรส ความรู้สึกเมื่อเคี้ยว เพื่อค้นคว้าและปรับปรุงอาหารที่สุนัขชอบ ความน่ากินมีความสำคัญมาก จึงต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาเพื่อเพิ่มความน่ากินให้กับอาหารหลักที่ถูกสุนัขปฏิเสธ ทำให้สุนัขกลับมากินอาหารได้ง่ายขึ้นและลดปัญหาความกังวลใจและความยุ่งยากของเจ้าของสัตว์เลี้ยงในการหาอาหารหลักที่สุนัขชื่นชอบ

อาหารเสริมชนิดน้ำอาจใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้สุนัขที่มีภาวะเบื่ออาหารหรือมีปัญหาไม่ยอมรับอาหารทางการสัตวแพทย์ยอมรับอาหารได้ง่ายขึ้น สูตรที่พัฒนาขึ้นควรจำกัดปริมาณโซเดียมและฟอสฟอรัสให้มีปริมาณต่ำเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต เพราะอาหารทางการแพทย์อาจถูกจำกัด โปรตีน ไขมัน โซเดียม ฟอสฟอรัส หรืออื่น ๆ ตามหลักโภชนบำบัด

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อการพัฒนาสูตรอาหารเสริมชนิดน้ำให้สามารถใช้ร่วมกับอาหารหลักโดยทำให้สุนัขยอมรับและกินอาหารหลักได้มากขึ้น (Preference test) โดยที่อาหารเสริมชนิดน้ำนี้ไม่ก่ออันตรายใด ๆ ต่อตับและไต (Safety test)

อุปกรณ์และวิธีการ

การพัฒนาอาหารเสริมชนิดน้ำ

อาหารเสริมชนิดน้ำที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบดังนี้ เนื้อปลาทูน่า เนื้อเลาะโครงแกะ แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ไฮโดรไลซ์โปรตีน น้ำมันเมล็ดทานตะวัน ผนังเซลล์ยีสต์ ไกลซีน น้ำมันปลาทูน่า สารเพิ่มความหนืด (กัวร์กัม เจลลี่ผง) สารสกัดจากพืช *Macleaya cordata* แอล-อาร์จีนีน โคลีนคลอไรด์ ทอรีน ไตรโพแทสเซียมซิเทรต วิตามินแร่ธาตุ วิตามินซี วิตามินอี กรดโฟลิก โดยนำวัตถุดิบทั้งหมดเข้ากระบวนการผลิตเป็นอาหารกระป๋อง (Canning process) ซึ่งสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 2 ปี อาหารที่ได้มีคุณภาพอาหารสัตว์ทางเคมี (%as fed) คือ ความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 86.5, โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 6, ไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.5, เยื่อใยไม่มากกว่าร้อยละ 0.5, โซเดียมไม่มากกว่าร้อยละ 0.02, ฟอสฟอรัสไม่มากกว่าร้อยละ 0.07 ความหนาแน่นพลังงาน 527 Kcal Gross

energy (GE) /kg อาหาร จากการส่งตรวจห้องปฏิบัติการของ บริษัท เอแอลเอส แลบบอราทอรี กรุ๊ป (ประเทศไทย) จำกัด

การทดสอบความน่ากิน (Preference test)

1) คัดเลือกสุนัขสุขภาพดีที่โตเต็มวัยแล้วที่มีเจ้าของในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำนวน 19 ตัว ไม่จำกัดเพศ พันธุ์ อายุและได้รับการลงนามยินยอมจากเจ้าของ (Consent form) เข้าร่วมการทดสอบอาหาร

2) คำนวณน้ำหนักสุนัขเพื่อหาปริมาณการกินอาหารต่อวัน โดยให้พลังงาน 25% ของพลังงานที่สุนัขต้องการในแต่ละวัน (Daily energy requirement; DER) โดยคำนวนจากสูตร 1.4 x 70 x (น้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัม)$^{0.75}$ (Hand and Novotny, 2002)

3) สุ่มให้สุนัขแต่ละตัวได้รับอาหารหลัก (A) อยู่ทางซ้ายหรือขวา อีกข้างเป็นอาหารหลัก + อาหารเสริมชนิดน้ำ (B) โดยอาหารหลักที่ใช้ทดสอบมีคุณภาพทางเคมี (%as fed) คือ โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 18, ไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 5, กากไม่มากกว่าร้อยละ 8, ความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 11 ความหนาแน่นพลังงาน 3,015 Kcal GE/kg อาหาร โดยทิ้งอาหารไว้จนกระทั่งสุนัขเลิกสนใจชามอาหาร

4) ทำการบันทึกว่าสุนัขกินชามไหนก่อน บันทึกปริมาณที่กิน จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนการกินอาหาร (Intake ratio) โดยจะคำนวณได้จาก ปริมาณการกินอาหารชนิดนั้นและหารด้วยปริมาณอาหารที่ใส่ในชามคูณด้วย 100 (Aldrich and Koppel, 2015)

5) ทำการพักสุนัขประมาณ 4 ชั่วโมง ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งแต่ทำการสลับอาหาร A และ B ไปยังชามด้านตรงข้ามจากที่สุ่มไว้ในขั้นตอนที่ 3 ทำการบันทึกดังข้อ 4 อีกครั้ง

การทดสอบความปลอดภัย

1) คัดเลือกสุนัขโตเต็มวัยแล้วสุขภาพดี จำนวน 15 ตัว ไม่จำกัดเพศ พันธุ์ อายุ ที่ได้รับการลงนาม ยินยอมจากเจ้าของ (consent form) เข้าร่วมการทดสอบอาหาร

2) ให้กินอาหารที่เคยกินอยู่ตามปริมาณ DER โดยใช้สัดส่วนพลังงานจากอาหารเดิม ร้อยละ 90 ของ DER และพลังงานจากอาหารเสริมชนิดน้ำ ร้อยละ 10 ของ DER

3) ให้สุนัขกินอาหารติดต่อกันเป็นเวลา 28 วัน

4) ตรวจเลือด Complete blood count (CBC), Blood urea nitrogen (BUN), Serum creatinine (SCR), Alanine aminotransferase (ALT), Alkaline phosphatase (ALP) ในวันที่ 0, 3, 28 ทำการบันทึกผล

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้โปรแกรม R version 4.0.3 ในการวิเคราะห์ข้อมูลความน่ากิน โดยสถิติ Fisher's Exact Test เพื่อดูความแตกต่างสัดส่วนความชอบ ใช้สถิติ Wilcoxon Signed-Rank Test วิเคราะห์ปริมาณการกินได้ และในการวิเคราะห์การทดสอบความปลอดภัย ใช้สถิติ repeated measure ANOVA ด้วยวิธี Generalized linear model (GLM) ในการดูความแตกต่างของค่าเลือดในวันที่ยังไม่ได้รับอาหารเสริมชนิดน้ำ วันที่3 และวันที่ 28 ภายหลังจากการให้อาหารที่ออกแบบไว้ข้างต้น

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบความน่ากิน

สุนัขที่ใช้ทดสอบจำนวน 19 ตัว ประกอบด้วยพันธุ์ พุดเดิ้ล 1 ตัว, ปอมเมอเรเนียน 2 ตัว, บีเกิ้ล 1 ตัว, ลาบาดอร์ 1 ตัว, เยอรมันเชฟเพิร์ด 1 ตัวและพันธุ์ผสม 13 ตัว เป็นเพศผู้จำนวน 10 ตัว เพศเมีย จำนวน 9 ตัว อายุเฉลี่ย 4.5±1.3 ปี และมีน้ำหนักเฉลี่ย 15.3±9.6 กิโลกรัม

จากการทดสอบความน่ากินซึ่งได้ผลการทดสอบตาม Table 1 พบว่าสุนัขเลือกอาหารหลักที่มีการเพิ่มอาหารเสริมชนิดน้ำ (B) ก่อนอาหารหลัก (A) ทั้งช่วงแรกและช่วงที่สองในสัดส่วนร้อยละ 97 ต่อ 3 (p-value < 0.001) ส่วนเปอร์เซ็นต์การกินได้ของอาหารชนิด A และอาหารชนิด B ในสุนัขแต่ละตัวในช่วงแรกแสดงไว้ใน Fig.1 และช่วงที่สองแสดงไว้ใน Fig.2 ส่วนปริมาณค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์การกินได้แสดงไว้ใน Table 2 จากการทดสอบพบว่าสุนัขกินอาหาร B มากกว่าอาหาร A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งการทดสอบครั้งที่ 1และครั้งที่ 2 (p-value < 0.001) อาหารชนิด A มีค่าเฉลี่ยปริมาณการกินได้ 48.42 เปอร์เซ็นต์ อาหารชนิด B มีค่าเฉลี่ยปริมาณการกินได้ 81.51 เปอร์เซ็นต์ สรุปค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การกินได้ของทั้งสองกลุ่มพบว่า กลุ่มที่กินอาหาร B มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การกินได้มากกว่าอาหาร A อยู่ 33.11 เปอร์เซ็นต์

Table 1 Showed the results of preference test of 2 diets (A=main diet, B= main diet+liquid nutritional supplement) in 2 periods and combination

First choice	Period I	Period II	Total
Diet A	1	0	1
Diet B	18	19	37
p-value*	< 0.001	< 0.001	< 0.001

*The values of the preference test of diet A and diet B were compared using Fisher's Exact Test

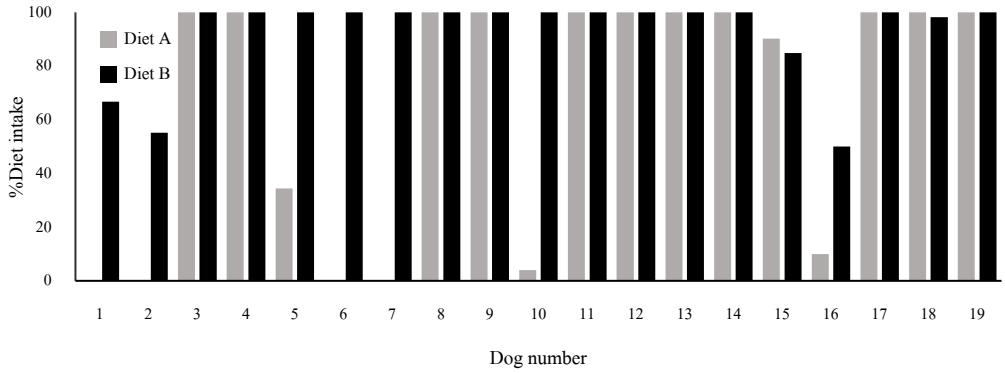


Fig. 1 Comparison of the percentage of diet intake between diet A and diet B for each dog in the first period (A=main diet, B= main diet+liquid nutritional supplement)

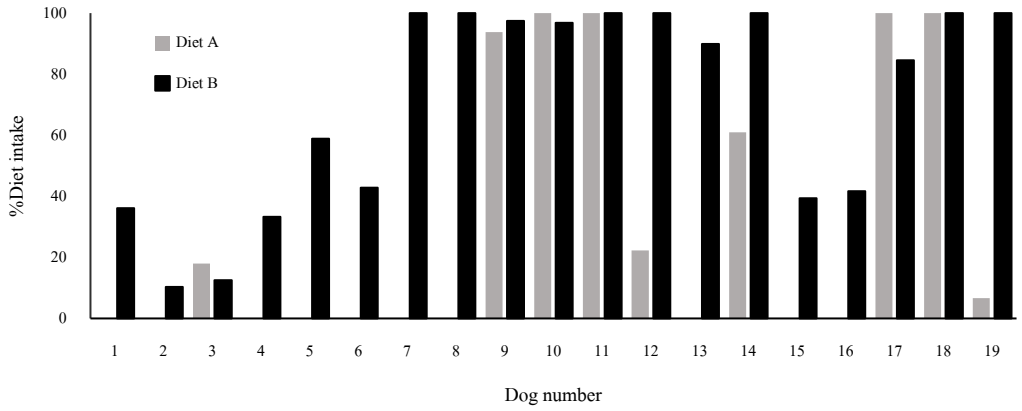


Fig. 2 Comparison of the percentage of diet intake between diet A and diet B for each dog in the second period (A=main diet, B= main diet+liquid nutritional supplement)

Table 2 Showed number of dog (N), mean and standard deviation (SD) of the percentage of diet intake from diet A and diet B in period I, period II and combination (A=main diet, B= main diet+liquid nutritional supplement)

	Period I		Period II		Total	
%Diet intake	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Diet A	65.19	46.36	31.65	43.66	48.42	47.56
Diet B	92.35	16.23	70.72	33.60	81.54	28.24
p-value	< 0.001		< 0.001		< 0.001	

การทดสอบความปลอดภัย

การทดสอบความปลอดภัยของอาหารเสริมชนิดน้ำในสุนัขจำนวน 15 ตัว ประกอบด้วยพันธุ์ผสม 12 ตัว และเยอรมันเชฟเพิร์ด 3 ตัว เป็นเพศผู้จำนวน 7 ตัว เพศเมียจำนวน 8 ตัว อายุเฉลี่ย 3.66±0.89 ปี และมีน้ำหนักเฉลี่ย 20.17±10.09 กิโลกรัม พบว่าค่าโลหิตวิทยาและเคมีโลหิตไม่มีค่าใดต่ำหรือสูงเกินกว่าค่าปกติ (Table 3) และเมื่อนำไปทดสอบทางสถิติด้วยวิธี GLM พบว่ามีบางค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ค่าปกติ ตามหลักสถิติของ Bonferroni การทดสอบหลายคู่อาจมีโอกาสพบความแตกต่างทางสถิติโดยบังเอิญได้ และค่าความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในเลือดของแต่ละวันจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในเลือดของวันนั้น ๆ พบว่าค่าที่ตรวจทุกตัวมีแนวโน้มสูงขึ้นในวันที่ 28 อาจเนื่องมาจากสุนัขทุกตัวอาจได้รับปริมาณน้ำน้อยกว่าปกติในวันที่ 28 แต่ค่าทั้งหมดยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ บ่งชี้ว่าสุนัขยังคงมีสุขภาพปกติดี

ค่า BUN เป็นการวัดปริมาณไนโตรเจนในเลือด จากการที่ร่างกายได้รับโปรตีนจากอาหาร และโปรตีนถูกย่อยได้เป็น amine group ร่างกายจะนำสารนี้เข้าวัฏจักรยูเรียที่ตับกลายเป็นยูเรียและกำจัดผ่านทางไต ค่า BUN จึงเป็นค่าที่บ่งบอกว่าอาหารที่กินเข้าไปนั้นมีโปรตีนสูงหรือต่ำ ค่า SCR เกิดจากการสลายของกล้ามเนื้อและเป็นสารที่ไตกรองออกทางปัสสาวะ เมื่อไตสูญเสียหน้าที่การขับออกของ BUN และ creatinine จะลดลง ทำให้ค่าทั้งสองเพิ่ม

สูงขึ้นในเลือด การศึกษานี้จึงใช้ค่า BUN และ SCR บ่งบอกความเป็นพิษต่อไต ซึ่งพบว่าสูตรอาหารที่พัฒนาขึ้นปลอดภัยต่อไต ส่วนความเป็นพิษต่อตับดูจากค่า ALT หากเซลล์ตับเกิดการถูกทำลาย เอนไซม์ ALT จะเพิ่มสูงขึ้นในเลือด ส่วนค่า ALP เป็นเอนไซม์ที่อยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของหลายอวัยวะ เช่น ตับ ไต ลำไส้ กระดูกและท่อน้ำดี ในทางคลินิกมักใช้ค่า ALP เป็นตัวบ่งชี้การคั่งของท่อน้ำดี (Lorenz et al., 2009)

Table 3 Showed blood parameters from 15 dogs in safety test during day 0, 3, 28 after diet B consumption [White blood cell (WBC), Hematocrit (HCT), Platelet (PLT), Blood urea nitrogen (BUN), Serum creatinine (SCR), Alanine aminotransferase (ALT), Alkaline phosphatase (ALP), Total protein (TP)]

Blood parameters	Normal reference intervals*	Unit	Mean±SD Day 0	Mean±SD Day 3	Mean±SD Day 28	*p*-value
WBC	6-17	$x10^3$/cumm	14.61^{ab}±4.01	12.77^{a}±4.15	16.61^{b}±8.55	0.0119
HCT	35-55	%	53.32±10.26	53.14±7.11	50.30±7.39	0.3838
PLT	200-500	$x10^3$/µl	142.80±54.57	158.93±72.26	142.30±71.08	0.5602
BUN	10-26	mg%	12.67^{a} ±3.35	10.93^{b} ±2.46	13.66^{a} ±2.41	0.0002
SCR	0.5-1.3	mg%	0.92^{a} ±0.15	0.84^{a} ±0.18	1.05^{b} ±0.14	<0.0001
ALT	6-70	37°C IU/L	25.87^{ab}±12.16	24.86^{a}±11.77	31.4^{b} ±16.29	0.0144
ALP	8-76	37°C IU/L	69.40±27.63	59.53±15.30	70.73±22.16	0.2635
TP	5.3-7.8	gm%	5.95^{ab} ±0.40	5.58^{a} ±0.64	6.12^{b} ±0.52	0.0110

$^{a, b, c}$ different letters showed significant difference at $p < 0.05$ with Tukey method among days

*These normal reference intervals are from the Kasetsart University Veterinary Teaching Hospital and not appropriate for interpretation of data from other laboratories.

อาหารเสริมชนิดน้ำที่พัฒนานี้มีเนื้อสัตว์ที่เป็นส่วนประกอบคือ ทูน่าและแกะ ซึ่งเป็นโปรตีนแหล่งใหม่ (novel protein) ช่วยลดความเสี่ยงของการแพ้อาหารของสุนัขได้ สูตรอาหารนี้เพิ่ม tuna oil เพื่อเสริมระดับ omega-3 fatty acid ช่วยทำให้กลิ่นอาหารดึงดูดมากขึ้น และยังได้ปรับปรุงความน่ากินโดยการเพิ่มกรดอะมิโนที่มีโครงสร้างรูป L-form 100% ได้แก่ Arginine, Aspartic acid, Serine, Glutamic acid, Glycine, Histidine, Threonine, Alanine, Proline, Cystine, Tyrosine, Valine, Methionine, Lysine, Isoleucine, Leucine และ Phenylalanine นอกจากนั้นยังผสมกับสารสกัดจากพืช *Macleaya cordata* ที่ประกอบไปด้วย สารไบโอแอคทีฟอัลคาลอยด์ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในทางการแพทย์สมุนไพรแผนจีนเป็นระยะเวลานานมาแล้ว โดยใช้สำหรับลดปวดและลดการอักเสบในมนุษย์ *Macleaya cordata* อยู่ในรายการความปลอดภัยด้านอาหารแห่งยุโรป (European Food Safety Authority) อีกทั้งยังถูกนำมาใช้ในทางสัตวแพทย์และสัตว์น้ำด้วย (Kosina et al., 2010) โดย isoquinoline alkaloid เป็นสารอัลคาลอยด์หลักที่อยู่ในพืชชนิดนี้ เป็นสารต้านการอักเสบที่จะยับยั้งปฏิกิริยาการถอดรหัส DNA ของการตอบสนองต่อการ

อักเสบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เมื่อมีการอักเสบจะมีการถอดรหัส Nuclear Factor Kappa B (NF-kB) และไม่มีผลลบกับระบบภูมิคุ้มกันในสุนัขสุขภาพดี (Faehnrich et al., 2019) การศึกษาผลของสาร quaternary benzophenantridine (QBA) และ protopine alkaloids (PA) พบว่าช่วยเพิ่มสุขภาพของทางเดินอาหารโดยเพิ่มความสูงและขนาดของเซลล์ villi ในไก่เนื้อ (Reansoi et al., 2015) อาหารเสริมชนิดน้ำที่พัฒนานี้มีค่าพลังงานในอาหารเสริมชนิดน้ำที่ค่อนข้างต่ำและความชื้นที่สูง ก่อผลดีให้ตัวเนื้ออาหารเสริมนั้นสามารถคลุกเคล้ากับอาหารหลักได้อย่างทั่วถึงและไม่รบกวนค่าพลังงานรวมที่สุนัขจะได้รับ ซึ่งอาจทำให้เกิดโรคอ้วนตามมาหากมีการนำไปใช้จริงในอนาคตในปริมาณมาก

สรุป

อาหารเสริมชนิดน้ำที่พัฒนาขึ้นมีความน่ากินและมีความปลอดภัย ช่วยทำให้สุนัขที่อาจจะไม่ชอบอาหารเม็ดสำเร็จรูปกินอาหารได้มากขึ้น โดยเฉพาะอาจนำไปใช้ร่วมกับอาหารเฉพาะโรคที่มีความน่ากินลดลงเนื่องจากควบคุมสารอาหารบางตัว เช่น โปรตีน ไขมัน เป็นต้น จึงควรทำการศึกษาดูว่ามีผลข้างเคียงใด ๆ หรือไม่ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน โรงพยาบาลสัตว์เอราวัณ โรงพยาบาลสัตว์สายห้ารักษาสัตว์ และ บริษัท เวท เดย์ไลท์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Aldrich, G.C., Koppel, K. 2015. Pet food palatability evaluation: A review of standard assay techniques and interpretation of results with a primary focus on limitations. Animals. 5: 43–55.

Faehnrich, B., Pastor, A., Heide, C., Kröger, S., Zentek, J. 2019. Effects of isoquinoline alkaloids from Macleaya cordata on physiological, immunological and inflammatory parameters in healthy beagles: Alkaloids in dog nutrition. J. Anim. Physiol. An. N. 103: 661–667.

Hand, M.S., Novotny, B.J. 2002. Pocket companion to small animal clinical nutrition: Mark Morris Institute.

Kosina, P., Gregorova, J., Gruz, J., Vacek, J., Kolar, M., Vogel, M., Roos, W., Naumann, K., Simanek, V., Ulrichova, J. 2010. Phytochemical and antimicrobial characterization of Macleaya cordata herb. Fitoterapia. 81: 1006–1012.

Lorenz, M.D., Neer, T.M., DeMars, P. 2009. Small animal medical diagnosis. John Wiley & Sons. NJ, USA.

Reansoi, A., Ruangpanit, Y., Attamangkune, S. 2015. Effect of quaternary benzophenantridine and protopine alkaloids on growth response and gut health of broiler under hot climate management. Paper presented at the Annual Conference Kasetsart, Bankok, Thailand. http: / / www. annualconference. ku. ac. th/cd53/02_019_O253. pdf, 15 April 2021.

สาขาสัตวแพทยศาสตร์
Subject: Veterinary

ภาคโปสเตอร์
Poster Presentation

ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบางพระ จังหวัดชลบุรี

Knowledge, attitude and practices related to cat scratch disease prevention and control among people in Bangpra Subdistrict Administrative Organization, Chonburi Province

เบญจมาศ วงศ์สาลี*, ราชันย์ อัพภัยชา

Benjamas Wongsalee*, Rachan Upphaicha

คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

Faculty of Veterinary Medicine, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi 20110, Thailand.

* Correspondent author. E-mail address: benjamas_wo@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินความรู้ ทัศนคติและการปฏิบัติตัวของเจ้าของแมวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนจำนวน 400 คน ระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึงพฤศจิกายน 2562 โดยใช้แบบสัมภาษณ์ จากการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่เจ้าของแมวมีระดับการปฏิบัติตัวในการควบคุมและป้องกันโรคแมวข่วนในระดับต่ำ (ร้อยละ 65.5) โดยเฉพาะในด้านของสุขอนามัยส่วนบุคคลและการเลี้ยงดูแมว มีความรู้ในระดับต่ำ (ร้อยละ 83.0) โดยส่วนใหญ่จะไม่ทราบว่าโรคนี้สามารถติดต่อระหว่างสัตว์และคน และมีสัตว์ขาข้อเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ มีการสนับสนุนของทัศนคติในระดับต่ำ (ร้อยละ 90.0) ของความเชื่อเรื่องความเสี่ยงในการติดโรคจากแมว นอกจากนี้ยังพบว่าระดับความรู้มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติตัวของเจ้าของแมวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = .391$, $p < 0.05$) ผลการศึกษาในครั้งนี้ได้นำไปสู่ข้อเสนอแนะให้ควรมีการปรับปรุงการปฏิบัติตัวของเจ้าของแมวที่เกี่ยวข้องการป้องกันและควบคุมโรคโดยการพัฒนาความรู้ให้กับเจ้าของแมวเพื่อสร้างความตระหนักในเรื่องความเสี่ยงของโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน

คำสำคัญ: การปฏิบัติตัว, ความรู้, ทัศนคติ, โรคแมวข่วน

Abstract

The objectives of this study are to assess the knowledge, attitude and practices related to prevention and control of Cat Scratch Disease. A total of 400 cats owners were selected for face-to-face interview using a structured questionnaire between October, 2018 to November, 2019. These finding showed most of respondents had a poor level of practices (65.5%), mainly in personal hygiene and husbandry management. They also had a poor level of knowledge (83.0%), most of respondents did not know CSD is zoonoses and transmitted via arthropods. Additionally, a less supporting attitude level (90%) in believed the risk of acquiring zoonotic diseases from cats. Moreover, there was a correlation between knowledge level and practices with statistically significance difference ($r = .391$, $p < 0.05$). The results suggest that the practices regarding to prevention and control would be improve by develop the educational for cat owners to make awareness of the risk of zoonoses.

Keywords: attitude, cat scratch disease, knowledge, practices

คำนำ

โรคแมวข่วน (Cat Scratch Disease, CSD) เป็นโรคอุบัติใหม่ในไทย (Emerging disease) และเป็นโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน (Zoonoses) โรคนี้มีความสำคัญทางสาธารณสุขและมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทั้งทางร่างกาย จิตใจ และสังคม โรคนี้มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรียชนิด *Bartonella* spp. ซึ่งในปัจจุบันพบว่าแบคทีเรียชนิดนี้มากกว่า 22 สายพันธุ์ แต่ชนิดที่เป็นสาเหตุสำคัญในการก่อให้เกิดโรคแมวข่วนได้แก่ *Bartonella henselae* โดยทั่วไปแล้วโรคนี้จะมีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นรังโรคธรรมชาติ (natural reservoir) ดังนั้นจึงสามารถพบการติดเชื้อได้ในมนุษย์ สัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า หนู สัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่แมวจะเป็นรังโรคหลักที่สำคัญ สามารถพบได้ทั้งแมวบ้านและแมวจรจัด โรคนี้มีพาหะนำเชื้อเป็นพวกสัตว์ขาข้อ เช่น หมัด, ริ้นฝอยทรายและยุง แมวที่ติดเชื้อมักไม่แสดงอาการ (subclinical) หรือมีอาการป่วยเล็กน้อย มีการศึกษาพบว่าในช่วงชีวิตหนึ่งของแมวมีโอกาสเป็นโรคนี้ประมาณร้อยละ 40 (Chomel, 2000) มีรายงานการพบโรคนี้ในแมวกระจายในหลายๆประเทศ เช่น ในสหรัฐอเมริกา ทวีปเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ ยุโรป เอเชียและโอเชียเนีย เป็นต้น อัตราความชุก (prevalence rate) อยู่ที่ ร้อยละ 4-8 มีความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ (Abbott et al., 1997) ในสหรัฐอเมริกาพบอัตราความชุกของโรคนี้ในแมวเท่ากับร้อยละ 39.5 ทั้งแมวที่มีเจ้าของและแมวจรจัด ในประเทศไทยมีรายงานความชุกของโรคนี้ในแมวที่มีเจ้าของที่มารับการตรวจรักษาในโรงพยาบาลสัตว์ในกรุงเทพมหานคร พบความชุกของโรคนี้ในตัวอย่างเลือดแมวร้อยละ 17 (25/153 ตัว) และในหมัดแมวร้อยละ 32 (16/50 ตัว) (Assarasakorn et al., 2012) นอกจากนี้แล้วมีรายงานความชุกของโรคนี้ในแมวจรจัดร้อยละ 53 จากการสำรวจในวัดต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร (เสาวลักษณ์ และคณะ, 2552)

คนสามารถติดโรคนี้ได้จากการถูกแมวที่มีเชื้อนี้อยู่ข่วน กัด เลีย สัมผัสกับขนแมว หรือถูกสัตว์พาหะกัด ในคนส่วนใหญ่จะแสดงอาการหลังจากได้รับเชื้อประมาณ 3–10 วัน อาการที่พบคือ ไข้สูง อ่อนเพลีย ปวดหัว ปวดหลัง พบผื่นแดง ตุ่มนูนแดงหรือตุ่มหนองขนาด 3–5 มิลลิเมตร มีแผลหลุมที่บริเวณบาดแผล ต่อมน้ำเหลืองโตเป็นก้อน (granulomatous lymphadenitis) ใกล้กับบริเวณที่ติดเชื้อ กลุ่มเสี่ยงที่สามารถติดโรคนี้ ได้แก่ เจ้าของหรือผู้ที่สัมผัสกับแมวเนื่องจากความใกล้ชิดและคลุกคลีกับแมวประกอบกับนิสัยของแมวเองที่ชอบคลอเคลียและเล่นเจ้าของ กลุ่มที่มีระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ กลุ่มคนที่มีระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง เช่น ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับการบำบัดรักษาด้วยเคมีบำบัด ผู้ป่วยที่มีการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะ ผู้ป่วยโรคเอดส์ เป็นต้น โดยทั่วไปผู้ที่ป่วยด้วยโรคนี้สามารถหายภายใน 4–8 สัปดาห์ แต่พบว่าโรคจะมีความรุนแรงมากขึ้นในกลุ่มที่ระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอและภูมิคุ้มกันบกพร่องซึ่งจะทำให้เกิดการติดเชื้อในกระแสเลือด มีไข้ ติดเชื้อที่ตา ระบบประสาท หรือมีตุ่มนูนที่ผิวหนัง นอกจากนี้ยังพบรายงานการติดเชื้อแทรกซ้อนที่หัวใจ ตับ ในร้อยละ 5–16 ของคนที่ติดเชื้อ ในคนที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องโดยเฉพาะผู้ป่วยโรคเอดส์จะพบอาการของโรค bacillary angiomatosis ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการเจริญแบบผิดปกติของหลอดเลือดที่ผิวหนังและอวัยวะภายใน อาการที่เด่นชัดคือมีตุ่มนูนหรือตุ่มหนองที่ผิวหนังตั้งแต่หนึ่งถึงหลายร้อยจุดโดยอาจมีขนาดหลากหลายตั้งแต่หัวเข็มหมุดไปจนถึงเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร และอาจพบได้ภาวะนี้ได้ในอวัยวะภายในอื่นๆ เช่น หัวใจ สมอง ตับ ม้าม กล่องเสียง ต่อมน้ำเหลืองและอวัยวะของระบบทางเดินอาหาร

ในคนพบว่ามีการกระจายของโรคนี้ในหลายพื้นที่ เช่น ในสหรัฐอเมริกา ยุโรป ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย และเอเชีย ในประเทศสหรัฐอเมริกาคาดว่าในแต่ละปีจะมีผู้ป่วยใหม่ด้วยโรคแมวข่วนประมาณ

22,000–24,000 ราย อัตราการพบผู้ป่วยใหม่เท่ากับ 0.77–0.86 คน ต่อประชากร 100,000 คนต่อปี โดยร้อยละ 55 ของผู้ป่วยพบในเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี ประมาณค่าใช้จ่ายในการดูแลสุขภาพต่อผู้ป่วยเหล่านี้มากกว่า 12 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี (Jackson et al., 1993) นอกจากนี้แล้วยังมีรายงานผู้ป่วยในโรงพยาบาลเด็กจำนวน 437 รายเท่ากับ 0.6 คนต่อประชากร 100,000 คน ค่าเฉลี่ยในการรักษาของผู้ป่วยด้วยโรคนี้เท่ากับ 6,140 ดอลล่าร์สหรัฐต่อคนและประมาณการค่ารักษาพยาบาลทั้งหมดเท่ากับ 3.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (Raynolds, 2005) ในประเทศไทยจัดให้โรคนี้อยู่ในกลุ่มอาการที่เรียกว่ามีไข้โดยไม่ทราบสาเหตุ (Pyrexia of Unknown Origin; PUO) อาการที่สำคัญของผู้ป่วยได้แก่ การตรวจพบอุณหภูมิร่างกายมากกว่า 38.3 องศาเซลเซียส หรือ มากกว่า 101 องศาฟาเรนไฮต์ ต่อเนื่องมากกว่า 7 วัน (สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่, 2554) สถานการณ์ผู้ป่วยด้วยโรคไข้หรือไข้ไม่ทราบสาเหตุ พบว่าเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญโดยพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้น จากการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2555–2556 มีรายงานผู้ป่วยไข้ไม่ทราบสาเหตุโดยมีอัตราป่วย 541.02 และ 803.17 ต่อประชากร 100,000 คนตามลำดับ (สำนักระบาดวิทยา, 2560) ส่วนผู้ป่วยในปี 2562 มีรายงานเท่ากับ 918.98 คนต่อประชากร 100,000 คน (สำนักระบาดวิทยา, 2564) ในประเทศไทยมีรายงานการแยกเชื้อ *B. henselae* จากผู้ป่วยที่มีอาการของ Bacillary angiomatosis ในหญิงอายุ 40 ปีมาจากประเทศพม่าที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเอดส์ (Paitoonpong et al., 2008) มีรายงานในญี่ปุ่นพบผู้ป่วยส่วนใหญ่อายุน้อยกว่า 18 ปีและใน 468 ราย (ร้อยละ 75.6) พบประวัติสัมผัสกับแมวมาก่อน (Tsukahara, 2002) นอกจากนี้มีการศึกษาของ Tappero et al. (1993) รายงานความสัมพันธ์ระหว่างผู้ป่วยโรค bacillary angiomatosis-bacillary peliosis (BAP) โดยพบว่าผู้ป่วยมีประวัติเป็นเจ้าของแมว (OR = 2.8; 95% CI= 1.4- 5.8) ถูกแมวเลีย (OR = 1.95; 95% CI =1.0-3.8), ถูกแมวข่วน (OR = 3.7; 95 %CI = 1.7-8.0), และถูกแมวกัด (OR = 3.9; 95% CI = 1.8- 8.9)

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าโรคนี้มีความสำคัญและก่อให้เกิดปัญหาทางสาธารณสุขอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน จังหวัดชลบุรีเป็นหนึ่งในจังหวัดที่มีประชากรแมวเป็นจำนวนมาก จากการสำรวจพบว่ามีประชากรแมวทั้งหมด 77,985 ตัว ประกอบด้วยแมวที่มีเจ้าของจำนวน 52,985 ตัวและแมวที่ไม่มีเจ้าของจำนวน 25,000 ตัว (สำนักควบคุมป้องกันบำบัดโรคสัตว์, 2564) ประกอบกับการศึกษาในเรื่องพฤติกรรมการป้องกันโรคแมวข่วนยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้ ทัศนคติกับการปฏิบัติตัวของเจ้าของแมวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนตามกรอบแนวคิดในการทำวิจัยแสดงดัง Diagram 1 ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปเป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอันที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการวางแผนในการพัฒนาระบบสุขภาพของชุมชนในการรับมือกับปัจจัยที่เสี่ยงอาจส่งผลต่อสุขภาพต่อไป

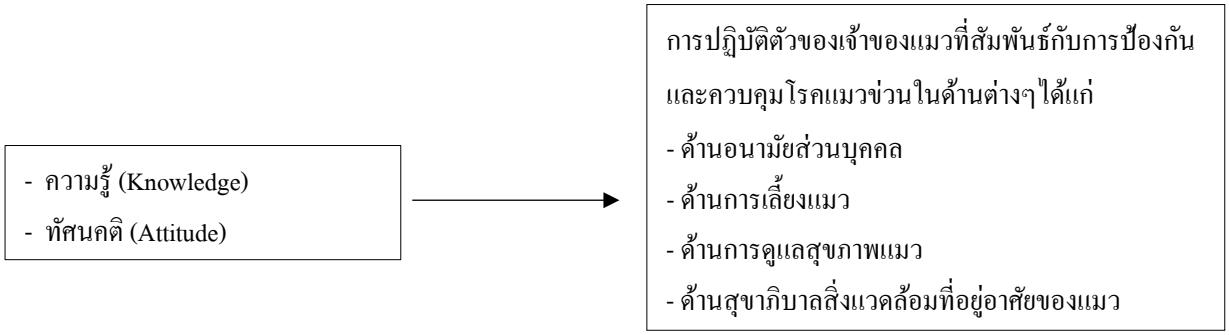


Fig. 1 Conceptual framework

วิธีการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-sectional descriptive study)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือเจ้าของแมวที่อาศัยอยู่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบางพระ ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีจำนวนทั้งหมด 14,741 คน ใน 10 หมู่บ้าน จำนวน 7,704 ครัวเรือนโดยมีเกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างคือ ครัวเรือนที่เจ้าของแมวอายุ 18 ปีขึ้นไปถ้าใน 1 ครัวเรือนมีสมาชิกหลายคนให้เลือกสัมภาษณ์คนที่ดูแลแมว สามารถสื่อสารภาษาไทยและยินดีให้ความร่วมมือในการให้สัมภาษณ์ กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Daniel (Daniel,1987) (Equation 1) ได้แก่

$$n = \frac{Z^2\alpha_{/2}\, NP\,(1-P)}{Z^2\alpha_{/2}\, P\,(1-P) + (N-1)\,E^2} \quad (1)$$

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

Z = ระดับความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ Z มีค่าเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ระดับ.05) ($Z\alpha_{/2}$= 1.96)

E = ค่าความคาดเคลื่อนในการสุ่ม = 4% = 0.04

P = ค่าสัดส่วนของเจ้าของแมวที่คาดว่าจะมีการปฏิบัติตัวในป้องกันโรคแมวข่วนเหมาะสม ร้อยละ 80 (P=0.8)

N = จำนวนประชากร

แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{(1.96)^2 \text{x}\ 14{,}741 \text{x} 0.8\,(1-0.8)}{(1.96)^2 \text{x}\ 0.8\,(1-0.8) + (14{,}741-1)\,(0.04)^2}$$

$$n = 374$$

จากการคำนวณจะได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 374 คน เพื่อป้องกันความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มร้อยละ 10 รวมขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 คนจากนั้นใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลากจากครัวเรือนทั้ง 10 หมู่บ้านให้ได้กลุ่มตัวอย่างตามจำนวนที่คำนวณไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ใช้เกณฑ์พิจารณาค่า IOC ตั้งแต่

0.5 ขึ้นไป และมีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบถามด้านความเชื่อมั่น (Reliability) โดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับเจ้าของแมวในเขตเทศบาลตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มประชากรที่ศึกษา จำนวน 30 ชุดก่อนนำแบบสอบถามไปสัมภาษณ์จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนได้แก่

ส่วนที่ 1 คุณลักษณะส่วนบุคคลของเจ้าของแมว จำนวน 7 ข้อ ลักษณะข้อคำถามปลายปิดให้เลือกตอบได้แก่ เพศ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยของครอบครัว/เดือน ลักษณะข้อคำถามปลายเปิดได้แก่ อายุและ จำนวนแมวที่เลี้ยงต่อครัวเรือน

ส่วนที่ 2 ความรู้เรื่องโรคแมวข่วน ลักษณะข้อคำถามปลายปิดครอบคลุมเนื้อหาทางระบาดวิทยา ช่องทางติดต่อของโรค อาการของโรค จำนวน 13 ข้อ ลักษณะข้อคำถามเป็นลักษณะให้เลือกตอบ ใช่ (1 คะแนน) ไม่แน่ใจ (0 คะแนน) และไม่ใช่ (0 คะแนน) แปลผลเป็น 4 ระดับ โดยใช้พิสัยของคะแนนได้แก่ มีความรู้ระดับดี (มีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป ช่วงคะแนนเท่ากับ 11-13) ความรู้ระดับปานกลาง (มีคะแนนร้อยละ 60-79 ช่วงคะแนนเท่ากับ 9-10) ความรู้ระดับต่ำ (มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60 ช่วงคะแนนเท่ากับ 1-8) และไม่ทราบอะไรเลย (มีคะแนนเท่ากับ 0) โดยประยุกต์จากทฤษฎีของ Bloom, 1971 ตรวจสอบความเที่ยงโดยวิธีของ *Kuder-Richardson Formula 20*ได้ค่า KR-20 เท่ากับ 0.859

ส่วนที่ 3 ทัศนคติเกี่ยวกับโรคแมวข่วน ลักษณะข้อคำถามปลายปิดครอบคลุมถึงความเชื่อ ความเชื่อความรู้สึก ต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรคแมวข่วนหรือได้รับเชื้อและความรุนแรงของโรคแมวข่วน จำนวน 12 ข้อ ลักษณะข้อคำถามเป็นลักษณะให้เลือกตอบ เห็นด้วย (3 คะแนน) ไม่แน่ใจ (2 คะแนน) และไม่เห็นด้วย (1 คะแนน) แปลผลเป็น 3 ระดับ ได้แก่ มีระดับการสนับสนุนดี (มีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป ช่วงคะแนนเท่ากับ 29–36) ระดับการสนับสนุนปานกลาง (มีคะแนนร้อยละ 60–79 ช่วงคะแนนเท่ากับ 21–28) และมีระดับการสนับสนุนต่ำ (มีคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 ช่วงคะแนนเท่ากับ 12–20) โดยประยุกต์จากทฤษฎีของ Bloom, 1971 ตรวจสอบความเชื่อมั่นโดยวิธีของ Cronbach 's Alpha Reliability ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.724

ส่วนที่ 4 การปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วน ข้อคำถามปลายปิดจำนวน 15 ข้อแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) การปฏิบัติตัวด้านอนามัยส่วนบุคคล จำนวน 5 ข้อ 2) การปฏิบัติตัวด้านการเลี้ยงแมว จำนวน 6 ข้อ 3) การปฏิบัติตัวด้านการดูแลสุขภาพแมวจำนวน 2 ข้อ และ 4) การปฏิบัติตัวด้านการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยของแมวจำนวน 2 ข้อ ลักษณะข้อคำถามให้ตอบ เป็นปฏิบัติประจำ (2 คะแนน) ปฏิบัติบางครั้ง (1 คะแนน) และไม่เคยปฏิบัติ (0 คะแนน) โดยแปลผลเป็น 3 ระดับ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าพิสัยของคะแนนพฤติกรรม ได้แก่ มีการปฏิบัติตัวในระดับดี (คะแนน 21–30) ระดับปานกลาง (คะแนน 11–20) และระดับต่ำ (คะแนน 0–10) โดยประยุกต์จากทฤษฎีของ Best (1979) ตรวจสอบความเชื่อมั่นโดยวิธีของ Cronbach 's Alpha Reliability ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.733

การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

1. วิเคราะห์ลักษณะข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างและตัวแปรที่ศึกษาด้วยสถิติเชิงพรรณนาตัวแปรเชิงกลุ่มโดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ และตัวแปรต่อเนื่องโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้แก่ ความรู้, ทัศนคติ กับการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วน โดยใช้ค่าสถิติสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) กำหนดค่าแอลฟ่าเท่ากับ 0.05 เกณฑ์การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้เกณฑ์การวัดระดับความสัมพันธ์ 5 ระดับ ดังนี้ (Hinkle D. E., 1998)

ค่า r ระดับของความสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.90–1.00 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.70–0.90 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.50–0.70 มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.30–0.50 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.00–0.30 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

1. คุณลักษณะส่วนบุคคลของเจ้าของแมว

จากการสอบถามเจ้าของแมวในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 65.0) ส่วนใหญ่อายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 ปี (ร้อยละ 28.8) สถานภาพสมรสส่วนใหญ่แต่งงานแล้ว (ร้อยละ 48.5) ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 42.0) ประกอบอาชีพรับจ้าง (ร้อยละ 28.5) รายได้ครอบครัวเฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 30,000 บาท (ร้อยละ 29.8) เลี้ยงแมวเฉลี่ย 2 ตัวต่อครัวเรือน ซึ่งได้ผลการศึกษาแสดงดัง Table 1

Table 1 Demographic characteristic of cat owners in number and percentage (n = 400)

Demographic characteristic of cat owners	Number	Percentage
Gender		
Female	260	65.0
Male	140	35.0
Age (years)		
≤ 30	115	28.8
31-40	92	23.0
41-50	96	24.0
51-60	97	24.2
Mean = 39.4 , SD = 12.2, Min = 18, Max = 60		
Marital status		
Single	164	41.0
Married	194	48.5

Table 1 (continued).

Demographic characteristic of cat owners	Number	Percentage
Divorced	24	6.0
Widows	18	4.5
Education attainment		
Primary school	87	21.8
Secondary school	40	10.0
Senior high school/vocationary certificate	51	12.7
High vocationary certificate	37	9.2
Bachelor's degree	168	42.0
Graduate degree or higher	17	4.3
Occupation		
Employee	114	28.5
Entrepreneur	95	23.8
Governmental	65	16.2
Farmer	49	12.2
Student	45	11.3
Homemaker	32	8.0
Total household income/month (Baht)		
≤ 10,000	74	18.5
10,001-20,000	118	29.5
20,001-30,000	89	22.2
> 30,000	119	29.8
Total number of cats/households		
1	139	34.8
2	154	38.5
3	66	16.5
4	34	8.5
5	4	1.0
7	2	0.5
11	1	0.2
Mean=2.0, SD = 1.2, Min=1, Max=11		

2. ความรู้เกี่ยวกับโรคแมวข่วน

ในด้านระบาดวิทยาพบว่าส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างไม่ทราบว่าโรคนี้สามารถติดต่อระหว่างสัตว์และคนได้ (ร้อยละ 66.0) ไม่ทราบว่าโรคนี้สามารถพบได้ในแมวทุกช่วงอายุและในแมวจรจัด (ร้อยละ 58.8 และ 58.7 ตามลำดับ) ความรู้ในด้านวิธีการติดต่อของโรคกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าโรคนี้มีพาหะนำโรคเป็นจำพวกสัตว์ขาข้อ เช่น หมัด ริ้นฝอยทราย และยุงเป็นต้น (ร้อยละ72.2) ซึ่งให้ผลการศึกษาในทำนองเดียวกับ

Awosanya and Akande (2015) ได้กล่าวไว้ว่ามีสัดส่วนของเจ้าของสัตว์เลี้ยงในจำนวนน้อย (ร้อยละ 19.1) ที่เคยได้ยินเกี่ยวกับโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Stull (2012) ได้รายงานว่าคนที่สัมผัสหรือทำงานเกี่ยวข้องกับสัตว์เลี้ยงมีความรู้และการตระหนักถึงความเสี่ยงจากโรคติดต่อระหว่างคนและสัตว์จากสัตว์เลี้ยงอยู่ในระดับต่ำ ความรู้ในด้านอาการของโรคนี้ในแมวและคน ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างไม่ทราบว่าแมวที่เป็นโรคส่วนใหญ่จะไม่แสดงอาการและคนที่ติดโรคนี้จะมีอาการไข้สูงต่อเนื่องและต่อมน้ำเหลืองโต (ร้อยละ 91.5 และ 97.0 ตามลำดับ) ซึ่งให้ผลการศึกษาในทำนองเดียวกับ Bagaria and Sharma (2014) ได้รายงานว่าคนดูแลสัตว์ในสวนสัตว์ส่วนใหญ่รู้จักและรับรู้ถึงความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากโรคหลายชนิดที่ติดมาจากสัตว์ เช่น ไข้หวัดนก วัณโรคหรือการบาดเจ็บเนื่องจากการจับบังคับสัตว์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามคนดูสัตว์ดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง (ร้อยละ 89.4) ไม่รู้จักโรคแมวข่วน เมื่อนำมาวิเคราะห์จะพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับโรคนี้ในภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 83.0) ซึ่งได้ผลการศึกษาแสดงดัง Table 2

Table 2 Overall level of Knowledge on CSD of cat owners in number and percentage (n = 400)

Level	Number	Percentage
Good (11–13 points)	4	1.0
Fair (9–10 points)	19	4.8
Poor (1–8 points)	332	83.0
Do not know at all (0 point)	45	11.2
Mean = 3.76, SD = 2.71, Min = 0.0, Max = 11.0		

3. ทัศนคติเกี่ยวกับโรคแมวข่วน

เมื่อศึกษาถึงทัศนคติหรือความเชื่อ ความรู้สึกถึงความเสี่ยงของการเป็นโรคแมวข่วนหรือได้รับเชื้อและความรุนแรงของโรคแมวข่วน ที่จะก่อให้เกิดความโน้มเอียงในการสนับสนุนเพื่อให้แสดงพฤติกรรมการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนที่ถูกต้อง จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความไม่แน่ใจและไม่เห็นด้วยว่าการเก็บแมวจรจัดมาเลี้ยงไม่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคแมวข่วน (ร้อยละ 55.7 และ 5.3 ตามลำดับ) ไม่แน่ใจและไม่เห็นด้วยกับข้อคำถามว่าการเลี้ยงแมวรวมกันหลายตัวในบ้านจะทำให้แมวมีความเสี่ยงในการติดโรคนี้ (ร้อยละ 50.7 และ 21.0 ตามลำดับ) นอกจากนี้แล้วกลุ่มตัวอย่างยังไม่แน่ใจว่าการเล่นอย่างรุนแรงกับแมวจะทำให้มีความเสี่ยงในการติดโรคนี้ได้ (ร้อยละ 42.5) จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ชายจะชอบเล่นรุนแรงกับแมวและเชื่อว่าแมวของตนไม่น่าจะเป็นโรคนี้เพราะไม่ป่วย มีสุขภาพแข็งแรงดี ของผลการศึกษาดังกล่าวเมื่อนำมาวิเคราะห์จะพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับทัศนคติของการสนับสนุนในการแสดงพฤติกรรมในการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนในภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 90.0) ซึ่งได้ผลการศึกษาแสดงดัง Table 3

Table 3 Overall level of Attitude on CSD of cat owners in number and percentage (n = 400)

Level	Number	Percentage
Fair supportive (22–28 points)	40	10.0
Less supportive (12–21 points)	360	90.0
Mean = 20.34, SD = 2.46, Min =14.0, Max = 31.0		

4. การปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วน

จากการศึกษาผลการปฏิบัติติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน พบว่า 1) การปฏิบัติตัวในด้านอนามัยส่วนบุคคลพบว่าอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 36.3) โดยส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างไม่มีการล้างมือหรือล้างมือเป็นบางครั้งหลังจากเล่น/สัมผัส/ถูกแมวเลียในสัดส่วนที่สูง (ร้อยละ 40.0 และ 31.0 ตามลำดับ) นอกจากนี้แล้วยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างยอมให้แมวเลียแผลหรือรอยผิวหนังที่ถลอกของตัวเองในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน (ร้อยละ 48.8) ซึ่งจะส่งผลให้เจ้าของมีความเสี่ยงในการติดโรคนี้ได้ง่ายขึ้น ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นไปในทำนองเดียวกับ Westgarth et al. (2008) ที่ระบุว่าเจ้าของสุนัขเพียงร้อยละ 15 เท่านั้นที่ล้างมือหลังจากสัมผัสกับสัตว์เลี้ยงตัวเอง ซึ่งความแตกต่างของการให้ความสำคัญหรือความสม่ำเสมอในการปฏิบัติ เกิดจากการขาดความรู้เกี่ยวกับช่องทางการติดโรคและมีความเชื่อว่าสัตว์เลี้ยงของตนไม่มีเชื้อโรคเนื่องจากไม่ป่วยและสุขภาพดี 2) การปฏิบัติตัวด้านการเลี้ยงแมวพบว่าอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 83.2) เช่นเดียวกัน พบว่ากลุ่มตัวอย่างไม่ได้ให้ความสำคัญกับแหล่งที่มาของแมว ส่วนใหญ่จะรับแมวจรจัดมาเลี้ยง (ร้อยละ 81.5) จากการสัมภาษณ์พบว่าส่วนหนึ่งเกิดจากความสงสาร การปฏิบัติดังกล่าวอาจจะส่งผลทำให้เจ้าของมีโอกาสติดโรคแมวข่วนได้เนื่องจากในแมวจรจัดมีโอกาสพบเชื้อโรคแมวข่วนสูง ซึ่งสอดคล้องจากการศึกษาของ Chomel et al. (1995) ระบุว่ามีโอกาสพบเชื้อ B. henselae ในแมวแมวจรจัดมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแมวที่มีเจ้าของ (RR = 2.86; 95% CI= 1.94, 4.22) ในด้านการเลี้ยงดูแมวยังพบเพิ่มเติมว่ากลุ่มตัวอย่างมักเลี้ยงแบบให้ปล่อยออกนอกบ้าน (ร้อยละ 49.3) ซึ่งทำให้แมวมีโอกาสไปสัมผัสกับสัตว์ตัวอื่นหรือไปกินสัตว์พาหะชนิดอื่น ทำให้มีโอกาสในการติดโรคเช่นเดียวกัน ผลการศึกษานี้เป็นไปในทำนองเดียวกับ Matibag et al. (2007) รายงานไว้ว่าการปล่อยให้สุนัขออกไปนอกบ้านหรือเลี้ยงแบบปล่อยเพิ่มโอกาสที่สุนัขจะติดเชื้อโรคพิษสุนัขบ้ามากขึ้น 3) การปฏิบัติติตัวด้านการดูแลสุขภาพแมวพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 54.2) เช่นกัน สัดส่วนของการนำแมวตัวเองไปถ่ายพยาธิภายนอกอย่างสม่ำเสมอตามโปรแกรมที่สัตวแพทย์แนะนำอยู่เพียงร้อยละ 25.5 จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างอธิบายว่าเนื่องจากทำให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นส่วนใหญ่จะนิยมไปซื้อยามาถ่ายพยาธิเองตามคลินิกหรือโรงพยาบาลสัตว์และเชื่อว่าแมวตัวเองมีสุขภาพดีไม่จำเป็นต้องพาไปพบสัตวแพทย์ตามนัด และ 4) การปฏิบัติติตัวด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยของแมวพบว่าส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างมีการดูแลและรักษาความสะอาดสิ่งแวดล้อมที่แมวอาศัยอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 70.0) ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีการทำความสะอาดสิ่งแวดล้อมที่แมวอาศัยอย่างสม่ำเสมอเพราะว่ามีพื้นที่บางส่วนใช้ร่วมกันกับคน (ร้อยละ 74.5) แต่ว่าไม่ได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถฆ่าพยาธิภายนอกได้ (ร้อยละ 65.3) ทำให้สัตว์พาหะดังกล่าวยังอยู่ในสิ่งแวดล้อมส่งผลทำให้มีโอกาสเกิดการแพร่กระจายของโรค ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นในทำนองเดียวกับการศึกษาของ Stull et al. (2012) ระบุว่าไม่ใช่เรื่องที่น่าแปลกใจที่เจ้าของไม่ได้ให้ความสำคัญโรคติดต่อระหว่างคนและสัตว์ เพราะว่าไม่ได้มีการรับรู้มาก่อน เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน

พบว่าส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างจะมีคะแนนของการปฏิบัติตัวในการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 65.5) ซึ่งได้ผลการศึกษาแสดงดัง Table 4

Table 4 Overall level of Practices related to prevention and control of CSD in number and percentage (n = 400)

Level	Number	Percentage
Good (24–30 points)	12	3.0
Fair (18–23 points)	126	31.5
Poor (0–17 points)	262	65.5
Mean = 15.12 , SD = 4.97 , Min = 3, Max = 28		

5. ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติกับการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์การป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วน

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันโรคแมวข่วนในภาพรวม ได้แก่ การปฏิบัติตัวด้านอนามัยส่วนบุคคล การปฏิบัติตัวด้านการเลี้ยงแมว การปฏิบัติตัวด้านการดูแลสุขภาพแมว และการปฏิบัติตัวด้านการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยของแมว ของกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า ระดับความรู้เรื่องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทางบวกและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p-value < 0.05 โดยมีขนาดความสัมพันธ์ r = 0.391 ซึ่งผลการศึกษานี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับ Akai et al. (2015) ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมการป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าในจังหวัดนครปฐม ระบุว่าผู้เลี้ยงสุนัขที่มีความรู้ในระดับดีมีความสัมพันธ์กับการพฤติกรรมป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าอย่างนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้แล้วผลการศึกษาพบในทำนองเดียวกัน Sayavong et al. (2015) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้, เจตคติกับพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของชุมชนในนครหลวงเวียงจันทร์สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความรู้ดีและเจตคติในเชิงบวกมีระดับพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกในระดับดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีขนาดต่ำ (r = 0.391) อาจเนื่องมาจากว่าระดับความรู้ที่ดีอาจไม่ใช่ปัจจัยเดียวที่ส่งผลทำให้มีการปฏิบัติตัวในการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนที่ดีขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวได้ผลการศึกษาแสดงดัง Table 5

Table 5 The correlation analysis between Knowledge and Attitude with Practices related to CSD prevention and control (n = 400)

Factors	Practices related to CSD prevention and control	
	r	p-value
Knowledge	0.391	< 0.05
Attitude	-0.025	0.616

สรุป

การศึกษาความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วนของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบางพระ จังหวัดชลบุรี ได้ผลการศึกษาว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความรู้ ทัศนคติการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันโรคแมวข่วนในระดับต่ำ และพบว่าระดับความรู้มีขนาดความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงทางบวกในระดับต่ำกับการปฏิบัติตัวที่สัมพันธ์กับการป้องกันโรคแมวข่วน จากผลการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยได้ข้อเสนอใน ด้า 2นได้แก่การนำผลวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้ สำหรับการนำผลวิจัยไปใช้โดยการเผยแพร่ผลการศึกษาต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและรณรงค์ให้เจ้าของแมวรวมถึงประชาชนให้มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคนเพื่อเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของโรคดังกล่าวซึ่งจะส่งผลให้เกิดการปฏิบัติตัวในการป้องกันและควบคุมโรคที่ถูกต้องต่อไป ส่วนข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป ควรศึกษาเพิ่มเติมตัวแปรปัจจัยด้านอื่นๆ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันและควบคุมโรคแมวข่วน เช่น การเข้าถึงสื่อต่างๆที่ให้ความรู้ การได้รับความรู้จากบุคลากรทางสาธารณสุข การได้รับแรงสนับสนุนจากบุคคลใกล้ชิด และการเข้าถึงแหล่งทรัพยากรที่เอื้อต่อการป้องกันและควบคุมโรค เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ จังหวัดชลบุรีที่สนับสนุนทุนการในการวิจัย และเจ้าของแมวทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือในการให้สัมภาษณ์แบบสอบถามในครั้งนี้จนทำให้จนงานวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

สำนักป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2564. แบบสำรวจสรุปจำนวนสุนัข แมว โครงการรณรงค์ป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า ปี 2559. /https://www.tcijthai.com/news/2020/2/scoop/9932/, 25 มกราคม 2564.

สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2560. สรุปรายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำปี 2558 (Summeries Of Selected Notifiable Diseases). http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2015/aesr2558/Part%201/08/unknown.pdf/, 20 มกราคม 2564.

สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2554. คู่มือการป้องกันควบคุมโรคติดต่ออุบัติใหม่สำหรับบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข. สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

เสาวลักษณ์ จิตตชุ่ม, ศิริชัย วงษ์นาคเพ็ชร์, ปฐมาพร เอมะวิศิษฏ์, โซอิชิ มารูยามา, สถาพร จิตตปาลพงศ์. 2552. การตรวจหาการติดเชื้อ *Bartonella* ในแมวจรจัดในวัดเขตกรุงเทพมหานครโดยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่โพลิเมอเรส. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 17–20.

Abbott, R.C., Chomel, B.B., Kasten, R.W., et al. 1997. Experimental and natural infection with *Bartonella henselae* in domestic cats. Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis. 20: 41–51.

Akai, K., Chompikul, J., Rattanapan, C. 2015. Rabies preventive behavior of dog owners in Nakhon Pathom Province of Thailand. J. Pub. Health. Dev.13: 17–28.

Assarasakorn, S., Veir, J.K., Hawley, J.R., Brewer, M.M., Morris, A.K., Hill, A.E., Lappin, M.R. 2012. Prevalence of Bartonella species, hemoplasmas, and *Rickettsia felis* DNA in blood and fleas of cats in Bangkok, Thailand. Res. Vet. Sci. 93: 1213–1226.

Awosanya, E.J., Akande, H.O. 2015. Animal health care seeking behavior of pets or livestock owners and knowledge and awareness on zoonoses in a university community. Vet. World. 8: 841–847.

Bagaria, A., Sharma, K.A. 2014. A Knowledge and Practices study of health hazards among animal handlers in zoological gardens. Int. J. Occup. Saf. Health. 4: 1–4.

Best, J.W. 1977. Research in education, 3rd ed. Engle Wood Cliffs. Prentice-Hall, NJ, USA.

Bloom, B.S. 1971. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. McGraw-Hill Book Co., New York, USA.

Chomel, B.B., Abbott, R.C., Kasten, R.W., Floyd-Hawkins, K.A., Kass, P.H., Glaser, C.A., et al. 1995. *Bartonella henselae* prevalence in domestic cats in California: Risk factors and association between bacteremia and antibody titers. J. Clin. Micro. Biol. 33: 2445–2450.

Chomel, B.B. 2000. Cat Scratch Disease. Rev. Sci. Tech. 19: 136–150.

Daniel, W.W.1987. Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences, 4th ed. John Wiley & Sons. Singapore.

Hinkle, D.E, William, W., Stephen, G. J. 1998. 4th Applied Statistics for the Behavior Sciences. Houghton Mifflin. New York, USA.

Jackson, L.A., Perkins, B.A., Wenger, J.D. 1993. Cat scratch disease in the United States: An analysis of three national databases. Am. J. Public Health. 83: 1707–1711.

Matibag, G.C., Kamigaki, T., Kumarasiri, P.V., Wijewardana, T.G., Kalupahana, A.W., Dissanayake, D.R., et al. 2007. Knowledge, attitudes, and practices survey of rabies in a community in Sri Lanka Environ. Health. Prev. Med. 12: 84–89.

Nelson, C.A., Saha, S., Mead, P.S. 2016. Cat-Scratch Disease in the United States, 2005–2013. Emerg. Infect. Dis. 22: 1741–1746.

Paitoonpong, L., Chantrakooptungool, S., Chitsomkasem, A., Kanjanahareutai, S., Tribuddharat, C., Srifuengfung, S. 2008. *Bartonella henselae*: First reported isolate in a human in Thailand. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health. 39: 123–129.

Sayavong, C., Chompikul, J., Wongsawass, S., Rattanapan, C. 2015. Knowledge, attitudes and preventive behaviors related to dengue vector breeding control measures among adults in communities of Vientiane, capital of the Lao PDR. J. Infect. Public Health. 8: 466–473.

Stull, J.W., Peregrine, A.S., Sargeant, J.M., Weese, J.S. 2012. Household knowledge, attitudes and practices related to pet contact and associated zoonoses in Ontario, Canada. BMC Public Health. 12: 1–15.

Tappero, J.W., Mohle-Boetani, J., Koehler, J.E., et al. 1993. The epidemiology of bacillary angiomatosis and bacillary peliosis. Jama. 269: 770–775.

Tsukahara, M. 2002. Cat scratch disease in Japan. J. Infect. Chemother. 8: 321–335.

Westgarth, C., Pinchbeck, G.L., Bradshaw, J.W., Dawson, S., Gaskell, R.M., Christley, R.M. 2008. Dog-human and dog-dog interactions of 260 dog-owning households in a community in Cheshire. Vet. Rec. 162: 436–442.

Pseudopregnancy and granulosa cell tumor in dog with ovarian remnant syndrome: A case report

Chinnawat Supphasitthikulchai[a], Thanakon Chuachote[a], Sunipad Prommool[a], Chunsumon Limmanont[a,b,*]
[a]Maung Ake Pet Hospital, Pathum Thani 12130, Thailand.
[b]Department of Companion Animal Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
*Corresponding author. E-mail address: l_chunsumon@hotmail.com

Abstract

A 6-year-old neutered bitch was presented with all mammary glands enlargement. She had no history of the presenting signs of heat and male attraction. The dark brown discharge was detected from all nipples. Complete blood count and blood chemistry profiles were unremarkable. A number of the parabasal cell were presented from vaginal cytology. Serum estradiol and progesterone were 16.3 pg/mL, and 1 ng/mL, respectively. Abdominal ultrasonography revealed an anechoic cystic like at caudal part next to the right kidney, and tubular organ with hypoechoic above the urinary bladder. Computerized Tomography Scan revealed no demonstrable of nodule in the lung field. Multiple small cystic lesions and hypodense tissue were near at right kidney position. The tentative diagnosis of mammary gland enlargement was pseudopregnancy with right ovarian remnant syndrome (ORS). Surgical treatment was abdominal midline celiotomy. The right ovarian remnant was thickened, vascularization and non-adhered with the omentum. The histopathological diagnosis was ovarian granulosa cell tumor. Mammary glands were decreased to normal size within 10 days after removed retained-ovary. In conclusion, mid to old age of neutered dogs with mammary gland enlargement are usually diagnosed with mammary gland tumors. However, in this case was ORS which developed granulosa cell tumor and pseudopregnancy.

Keywords: Dog, Mammary gland enlargement, Ovarian remnant syndrome, Pseudopregnancy

Introduction

Mammary gland enlargement in dogs is classified either physiological or pathological conditions. Physiological condition is mammary gland hyperplasia in late-term of the luteal phase, including in pregnant and pseudopregnant dog. The pathological conditions are mastitis and mammary gland tumors. The sex hormones are effected to either physiological or pathological conditions. In mid to old age of neutered dogs with mammary gland enlargement are usually diagnosed with mammary gland tumors (Johnston et al., 2001).

Pseudopregnancy, also known as false pregnancy, pseudocyesis, or phantom pregnancy, is a common physiological phenomenon in the luteal phase bitch. It specifically referred to the nonpregnant luteal phase. The serum progesterone level is high and sudden decline, resulting in an increased level of prolactin at the end of the luteal phase (Singh et al., 2018; Garai et al., 2020). Endocrine mechanisms are not well understood. Bitches with covert pseudopregnancy have no clinical signs, and usually does not require treatment. Observable signs such as behavior change, presenting maternal behavior, enlargement of the mammary glands, and lactation can be found in bitches with overt pseudopregnancy that require treatment (Thangamani et al., 2018). The treatment are categorized as 1) conventional treatment; Elizabethan collars and T-shirts can be used to prevent licking or nursing of the mammary gland, 2) medical treatment; dopamine agonist and 3) surgical treatment; removal of ovaries. Ovariohysterectomy (OVH) is recommenced for non-breeding dog (Thangamani et al., 2018).

Ovarian remnant syndrome (ORS) is a retained piece of ovarian tissue revascularization and function responded on endogenous reproductive hormone after a history of OVH (Limmanont et al., 2018). The most common causes are iatrogenic condition (Sontas et al., 2007). Dog with ORS might show typical proestrus or estrus signs such as vulvar swelling, serosanguinous discharge, attractiveness to male dogs, copulation and/or signs of pseudopregnancy, and also presents chronic diseases such as chronic vaginitis and stumped pyometra (Sontas et al., 2007). Diagnosing ORS is based on clinical history, clinical signs, vaginal cytology, sex hormonal analysis with or without hormone challenge, ultrasonography, and exploratory laparotomy (Johnston et al., 2001). Surgical removal of residual ovarian tissue is the recommended treatment for ORS; however, it can be difficult to identify residual ovarian tissue (Ball et al., 2010).

The reproductive status (intact or neuter) is also important for mammary gland enlargement diagnosis. Pseudopregnancy is impossible in a long period after neutering except that there is a remnant of ovarian tissue. This case report was a good demonstrated case to approach for mammary gland enlargement. The multiple types of the diagnostic tools were supported for tentative diagnosis.

Materials and Methods

A 6-year old, 25.55 kilograms, spayed female, crossbreed dog was detected an enlargement of the mammary glands while she was being admitted for cutaneous pyogranulomatous treatment at the right popliteal area.

History taking

The dog was usually raised outdoor. She had never been pregnant. She was spayed when she was approximate age for 4 years old. After she was spayed, she had no history of any presenting signs of heat and male attraction. Her *enlarged* mammary glands have been noticed by her owner for a year.

Physical examination

The dog was normal in heart sound, lung sound and body temperature. The superficial lymph nodes were not enlargement. By palpation, the patient exhibited abdominal pain. All mammary glands were enlargement without pain in Fig.1. The dark brown discharge was detected from all her nipples. Swollen vulva and vaginal discharge were not presented.



Fig.1 The enlargement of bilateral caudal abdominal and inguinal mammary glands

Clinical examination

Complete blood count and blood chemistry profiles were in the normal range, except pack cell volume (33%) was slightly decreased in Table 1, and alkaline phosphatase (203.5 IU/L) was slightly increased in Table 2. There were a few vaginal epithelial cells that were parabasal cells revealed from vaginal cytology. Serum estradiol and progesterone were 16.3 pg/mL, and 1 ng/mL, respectively (BRIA, Bangkok R.I.A. Group™, Thailand). The cytology of dark brown discharge from nipples presented numerous exfoliated glandular cells, admixed with inflammatory cells, especially neutrophils in secretory background in Fig.2. The microbiology report of discharge was no bacterial growth.

Table 1 Hematology result from Mythic 22 automated hematology analyzer, Orphee™, Switzerland

Parameters	Result	Reference range	Unit
HGB	11.3	10–18	gm%
PCV	33	35–45	%
RBC	5.74	5–9	10^6/cumm

Table 1 (continued).

Parameters	Result	Reference range	Unit
MCV	59.7	60–77	fl
MCHC	32.6	32–36	gm%
WBC	15,000	6000–17000	/cumm
Band neutrophil	150	0–300	/cumm
Segment neutrophil	12,600	3000–11400	/cumm
Lymphocyte	1050	1000–4800	/cumm
Monocyte	900	150–1350	/cumm
Eosinophil	300	100–750	/cumm
Platelet	380	200–900	10^3/uL
Plasma protein	8.2	6–7.5	mg%

HGB; hemoglobin, PCV; pack cell volume, RBC; red blood cell, MCV; mean corpuscular volume, MCHC; mean corpuscular hemoglobin concentration, WBC: white blood cell

Table 2 Blood chemistry profile result from semi-automatic biochemistry photoanalyzer Jolly 102, Crony Instruments SRL™, Italy

Parameters	Result	Reference range	Unit
BUN	8.45	10–26	mg%
Creatinine	1.00	1.0–2.2	mg%
ALT (SGPT)	12.29	6–70	37°C IU/L
ALKP	203.5	8–76	U/L

BUN; blood urea nitrogen, ALT; Alanine aminotransferase, ALKP; alkaline phosphatase

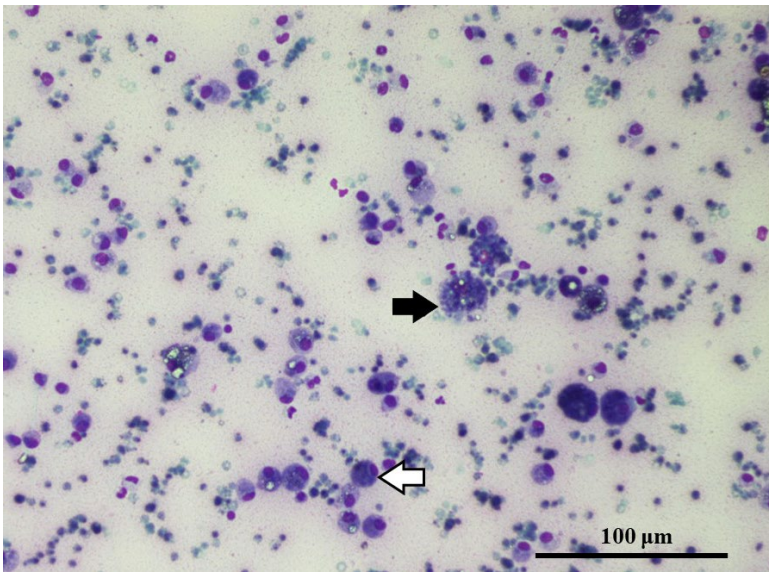


Fig. 2 Mastitis: effusive sample from mammary gland depicts several glandular epithelium (black arrow), red blood cells, neutrophils and macrophages (white arrow). Modified Giemsa stain (Bar = 100 µm)

Ultrasonography was presented an anechoic cystic like at the caudal part next to the right kidney (white arrow) in Fig. 3 and tubular organ above the urinary bladder (UB) with hypoechoic fluid inside the organ. Computerized Tomography Scan (CT Scan) in 2.5 mm thickness of thoracic and abdomen with pre-contrast imaging and post-contrast imaging were performed. There was no demonstrable of nodule in lung field. Abdominal CT Scan revealed 1) hypodense tubular organ presented above UB, measurable diameter size as 1 cm, 2) multiple small cystic lesions and hypodense tissue presented near at the right kidney position (red circle) in Fig. 4, 3) hyperdense sludge in the gall bladder, and 4) medial iliac lymph node appeared enlargement.

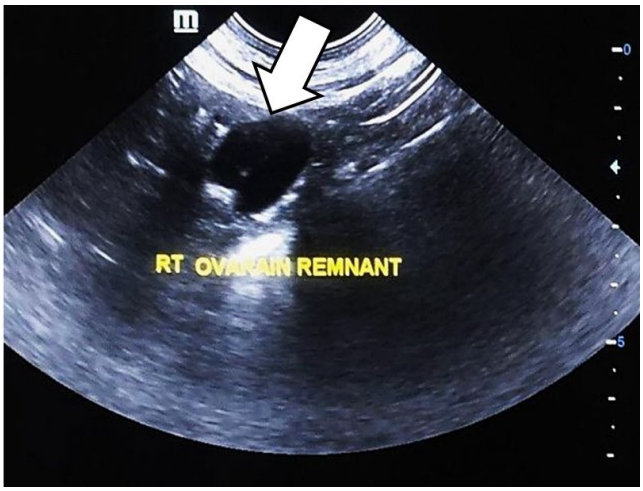


Fig. 3 Transabdominal ultrasonography (Mindray^{TM} DC70, China) reveals an anechoic cystic like (white arrow) at the caudal part next to the right kidney.

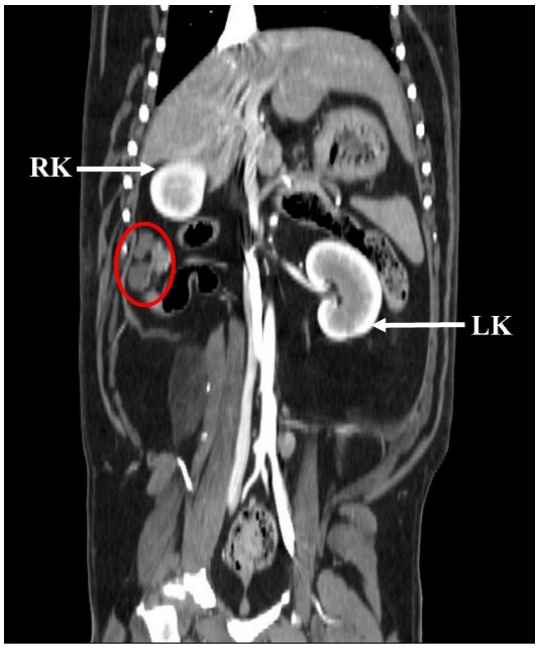


Fig. 4 Coronal CT view of abdominal reveals multiple small cystic lesions and hypodense tissues (red circle) present near at the right kidney position (RK: right kidney, LK: left kidney).

Diagnosis

Based on vaginal cytology and low levels of both serum estradiol and progesterone, the dog was anestrus stage or neutered bitch. The cytology and bacterial culture results of dark brown discharge from nipples diagnosed non-septic mastitis. The impressions from ultrasonography were right ovarian remnant and uterine stump. There was no demonstrable of nodule in lung field diagnosed from the CT Scan. Multiple small cystic lesions and hypodense tissues were near at right kidney position without organ adhesion. The tentative diagnosis of mammary gland enlargement was pseudopregnancy with non-septic mastitis and right ORS.

Surgical treatment

The dog was administrated premedication with diazepam 0.55 mg/kg, IV (Diazepam 10 mg/2 mL; the Govt. Pharm. Org., Thailand), and an anesthetic protocol was induced with propofol 3.68 mg/kg, IV (Tropofol^{TM} 1% w/v; Tjroikaa Pharmaceuticals Ltd., India). After endotracheal intubation, she was connected to an appropriate breathing system and anesthetized with 2% isoflurane (Aerrane Isoflurane USP^{TM}, Baxter Healthcare Corporation, Puerto Rico) in 100% oxygen for anesthetic maintenance. The analgesics were combined of morphine sulfate 0.4 mg/kg, IM (Morphine sulfate pentahydrate 10 mg/mL; FDA manufacturing Co., Ltd., Thailand), carpofen 4.2 mg/kg, SC (Rimadyl^{TM} 50 mg/mL, Laboratories Pfizer LTDA, Brazil) and gabapentin 3.68 mg/kg, PO (Unison Laboratories Co., Ltd., Thailand) . Amoxicillin-clavulanic acid 23.02 mg/kg, PO (Amoxclamed^{TM} 625, BIC Chemical Co., Ltd., Thailand) was a prophylaxis antimicrobial. Fluid therapy during anesthesia was 0.9% normal saline (NSS, General Hospital Products Public Co., Ltd, Thailand) at 10 mL/kg/hr, IV. The surgical area was cleaned with chlorhexidine diluted with normal saline and 70% alcohol before surgery. Surgical treatment for the right ovarian remnant was abdominal midline celiotomy. The right ovarian remnant was thickened and non-adhered with the omentum in Fig. 5A. Right ovarian remnant with vascularization was submitted for biopsy in Fig. 5A-B. The cross mattress suture with an absorbable suture 2/0 Polydioxanone (PDS^{TM}, Ethicon LLC, United State) was used for muscle sheath, subcutaneous, and subcutis tissues. The cross mattress suture with a non-absorbable suture material 2/0 Nylon (Biolon^{TM}, Sutcon, Indonesia) was used for the external skin layer.

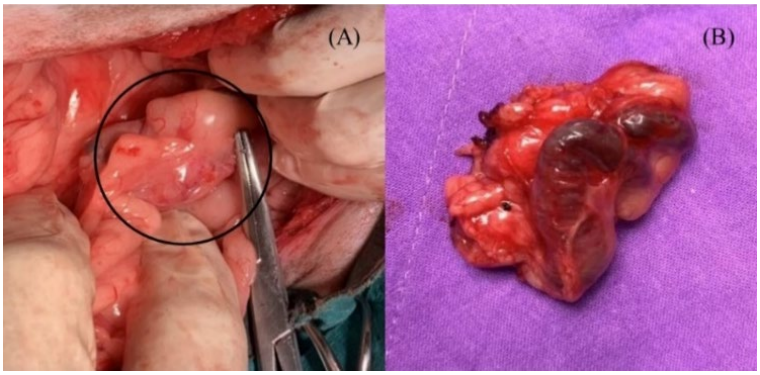


Fig. 5 Right ovarian remnant is in the abdominal cavity (A). Right ovarian tissue is submitted for biopsy (A–B).

Results and Discussion

The histopathological diagnosis was ovarian granulosa cell tumor (GCT) in Fig. 6. Ten days after the surgical removal of the remnant ovary, the size of mammary glands was substantially reduced in Fig. 7.

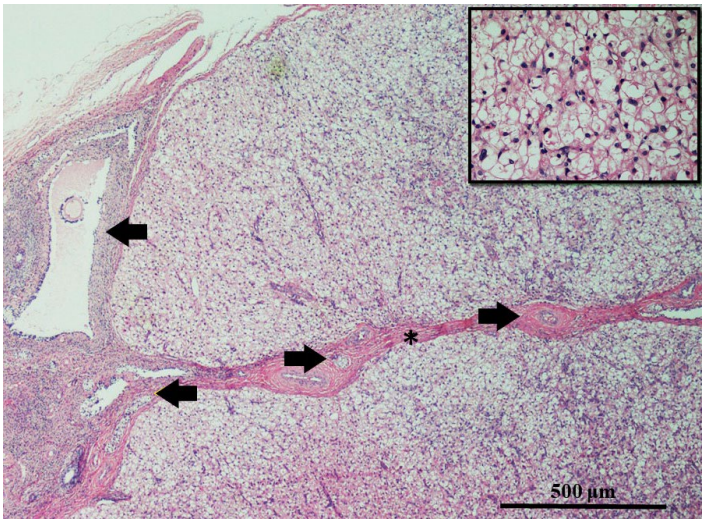


Fig 6. Granulosa cell tumor: The large sized areas of apparent luteinization characterized by accumulations of polyhedral cells with abundant vacuolated eosinophilic cytoplasm (inlet). They are separated by thick connective tissue (*) and are usually prominent adjacent to the margins of follicular structures (black arrow). H&E stain. Bar = 500 µm



Fig. 7 Mammary glands are decreased size within 10 days after remove retained ovary.

Pseudopregnancy was a rare complication in the ORS case. Mostly, complications of ORS were prolonged or intermitted estrogen influence, including vaginal hyperplasia, vaginal

mass, cystic endometrium hyperplasia, stumped pyometra, and mammary gland tumor. However, progesterone was also influenced in OSR that depended on the type of retained ovarian tissues and stage of the estrous cycle. The ovarian tissue was needed for histopathological diagnosis. Not only ovarian tissue was confirmed, but also diagnosed for corpus luteum, ovarian cyst, and tumors.

Granulosa cell tumor (GCT) was reported as one of the most frequent ovarian neoplasia in intact female dogs (Johnston et al., 2001). Granulosa cell tumor arises from the granulosa cells in the tertiary follicles that related to estrogen hormone (Oviedo-Peñata, Hincapie, Riaño-Benavides, & Maldonado-Estrada, 2020). The related of estrogen and progesterone pattern was possible varied among period of mammary gland enlargement and retained ovarian function (Oviedo-Peñata et al., 2020). However, GCT and concurrent pseudopregnancy was rare case.

This case presentation was mammary gland enlargement, and there were no signs of heat which mean she was out of estrogen influence. Vaginal cytology and based line of serum estradiol and progesterone were related in anestrus stage, non-functional ovarian function, or neutered bitch. As in our case, serum estradiol, progesterone, and LH concentrations were not helpful in confirming ORS in the bitch (Ball et al., 2010). A more reliable preoperative diagnosis of ORS was performed by using hormone stimulation tests by gonadotropin-releasing hormone or human chorionic gonadotropin (Ball et al., 2010). Hormone stimulation tests were not performed in this study because there was any evidence of suspected ovarian remnant detected by other tools. In this case, transabdominal ultrasonography was supported ORS diagnosis and provided the location of retained ovarian tissue. The success or failure to identify ovarian tissue by ultrasonography may be related to the expertise of the practitioner, stage of the estrous cycle of the animal at the time of examination, and size of the residual ovarian tissue (Ball et al., 2010).

Abdominal CT Scan was useful for scanning the organ adhesion. Thoracic CT Scan was performed to confirm any small lesion of lung metastasis when mammary gland tumor was not ruled out from differential diagnosis.

Mammary gland enlargement includes pregnancy, pseudogrenancy, mastitis and mammary gland tumor. The differential diagnosis requires a complete history taking, physical examination, ultrasonography of the affected glands and pregnancy scan. A complete history should include the sex, age, reproductive status (intact/neuter, mating, pregnancy/nonpregnancy), age at spay, duration of clinical signs and the growth rate of the mass. On clinical examination, location, shape and size of the mass, number of affected glands, presence of trauma, inflammation, and ulceration of the lesions, lymph node enlargement and evidence of distant metastasis should be evaluated (Johnston et al., 2001). In this case, the dog was covert pseudopregnancy and non-septic mastitis that were not serious signs. Pseudopregnancy signs were normally self-improved when bitches entered in anestrus. However, other complications of ORS were possibly developed, surgical treatment was recommended.

In conclusion, mid to old age of neutered dogs with mammary gland enlargement are usually diagnosed with mammary gland tumors. Ovarian remnant syndrome should also be considered in mammary gland enlargement in neutered dog. This case presentation was a rare case that ORS developed GCT and pseudopregnancy.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

Authors would like to thanks Dr. Piyathip Choochalerm, Kasetsart Veterinary Imaging and Radiotherapy Center, Kasetsart University Veterinary Teaching Hospital for the CT Scan result, Assoc. Prof. Dr. Kreangsak Prihirunkij, for cytological and histopathological diagnostics and Assoc. Prof. Dr. Kaitkanoke Sirinarumitr for advice and English proofreading.

References

Ball, R.L., Birchard, S.J., May, L.R., Threlfall, W.R., Young, G.S. 2010. Ovarian remnant syndrome in dogs and cats: 21 cases (2000–2007). J. Am. Vet. Med. Assoc. 236: 548–553. doi: 10.2460/*javma*.236.5.548.

Garai, D., Mukherjee, I., Roy, I., Mukhopadhyay, A. 2020. Pseudopregnancy in a bitch-a case report. Indian J. Anim. Hlth. 59: 103–104.

Johnston, S.D., Kustritz, M.V.R., Olson, P.S. 2001. Canine and Feline Theriogenology: Saunders Company. Missouri, USA, pp. 199–200.

Limmanont, C., Niyatiwatchanchai, N., Choochalermporn, P., Setthawongsin, C., Choochalermporn, P., Sirinarumitr, T., Sirinarumitr, K. 2018. Multiple vulvar-vestibular abscesses in dog with uterine and ovarian remnant syndromes: A case report. The 11th Vpat Regional Veterinary Congress – Vrvc. Thailand. doi: 10.13140/rg.2.2.12277.19683.

Oviedo-Peñata, C.A., Hincapie, L., Riaño-Benavides, C., Maldonado-Estrada, J.G. 2020. Concomitant presence of ovarian tumors (teratoma and granulosa cell tumor), and pyometra in an English bulldog female dog: A case report. Front. Vet. 6. doi: 10.3389/fvets.2019.00500

Singh, L.K., Bhimte, A., Pipelu, W., Mishra, G., Patra, M. 2018. Canine pseudopregnancy and its treatment strategies. Depression 17: 20.

Sontas, B., Gürbulak, K., Ekici, H. 2007. Ovarian remnant syndrome in the bitch: A literature review. Arch. Med. Vet. 39: 99–104.

Thangamani, A., Srinivas, M., Anusha, K. 2018. Canine Pseudopregnancy: A Review. Research & Reviews: J. Vet. Sci. Technol. 7: 7–11.

Vasiu, I., Tăbăran, F., Pop, R.A., Brudaşcă, F.G., Tvarijonaviciute, A., Dąbrowski, R. 2018. Usefulness of cytological evaluation of milk in diagnosing mastitis in bitches. Med. Weter. 74: 640–645. doi: dx.doi.org/10.21521/mw.5963.

Toxicity of bacterial toxins on solid tumor growth

Peera Arreesrisom, Pornphimon Metheenukul, Noppadol Prasertsincharoen, Oumaporn Rungsuriyawiboon*
Department of Veterinary Technology, Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
*Corresponding author. E-mail address: cvtopr@ku.ac.th

Abstract

A novel of cancer therapy is developed for effective eradiation of cancer cells and reduced side effect of drug. There are many modern methods for cancer therapy such as antibodies, fusion protein and cytokines. This study aimed to evaluate toxicity of bacterial toxin streptonigrin on solid tumor growth. The bacterial toxin Streptonigrin was introduced for testing against growth rate of solid tumor mass isolated from dogs which treated with surgical therapy. The Primary culture of skin tumor has high growth cell densities in Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM) supplement with 10% L-glutamine, 10% Penicillin-Streptomycin and 30% fetal bovine serum. Then, cells were treated with streptonigrin on the concentrations of 0.2, 0.02 and 0.002 mg/ml to observe for toxic effect compared with cell control after 24, 72 and 144 h exposure. The inhibition efficiency was evaluated by several criteria, including the time of death, cell appearance, cell morphology and capability of proliferation. Notably, primary skin cancer cells treated with streptonigrin concentrations of 0.2, 0.02 and 0.002 mg/ml showing the mortality rate of 69.74% 8.33% and 8.83%, respectively. These findings suggested that streptonigrin has a high ability to inhibit the growth rate of skin cancer cell and can lead to further beneficial study in field of cancer-therapy-related toxicity.

Keywords: Bacterial toxin, Squamous cell carcinoma, Streotonigrin

Introduction

Cancers are one cause of death in dogs. Common cancer found in dogs such as mast cell tumors, lymphoma, squamous cell carcinoma. Squamous cell carcinoma (SCC) is important cancer found in Pekingese, Scottish Terriers, Poodles, Boxer Dogs. The morphology of squamous cell carcinoma is present by a single mass, firm, cauliflower like lesion. The successful treatment of SCC is surgical removal. Combine therapy may be required with radiation or chemotherapy in the case of invasion of SCC. In case of SCC presented in an oral, nasal or deep part of the body surgical treatment cannot perform, radiation or chemotherapy is the better choice for treatment. There are many drugs that can use to treat SCC, Cemiplimab, Keytruda (Pembrolizumab), Libtayo (Cemiplimab), Pembrolizumab. Previous studies compare single drug treatment and combined drug treatment therapy and showed the use of combined drugs had more effective than single drug but no different overall survival rate (Bolzán et al., 2001). Streptonigrin is a bacterial toxin isolated from *Streptomyces flocculus* act as antibacterial activities and also used as an anticancer. Streptonigrin was used in a capsule containing 0.2 mg for the oral route (Ganjibakhsh et al., 2017). Side effects of streptonigrin administer by oral route can found nausea, vomit, bone marrow suppression. These side effects were diminished after withdrawing from drug treatment. Even though, the toxicity of streptonigrin but no case report of the lethal case in human due to streptonigrin toxicity. In this study, we have testedthe effects of streptonigrin on growth of canine SCC and antitumor effects.

Materials and Methods

Primary cell culture

Tumor mass was obtained from the Veterinary clinic and hospital with diagnostic SCC. Small pieces of tumor mass were collected in tissue culture medium Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM) immediately after surgical, storage in 4°C, and transport to the laboratory. Tumor mass was trimed and choped to small pieces. 500 µl. trypsin was added into 15 ml. conical tube and incubated in 37°C for 30 minutes, the DMEM containing 10% FBS was added to inhibit the reaction. Cells were resuspended and transfered the supernatant into the new tube with DMEM containing 10% FBS. The isolated cell was washed 3 times, transfered to tissue culture flask with culture medium supplemented with 30% FBS, penicillin (500U/ml) and streptomycin (500µg/ml), L-glutamine 10 µg/ml and incubated at 37°C with 5% CO_2 in the complete culture medium for approximately two weeks. After the expansion of the cells for 70–80% confluence, trypsin-EDTA was used to subculture the cells, cells were diluted in 2×10^3 cells/ml into the culture medium and seeding 50 µl/well in 96 well plates. Culture medium was changed every 2 days and morphology of cell were observed every day. Polygonal cells, large nuclei according to a description by Maysem were propagated and expanded until 4–5 passages.

Chemical preparation

Streptonigrin (Sigma-Aldrich®) were dilute in DMSO to make a stock solution at concentration 0.1 g/ml and storage at 4°C, light protection. To determine cell toxicity,

streptonigrin were diluted with complete culture medium to make concentration 0.2, 0.02, 0.002 mg/ml and fresh preparation before use.

Determination of cell growth

Confluent cells reach 80–90% were trypsinized and counted in a Neubauer hemacytometer at 1:2 dilution with trypan blue dye exclusion. To determine the cell growth, the cells were resuspended in Gibco Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) containing 30% FBS, penicillin, and streptomycin seeded into 24 well plates at a density of 2×10^4 cells/ml. and incubated at 37°C with 5% CO_2. The culture medium was changed every 2 days and the morphology of the cell was observed every day. A cell in each well was collected and counted in a Neubauer hemacytometer at 1:2 dilution with trypan blue dye exclusion every 24 hr for 7 days. Count the number of viable (seen as bright cells) and non-viable cells (stained blue). Ideally >100 cells should be counted in order to increase the accuracy of the cell count (Harris et al., 1965).

Evaluation of streptonigrin toxicity in SCC

Cells were plate in 96 well plates with a density of 2×10^3 cells per well and incubated at 37°C with 5% CO_2. After 24 hours. Streptonigrin was diluted at 0.2, 0.02, 0.002 mg/ml with complete medium and added in 100 µl/well, incubate for 24 hr. in a CO_2 incubator. The next day, the culture medium were removed and washed 3 times with PBS. Gibco Trypsin-EDTA (0.25%) was used to remove the attach the cells. Then, cells were diluted in trypan blue for study cell viability. The total number of 200 cells were counted under the microscopy and calculated for cell viability using the Equation 1 below.

$$\% \text{ Cell viability} = (\text{viable cell/total number}) \times 100 \quad (1)$$

Results and Discussion

Determination of cell growth

The primary cell was evaluated for growth performance and growth rate of tumor cells. Condition of culture medium was adjusted for cell survival and growth performance. A cell at passage 4–5 was used to determine the growth rate of the cell. We found that the growth rate of cells was started after 3–4 days in 24 well plates. The growth rate in the early-stage showed a slow proliferation rate. After that, the growth rate of the primary cell was increased to double or triple time within 2 days. The morphology of the cell was presented in culture plate as shown in Fig. 1.

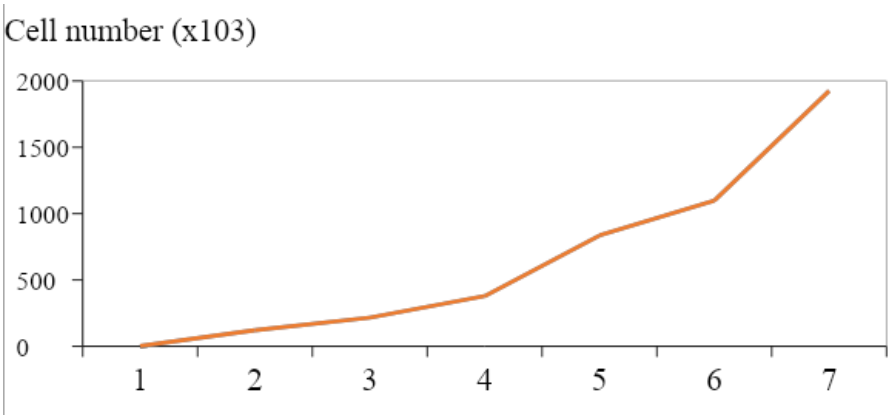


Fig. 1 Growth rate curve of canine SCC in culture condition and associated with days

Evaluation of streptonigrin toxicity in SCC

Evaluation toxicity of streptonigrin against primary SCC was determined in the cell culture system. The concentration of streptonigrin at 0.2, 0.02, 0.002 mg/ml with the complete medium were co-incubation with primary SCC for 24 hrs. The concentration of streptonigrin at 0.2 mg/ml can cause cell death in 69.74% of the population while 0.02 and 0.002 mg/ml can inhibit cell development of cancer cells with a mortality rate of 8.3% and 8.83% respectively within 7 days. Morphology of primary SCC was shrinkage, detachment from the bottom, and death are shown in Fig. 2

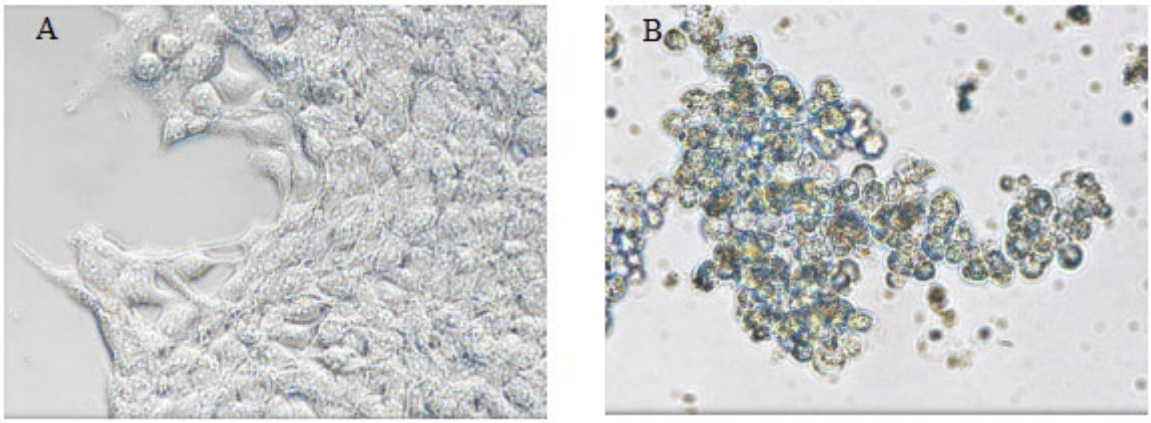


Fig. 2 Canine SCC growth without toxin (A). Cell detachment from plate after treatment with streptonigrin 0.2 mg/ml. for 24 hr. (B)

The established of canine SCC for testing anticancer of new pharmacological product and study cancer biology in the dog is useful for veterinary medicine. (Hassan et al., 1977) Isolation of canine SCC was isolated by dilution of cell and grown in 96 well plates, epithelial-like cell was selected for expansion and used in this study.

A novel of cancer therapy is important for curative treatment. Drugs or herbal extract were trying to test for anticancer properties and develop the modern structure to enhance the efficacy of drugs. Streptonigrin is one of the choices to treat cancer because they have fewer side effects in animal models. Mode of action of streptonigrin caused alteration of heterochromatin formation and resulted in induce cell death. Moreover, streptonigrin has been

used as an antibiotic against *E. coli* and *B. subtilis* (Louis et al., 2011). In this study, we found the effect of streptonigrin can inhibit cell growth and proliferation of canine SCC at a concentration of 0.2 mg/ml while lower concentrations were less effectived. Previous study shown streptonigrin can negative control of β-catenin/Tcf signaling and interfere cell proliferation by inhibit β-catenin in cancer cells Also, it can interrupt DNA and RNA synthesis resulted in DNA damage 8 derivative 7-(1-methyl-2-oxopropyl) streptonigrin is potentiate to induce apoptosis in human neuroblastoma SH-SY5Y cells via a p53-dependent pathway. (Testoni et al., 1995) The mode of action of streptonigrin is potentiated to inhibit cancer cells as shown in a previous study and related to my result. Streptonigrin can develop into a pharmacological product and used as skin cancer therapy and replace the surgical movement of cancer cell in the future.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

This work was supported by the Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University.

References

Bolzán, A.D, Bianchi, M.S. 2001. Genotoxicity of streptonigrin: A review. Mutat. Res-Envir. Muta. 488: 25–37. doi: 10.1016/s 1383-5742(00)00062-4

Ganjibakhsh, M., Aminishakib, P., Farzaneh, P., et al. 2017. Establishment and characterization of primary cultures from Iranian oral squamous cell carcinoma patients by enzymatic method and explant culture. J. Dent. (Tehran). 14: 191–202.

Harris, M.N., Medrek, T.J., Golomb, F.M., Gumport, S.L., Postel, A.H., Wright, J.C. 1965. Chemotherapy with streptonigrin in advanced cancer. Cancer 18: 49–57.

Moustafa, H.H., Fridovich, I. 1977. Enzymatic defenses against the toxicity of oxygen and of streptonigrin in Escherichia coli. J. Bacteriol. 129: 1574–83.

Jacobs, C., Enríque Velez-García, G.L., Sridhar, K.S., et al. 1992. A phase III randomized study comparing cisplatin and fluorouracil as single agents and in combination for advanced squamous cell carcinoma of the head and neck. J. Clin. Oncol. 10: 257–63.

Louis, K.S., Siegel, A.C. 2011. Cell viability analysis using trypan blue: Manual and automated methods. Method. Mol. Biol. 740: 7–12. doi: 10.1007/978-1-61779-108-6_2

Loyola, A.C., Dao, K., Shang, R., Zhang, L. Dutta, P., Fowler, C., Li, J., Li, W.X. 2020. Streptonigrin at low concentration promotes heterochromatin formation. Sci. Rep-UK. 10: 3478. doi.org/10.1038/s41598-020-60469-6

Seyeon, P. , Sohyun, C. 2011. Streptonigrin inhibits β-Catenin/Tcf signaling and shows cytotoxicity in β-catenin-activated cells. Biochim. Biophys. Acta. 1810: 1340–5. doi: 10.1016/j.bbagen.2011.06.023.

Testoni, M.I., Bianchi, N.O., Bianchi, M.S. 1995. The kinetics of chromosome and DNA damage by streptonigrin in CHO cells. Mutat. Res-Envir. Muta. 334: 23–31. doi: 10.1016/0165-1161(95)90027-6.

Diagnosis of hemotropic *Mycoplasma* species in healthy cats using a PCR technique

Chonnikan Tawean[a], Gunn Kaewmongkol[b], Tawin Inpankaew[c], Wanat Sricharern[a], Natnaree Inthong[a], Phirabhat Saengsawang[d], Sarawan Kaewmongkol[a,*]

[a]Department of Veterinary Technology Faculty, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Companion Animal Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

[c]Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[d]Akkhararatchakumari Veterinary College, Walailak University, Nakhon Si Thammarat 80161, Thailand.

*Corresponding. E-mail address: cvtswt@ku.th

Abstract

Feline hemotropic *Mycoplasma* species cause infectious anemia in cats that were transmitted by flea, cat fight and blood transfusion. Three species in cats reported in Thailand include *Mycoplasma haemofelis* (*Mhf*), *Candidatus* Mycoplasma haemominutum (*CMhm*), and *Candidatus* Mycoplasma turicensis (*CMtc*). Variable pathogenicity has been reported among the three species. Identification of identified *Mycoplasma* species are performed using species-specific PCR and DNA sequencing which require 5–7 working days. However, screenings of blood donor contaminations need a rapid test. The study aims to investigate feline hemoplasma in healthy cats that are the candidates as blood donors. DNA extracted from blood samples of 45 healthy cats were detected *Mycoplasma* species using a genus-specific nested PCR and sequencing. The positive results were 10/45 (22.22%) including, *CMhm* 8, *Mhf* 1, and *CMtc* 1. The gel electrophoresis and DNA sequencing results revealed that length of the PCR products of *CMhm* were approximately 580 bp (*CMtc* and *Mhf*; approximately 560 bp). Without sequencing process, the genus-specific PCR used in this study could classify *CMhm* (likely less pathogenicity) due to the different size of the PCR products. The high infection rate in healthy cats made more concern of transmission by blood transfusion from asymptomatic healthy cats as blood donors.

Keywords: Blood donor, Hemotropic mycoplasma, Nested polymerase chain reaction

Introduction

Hemotropic mycoplasma bacteria are known as hemoplasmas that infect a wide range of mammals (Neimark et al., 2001; Willi et al., 2007). Recently, three feline hemoplasma species cause diseases in domestic cats in Thailand, including *Mycoplasma haemofelis* (*Mhf*), *Candidatus* Mycoplasma haemominutum (*CMhm*), and *Candidatus* Mycoplasma turicensis (*CMtc*) (Do et al., 2020, Kaewmongkol et al., 2020). Hemotropic *Mycoplasma* species are Gram-negative bacteria without cell walls and unculturable (Foley and Pedersen, 2001; Gentilini et al., 2009; Willi et al., 2007). The surface of cats' red blood cells are targets of these bacteria. These agents are also called feline hemoplasmas as cause of the diseases, feline hemotropic mycoplasmosis. The main clinical sign is anemia (Barker and Tasker, 2013). Clinical signs could be different from absence of illness to acute hemolytic anemia, and could be severe in some cases. The infected cats show pale mucous membrane, depression, lethargy, weight loss, anorexia, dehydration, and even sudden death (Tasker, 2010). Disease transmissions are hematophagous arthropods such as fleas, aggressive interactions (cat fights), and blood transfusion (Museux et al., 2009). Cytological examinations of blood smears are low sensitivity and specificity (Ghazisaeedi et al., 2014; Tasker and Lappin, 2002). Main diagnostic methods are molecular assays (Tasker et al., 2003; Tasker et al., 2004; Wengi et al., 2008; Willi et al., 2009).

In Bangkok Thailand, the studies of feline hemoplasmas were performed in both stray and pet cats (Do et al., 2020; Kaewmongkol et al., 2020). The PCR detected 27.7% (64/231) positive for feline hemotropic *Mycoplasma* spp. in the pet cats (Kaewmongkol et al., 2020) and found 38.05% (180/473) positive in stray cats (Do et al., 2020). *CMhm* was the most prevalent species in both studies.

Hemoplasmas can be transmitted via intravenous inoculation of blood and are sometimes related with clinical sickness in experimentally inoculated or naturally exposed cats (Hackett et al., 2006). Hemoplasmas can be transmitted between cats with as few as 1 to 2 ml of blood administered IV (Hackett et al., 2006). The Consensus statement was published for feline blood donor screening for blood-borne pathogens in 2016 (Wardrop et al., 2016). This statement recommended that the highly pathogenicity *Mhf* should be screened in all cat donors prior to blood transfusions. Those *Mhf* positive cats should be rejected from the list of blood donor candidates. Screening of *CMhm* and *CMtc* infections were suggested as optional tests for cat blood donors. There is lack of strong evidences to support that these two species could be the causes of diseases in cats. Regularly fleas control should be continued in the hemoplasma negative cats as blood donor candidates. (Foley et al., 1998; Reine, 2004; Westfall et al., 2001).

This study aims to investigate feline hemoplasma infections in healthy cats (asymptomatic cats) that are the candidates as blood donors. This study detects hemotropic *Mycoplasma* species in healthy cats using a genus-specific nested PCR and DNA sequencing.

Materials and Methods

Samples and data collection

Blood samples of 45 cats were collected from various veterinary clinics in Bangkok, Thailand. All blood samples were taken by a qualified veterinarians or veterinary technicians.

Information was recorded for each animal (age, sex, breed, clinical sign, healthy status). The inclusion criteria of theses asymptomatic cats included age from 1–7 years old, body weight over 4 kg, HCT >35%, normal liver enzyme level, and no azotemia. These cats have never been blood donors before and there was no history of any major surgery in the past 3 months with annual core vaccine program. The female cats were not in the estrous period, pregnant or post-natal care. Blood samples in EDTA tubes were kept at -20°C until DNA extraction.

DNA extraction

Total DNA was extracted from 50–200 µl of peripheral whole blood using the E.Z.N.A® Tissue DNA kit (Omega Bio-tex Inc., Norcross, Georgia, USA) following the manufacturer's instructions. The elution volume was 20–40 µl, and the extracted DNA were stored at -20°C.

Polymerase chain reaction (PCR)

A nested PCR for feline hemotropic *Mycoplasma* was performed following a previous report in Thailand (Kaewmongkol et al., 2020). A forward primer Myco184-F1 (ACCAAGSC RATGATRGRTAGCTGG) was used for a primary PCR and a reverse primer was Myco1310-R1 (ACRGGATTACTAGTGATTCCAACTTCAA) that the length of the PCR product from a primary PCR was approximately 1,127 bp. The amplification was carried out in 20 µl reaction mix containing 2 µl template DNA, 1X PCR buffer, 2 mM $MgCl_2$, 0.2 mM dNTPs, 1 pmol of each primer and 2 units of Taq DNA polymerase. Nuclease-free water was added to make a total volume of 20 µl. PCR amplification was performed with an initial denaturing step at 95 °C for 3 min, followed by 40 cycles at 95°C for 1 min, 55°C for 1 min, 72°C for 1.30 min and final extension step of 72°C for 10 min. The primers used in a secondary PCR included Myco322-F2 (GCCCATATTCCTACGGGAAGCAGCAGT) and Myco938-R2 (CTCCACCACTTGTTCAGG TCCCCGTC) and produced approximately 500 bp PCR products. The second round of PCR consisted of initial denaturing step at 95 °C for 5 min, followed by 40 cycle at 95°C for 1 min, 60°C for 1 min, 72°C for 45 sec. and final extension step of 72°C for 10 min. The electrophoresis was performed using 100V for 25 min on a 1.5% agarose gel. DNA bands were visualized under Dark Reader Transilluminators (Labtech International Ltd, UK).

DNA sequencing

An UltraClean™15 DNA Purification Kit was used for the purification of the PCR products from the agarose gel. DNA sequencings were performed using an ABI PrismTM Terminator Cycle Sequencing kit in an Applied Biosystem 3730 DNA Analyzer, according to the manufacturer's instructions. The DNA sequences were analyzed by BLAST algorithm provided on the NCBI database.

Results and Discussion

Hemoplasma spp. infections

Hemotropic mycoplasmas were detected that the PCR products have length approximately 500 bp. The PCR positive samples were 10 of 45 samples (22.22%). BLAST results revealed that 8/45 (17.78%) of cats were positive for *CMhm,* 1/45 (2.22%) for *Mhf,* and

1/45 (2.22%) for *CMt* (Table 1). Of the 10 infected cats, the PCR-positive cats consist of, 6 cats with age between 1-5 years, and 4 cats with age older than 5 years. The 10 PCR-positive cats included 7 males and 3 females. The gel electrophoresis and DNA sequencing results revealed that length of the PCR products of *CMhm* were approximately 580 bp. The PCR products of *CMtc* and *Mhf* were approximately 560 bp.

Table 1 PCR result for cat hemoplasma positives of 45 domestic cats from Bangkok Thailand

PCR result	Number of infected cats	Percentage (%)
Hemoplasma positive	10	22.22%
CMhm	8	17.78%
Mhf	1	2.22%
CMt	1	2.22%

High prevalence of the hemoplasmas found in our study demonstrated high transmission rate among cats without clinical signs. Infection of hemotropic mycoplasmas was 22.22% in asymptomatic healthy cats that was higher than the prevalence reported in other studies in domestic and healthy cats worldwide (ranged from 9% to 16%) (Bergmann et al., 2016; Díaz-Regañón et al., 2018; Ravagnan et al., 2017; Tanahara et al., 2010). The higher positive rate in domestic cats may reflect the higher possibility of exposure to blood-sucking arthropods or cat-bites. Both factors could increase infection risk for hemoplasma. The region of Southeast Asia has a tropical climate throughout the year, which may impact number and diversity of blood-sucking arthropods. This climate enhances habitat areas of the arthropods that promotes continuous exposure between cats. The lower prevalence was observed in non-tropical regions (Miceli et al., 2013; Willi et al., 2006) which could partly explain our results. Our cats were selected without predilection for sex, breed, and age. Interestingly, all parameters for the inclusion criteria were used as the condition of healthy cats that are the candidates for blood donors. Higher prevalence of *Mhf* is frequently found in studies in which the cats selected are sick, regardless of the presence or absence of anemia (Ghazisaeedi et al., 2014; Jansen et al., 2001; Kewish et al., 2004). In our study, *Mhf* was detected in one cat without any clinical signs and all blood parameters were in reference ranges. The asymptomatic healthy cats infected by *CMhm* have been reported to be the most prevalent species worldwide (Fujihara et al., 2007; Inokuma et al., 2004; Macieira et al., 2008). The detection of *CMhm* was predominant in our results that the selected cats were categorized as in the healthy cat status. The different forms of transmission could occur between *Mhf* and *CMhm* caused by low potential of *CMhm* for causing sick and death in cats (Tanahara et al., 2010). However, *CMhm* has been reported that it has a longer duration period of infection than other feline hemoplasmas (Barker and Tasker, 2013).

In the present study, a high number of healthy cats as carriers of feline hemoplamas were detected. Commonly, carrier cats with hemoplasma do not show clinical signs unless their health deteriorates as any immunocompromised condition (Barker and Tasker, 2013; George et al., 2002). Consequently, blood transfusion contaminated with *CMhm* could cause health problems to recipient cats with immunocompromised diseases. Without sequencing process, the genus-specific PCR used in this study could classify *CMhm* due to the different size of the

PCR products that *CMhm* is likely less pathogenicity than *Mhf*. Therefore, hemoplasmas should be screened in periodically healthy cats as blood donors.

This survey demonstrates the infection and distribution of feline hemoplasmas in healthy cats which are the candidates for blood donors. Such information can contribute to developing effective screening, prevention, and control programs in cat blood donors. This study also prove that asymptomatic healthy cats could be infected with feline hemoplasmas. Therefore, the tests for hemoplasmas should be optimally performed in healthy cats as blood donors screening program for blood-borne pathogens. The high infection rate in healthy cats made more concern of transmission by blood transfusion from asymptomatic healthy cats as blood donors.

Acknowledgements

This study was supported by Kasetsart University Research and Development Institute (KURDI).

References

Barker, E., Tasker, S. 2013. Haemoplasmas: Lessons learnt from cats. New. Zeal. Vet. J. 61: 192–184. doi.org/10.1080/00480169.2013.771760

Bergmann, M., Englert, T., Stuetzer, B., Hawley, J. R., Lappin, M. R., Hartmann, K. 2016. Risk factors of different hemoplasma species infections in cats. BMC. Vet. Res. 13: 1–6. doi 10.1186/s12917-017-0953-3

Díaz-Regañón, D., Villaescusa, A., Ayllón, T., Rodríguez-Franco, F., García-Sancho, M., Agulla, B., Sainz, Á. 2018. Epidemiological study of hemotropic mycoplasmas (hemoplasmas) in cats from central Spain. Parasite. Vectors. 11: 140. doi.org/10.1186/s13071-018-2740-9

Do, T., Kamyingkird, K., Bui, L.K., Inpankaew, T. 2020. Genetic characterization and risk factors for feline hemoplasma infection in semi-domesticated cats in Bangkok, Thailand. Vet. World. 13: 975–980.

Foley, J.E., Harrus, S., Poland, A., Chomel, B., Pedersen, N.C. 1998. Molecular, clinical, and pathologic comparison of two distinct strains of Haemobartonella felis in domestic cats. Am. J. Vet. Res. 59: 1581–1588.

Foley, J.E., Pedersen, N.C. 2001. Candidatus Mycoplasma haemominutum, a low-virulence epierythrocytic parasite of cats. Int. J. Syst. Evol. Micr. 51: 815–817. doi.org/10.1099/00207713-51-3-815

Fujihara, M., Watanabe, M., Yamada, T., Harasawa, R. 2007. Occurrence of Candidatus Mycoplasma turicensis' infection in domestic cats in Japan. J. Vet. Med. Sci. 69: 1061–1063. doi.org/10.1292/jvms.69.1061

Gentilini, F., Novacco, M., Turba, M. E., Willi, B., Bacci, M. L., Hofmann-Lehmann, R. 2009. Use of combined conventional and real-time PCR to determine the epidemiology of feline haemoplasma infections in northern Italy. JFMS. 11: 277–285. doi.org/10.1016/j.jfms.2008.06.008

George, J.W., Rideout, B.A., Griffey, S.M., Pedersen, N.C. 2002. Effect of preexisting FeLV infection or FeLV and feline immunodeficiency virus coinfection on pathogenicity of the small variant of Haemobartonella felis in cats. Am. J. Vet. Res. 63: 1172–1178. doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.1172

Ghazisaeedi, F., Atyabi, N., Zahrai Salehi, T., Gentilini, F., Ashrafi Tamai, I., Akbarein, H., Tasker, S. 2014. A molecular study of hemotropic mycoplasmas (hemoplasmas) in cats in Iran. Vet. Clin. Path. 43: 381–386. doi.org/10.1111/vcp.12166

Hackett, T.B., Jensen, W.A., Lehman, T.L., Hohenhaus, A.E., Crawford, P.C., Giger, U., Lappin, M.R. 2006. Prevalence of DNA of Mycoplasma haemofelis,'Candidatus Mycoplasma haemominutum,'Anaplasma phagocytophilum, and species of Bartonella, Neorickettsia, and Ehrlichia in cats used as blood donors in the United States. J. Am. Vet. Med. Assoc. 229: 700–705. doi.org/10.2460/javma.229.5.700

Inokuma, H., Taroura, S., Okuda, M., Hisasue, M., Itamoto, K., Une, S., Taura, Y. 2004. Molecular survey of Mycoplasma haemofelis and Candidatus Mycoplasma haemominutum'infection in cats in Yamaguchi and surrounding areas. J. Vet. Med. Sci. 66: 1017–1020. doi.org/10.1292/jvms.66.1017

Jensen, W.A., Lappin, M.R., Kamkar, S., Reagan, W.J. 2001. Use of a polymerase chain reaction assay to detect and differentiate two strains of Haemobartonella felis in naturally infected cats. Am. J. Vet. Res. 62: 604–608. doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.604

Kaewmongkol, S., Lakhana, N., Sirinarumitr, T., Fenwick, S.G., Kaewmongkol, G. 2020. Investigation of hemotropic Mycoplasma spp. genotypes in client-owned cats in Thailand. Vet. Microbiol. 247: 108765. doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108765

Kewish, K.E., Appleyard, G.D., Myers, S.L., Kidney, B.A., Jackson, M.L. 2004. Mycoplasma haemofelis and Mycoplasma haemominutum detection by polymerase chain reaction in cats from Saskatchewan and Alberta. Can. Vet. J. 45: 749–752.

Macieira, D.B., de Menezes, R.d.C.A., Damico, C.B., Almosny, N.R., McLane, H.L., Daggy, J.K., Messick, J.B. 2008. Prevalence and risk factors for hemoplasmas in domestic cats naturally infected with feline immunodeficiency virus and/or feline leukemia virus in Rio de Janeiro-Brazil. J. Feline. Med. Surg. 10: 120–129. doi.org/10.1016/j.jfms. 2007.08.002

Miceli, N.G., Gavioli, F.A., Gonçalves, L.R., André, M.R., Sousa, V.R.F., Sousa, K.C.M.d., Machado, R.Z. 2013. Molecular detection of feline arthropod-borne pathogens in cats in Cuiabá, state of Mato Grosso, central-western region of Brazil. Rev. Bras. Parasitol. V. 22: 385–390. doi.org/10.1590/S1984-29612013000300011

Museux, K., Boretti, F.S., Willi, B., Riond, B., Hoelzle, K., Hoelzle, L.E., Reusch, C.E. 2009. *In vivo* transmission studies of Candidatus Mycoplasma turicensis' in the domestic cat. Vet. Res. 40: 1–14. doi.org/10.1051/vetres/2009028

Neimark, H., Johansson, K.-E., Rikihisa, Y., Tully, J.G. 2001. Proposal to transfer some members of the genera Haemobartonella and Eperythrozoon to the genus Mycoplasma with descriptions of 'Candidatus Mycoplasma haemofelis', 'Candidatus Mycoplasma haemomuris', 'Candidatus Mycoplasma haemosuis' and 'Candidatus Mycoplasma wenyonii'. Int. J. Syst. Evol. Micr. 51: 891–899. doi.org/10.1099/00207713-51-3-891

Ravagnan, S., Carli, E., Piseddu, E., Da Rold, G., Porcellato, E., Zanardello, C., Capelli, G. 2007. Prevalence and molecular characterization of canine and feline hemotropic mycoplasmas (hemoplasmas) in northern Italy. Parasite. Vectors. 10: 132. doi.org/10.1186/s13071-017-2069-9

Reine, N.J. 2004. Infection and blood transfusion: A guide to donor screening. Clin. Tech. Small. An. P. 19: 68–74. doi.org/10.1053/j.ctsap.2004.01.002

Roura, X., Peters, I.R., Altet, L., Tabar, M.-D., Barker, E.N., Planellas, M., Tasker, S. 2010. Prevalence of hemotropic mycoplasmas in healthy and unhealthy cats and dogs in Spain. J. Vet. Diagn. Invest. 22: 274–270. doi.org/10.1177/104063871002200219

Spada, E., Proverbio, D., Galluzzo, P., Della Pepa, A., Bagnagatti De Giorgi, G., Perego, R., Ferro, E. 2014. Prevalence of haemoplasma infections in stray cats in northern Italy. ISRN. Microbiol. 2014: 298352. doi.org/10.1155/2014/298352

Tanahara, M., Miayamoto, S., Nishio, T., Yoshii, Y., Sakuma, M., Sakata, Y., Endo, Y. 2010. An epidemiological survey of feline hemoplasma infection in Japan. J. Vet. Med. Sci. 72: 1575–1581. doi.org/10.1292/jvms.10-0143

Tasker, S. 2010. Haemotropic mycoplasmas: What's their real significance in cats?. J. Feline. Med. Surg. 12: 381–369. doi.org/10.1016/j.jfms.2010.03.011

Tasker, S., Helps, C.R., Day, M.J., Gruffydd-Jones, T.J., Harbour, D.A. 2003. Use of real-time PCR to detect and quantify Mycoplasma haemofelis and “Candidatus Mycoplasma haemominutum” DNA. J. Clin. Microbiol. 41: 441–439. doi.org/10.1128/JCM.41.1.439-441.2003

Tasker, S., Helps, C.R., Day, M.J., Harbour, D.A., Gruffydd-Jones, T.J., Lappin, M.R. 2004. Use of a Taqman PCR to determine the response of Mycoplasma haemofelis infection to antibiotic treatment. J. Microbiol. Meth. 56: 63–71. doi.org/10.1016/j.mimet.2003.09.017

Tasker, S., Lappin, M. 2002. Haemobartonella felis: Recent developments in diagnosis and treatment. J. Feline. Med. Surg. 4: 3–11. doi.org/10.1053/jfms.2001.0155

Wardrop, K., Birkenheuer, A., Blais, M., Callan, M., Kohn, B., Lappin, M., Sykes, J. 2016. Update on canine and feline blood donor screening for blood-borne pathogens. J. Vet. Intern. Med. 30: 15–35. doi.org/10.1111/jvim.13823

Wengi, N., Willi, B., Boretti, F. S., Cattori, V., Riond, B., Meli, M. L., Hofmann-Lehmann, R. 2008. Real-time PCR-based prevalence study, infection follow-up and molecular characterization of canine hemotropic mycoplasmas. Vet. Microbiol. 3–1: 132–141. doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.06.018

Westfall, D.S., Jensen, W.A., Reagan, W.J., Radecki, S.V., Lappin, M.R. 2001. Inoculation of two genotypes of Hemobartonella felis (California and Ohio variants) to induce infection in cats and the response to treatment with azithromycin. Am. J. Vet. Res. 62: 691–687. doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.687

Willi, B., Boretti, F.S., Baumgartner, C., Tasker, S., Wenger, B., Cattori, V., Hofmann-Lehmann, R. 2006. Prevalence, risk factor analysis, and follow-up of infections caused by three feline hemoplasma species in cats in Switzerland. J. Clin. Microbiol. 44: 961–969. doi.org/10.1128/JCM.44.3.961-969.2006

Willi, B., Boretti, F.S., Tasker, S., Meli, M.L., Wengi, N., Reusch, C.E., Hofmann-Lehmann, R. 2007. From Haemobartonella to hemoplasma: Molecular methods provide new insights. Vet. Microbiol. 4–3: 197–209. doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.06.027

Willi, B., Meli, M. L., Lüthy, R., Honegger, H., Wengi, N., Hoelzle, L. E., Hofmann-Lehmann, R. 2009. Development and application of a universal hemoplasma screening assay based on the SYBR Green PCR principle. J. Clin. Microbiol. 47: 4054–4094. doi.org/10.1128/JCM.01478-09

In silico primer design and *in vitro* PCR amplification for leucine-rich repeat (LRR) genes of *Leptospira* species

Sineenat Sripattanakul[a,b], Ratchanee Hongprayoon[c,d], Worawidh Wajjwalku[e], Attapon Kamlangdee[e], Chalermpol Lekcharoensuk[f], Siriwan Prapong[a,b,g,*]

[a]Interdisciplinary Graduate Program in Genetic Engineering, The Graduate School, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[c]Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[d]Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[e]Department of Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[f]Department of Companion Animals Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[g]Akkhraratchakumari Veterinary College, Walailak University, Nakhon Si Thammarat 80160, Thailand.

*Corresponding author. E-mail address: fvetsrp@ku.ac.th, siriwan.pp@wu.ac.th

Abstract

Total 127 leptospiral LRR DNA fragments from our laboratory LRR database were mined from 7 species, 23 serovars and then aligned with 88 genes of *Leptospira interrogans* serovar Lai and Copenhageni, and *L. borgpetersenii* serovar Hardjo strain L550 and JB197, serovar Javanica strain MK146, and serovar Mini. LRR genes which had nucleotide sequence similarity of fragments more than 70%, were selected. 6 LRR genes of *L. interrogans* serovar Lai (LA3323 and LA2448) and *L. borgpetersenii* serovar Hardjo str. L550 (LBJ2245 and LBJ1970), serovar Javanica (LEP1GSC090_2765) and serovar Mini (LRR locus of accession number JX522459.1) were used for primer design. Over 90 primer pairs of LRR genes were predicted by PRIMER-BLAST (NCBI) and manually curated. All primers were analyzed by NetPrimer. 13 primer pairs from 4 LRR genes were selected for *in silico* PCR and *in vitro* PCR amplification with leptospiral genomic DNA in same species from design. For *in vitro* PCR, 12 of 13 primer pairs gave PCR products, which PCR amplicon size of *in vitro* conformed the homology genes alignment results and *in silico* results. So, these LRR primers can detect leptospiral DNA in same species. Testing with crossing species and serovars of Leptospira may be useful for classifying *Leptospira* by LRR genes.

Keywords: *In silico* PCR, Leptospiral, Leptospirosis, Leucine-rich repeat (LRR), Primer design detection

Introduction

Leptospirosis is a global important zoonotic disease that causes by bacterial genus *Leptospira*. Severity of this disease depends on serotype and host species. *Leptospira* can be classified by serology and genomospecies. Nowadays, there are over 260 serovars that can be grouped into 24 serogroups. For genotypic classification by using nucleotide sequences of 16S rRNA, 23 species of *Leptospira* can be divided into 3 groups which correlate with disease severity: pathogenic species, intermediate species and saprophytic species. However, the genotypic classification does not correlate with the serological classification because the same serogroups can be found in the different species. Furthermore, the same serovar can be found in both pathogenic and non-pathogenic species of genotypic classification (Levett, 2001). The serological classification is useful for clinic and epidemiology (Picardeau, 2020). Microscopic agglutination test (MAT) is a gold standard method for sero-diagnosis of leptospirosis but this method require live antigens and it is difficult to perform.

Leucine-rich repeats or LRRs are domians that involve with ligand-protein interaction (Helft et al., 2011), bacterial host-pathogen interaction, invasion and stimulation of host immune responses (Sritrakul et al., 2017). There are many LRR genes of *Leptospira* species were found. Interestingly, pathogenic leptospiral strains have more abundant of LRR genes than non-pathogenic strains (Hniman and Prapong, 2007).

Due to the functions of LRRs, classification of *Leptospira* by using LRRs genes and detecting of *Leptospira* by using LRR genes as DNA target are novel and interesting. In this study, we selected LRR genes from *L. interrogans* and *L. borgpetersenii* that had similarity to many serovars and then designed primers from leptospiral LRR genes. After that, the selected primers were testing with *in silico* and *in vitro* PCR.

Materials and Methods

Leptospiral DNA

Leptospiral DNA samples that were used in this study were DNA of *L. interrogans* serovar Canicola strain Hound Utrecht IV and Icterohaemorrhagiae strain RGA, *L. borgpetersenii* serovar Javanica strain Veldrat Batavia 46, serovar Mini strain Sari and serovar Ballum strain MUS127. The DNA samples were obtained from culture.

LRR genes selection

From LRR databases of Prachumwan (2009) and Wilairat (2011), 127 leptospiral LRR DNA fragments from 7 species, 23 serovars (Table 1) were aligned with 88 LRR genes of *L. interrogans* serovar Lai and Copenhageni, and *L. borgpetersenii* serovar Hardjo str. L550 and JB197. LRR genes that nucleotide sequence had similarity to fragments more than 70% were used for primer design. The best two LRR genes of *L. interrogans* serovar Lai strain 56601 (LA3323 and LA2248), and *L. borgpetersenii* serovar Hardjo strain JB197 (LBJ_2245 and LBJ_1970) were selected. Moreover, two LRR genes of *L. borgpetersenii* serovar Javanica str. MK146 (LEP1GSC090_2765) and serovar Mini (accession number JX522459.1) were also used for primer design.

Table 1 Leptospiral strains in databases of Prachumwan (2009) and Wilairat (2011)

Genomospecies	Serovar	strain
L. interrogans	Autumnalis	Akiyami A
	Bataviae	Swart
	Bratislava	Jez Bratislava
	Canicola	Houd Utrecht IV
	Djasiman	Djasiman
	Hebdomadis	Hebdomadis
	Icterohaemorrhagiae	RGA
	Pomona	Pomona
	Pyrogenes	Salinem
L. kischneri	Cynopteri	3522 C
	Grippotyphosa	Moskva V
L. borgpetersenii	Ballum	MUS 127
	Javanica	Veldrat Batavia 46
	Mini	Sari
	Tarassovi	Perepelitsin
	Sejroe	M 84
L. noguchii	Louisiana	LSU 1945
	Panama	CZ 214K
L. weilii	Celledoni	Celledoni
	Sarmin	Sarmin
	Manhao	L 105
L. meyeri	Ranarum	ICF
L. santarosai	Shermani	1342K

Primer design

All 6 LRR genes were used for primer design by using Primer-BLAST (https://www.ncbi. nlm.nih.gov/tools/primer-blast/index.cgi). All primers were analyzed by NetPrimer (http://www. premierbiosoft.com/NetPrimer/AnalyzePrimer.jsp). Criteria for primer selection in this study were following, size of PCR products was around 70–500 base pairs, primer length was around 18–30 bases, ΔT_m between forward and reverse primers was less than 5°C, GC content was around 40–60%, ΔG of self-dimer was greater than -6 kcal/mol, ΔG of cross dimer was greater than -5 kcal/mol, ΔG of hairpin was greater than -2 kcal/mol and the last five bases of 3'end of primer had at least 2 bases of G or C. Some LRR genes that didn't give good primer results from Primer-BLAST were cut out, but some LRR genes were designed again by manually curated. Primers were designed from consensus sequences of LRR genes and analyzed again by NetPrimer. Primers that had good characteristics and could bind with many serovars were selected for *in silico* and *in vitro* PCR. All primers were synthesized by Integrated DNA Technologies (IDT). The selected primers were aligned with homologous sequences of other serovars. Similar nucleotide of LRR genes were identified by BLAST (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi). LRR nucleotides sequences of many serovars were aligned with Clustal Omega (https://www.ebi.ac.uk/Tools/ msa/clustalo/).

PCR amplification

In silico PCR, primers were run with 7 leptospiral DNA sequences, *L. interrogans* serovar Copenhageni strain Fiocruz L1–130, *L. interrogans* serovar Lai strain IPAV and strain 55601, *L. borgpetersenii* serovar Hardjo-bovis L550 and JB197, *L. biflexa* serovar Patoc strain Patoc 1 (Ames) and Patoc 1 (Paris) by using *in silico* PCR amplification (http://insilico.ehu.es/PCR/index. php?mo=Leptospira). Number of mismatches were set at 0, 1 and 2, but mismatch did not allow in last 1 nucleotide in 3' end.

In vitro PCR, PCR reactions were performed by using MJ Mini Personal Thermal Cycler (Bio-rad, Singapore). 25 µl of PCR reaction composed of 1X PCR buffer, 0.2 mM dNTP, 1.5 mM $MgCl_2$, 0.025 U/µl *Taq* DNA polymerase, 0.4 µM each of forward and reverse primer, and 10–40 ng of DNA template. DNA templates for each pair of primer were showed in Table 2. Two PCR conditions were used according to the Tm of the primers. PCR condition A started with initial denaturation 94°C for 3 min, followed by 34 cycles of denaturation at 94°C for 30 sec, annealing for 20 sec at 58°C for the first 2 cycles, then decrease to 57°C for 2 cycles, and 56°C for 30 cycles, and extension at 72°C for 20 sec. The final extension was performed at 72°C for 5 min. PCR condition B started with initial denaturation 94°C for 3 min, followed by 34 cycles of denaturation at 94°C for 30 sec, annealing for 20 sec at 60°C for the first 2 cycles, then decrease to 59°C for 2 cycles, and 58°C for 30 cycles, and extension at 72°C for 20 sec. The final extension was performed at 72°C for 5 min. Water was used as negative control. PCR products were electrophoresed using 2% agarose and PicoGreen dye.

Table 2 Primers and DNA templates of design and *in vitro* PCR

Primer pair	Design	*In vitro* PCR	PCR condition
LA3323_P5	*L. interrogans* serovar Lai strain 56601	*L. interrogans* serovar Canicola and Icterohaemorrhagiae	*A*
LA3323_P6		*L. interrogans* serovar Canicola	*A*
LBJ2245_P7	*L. borgpetersenii serovar Hardjo strain JB197*	*L. borgpetersenii* serovar Mini	*B*
LBJ2245_P8			*B*
LBJ2245_P9		*L. borgpetersenii* serovar Ballum	*B*
LBJ2245_P10			*B*
LEP1GSC0902765_P11	*L. borgpetersenii serovar Javanica str. MK146*	*L. borgpetersenii* serovar Javanica	*A*
LEP1GSC0902765_P12			*B*
JX522459.1_P15	*L. borgpetersenii serovar Mini (accession number JX522459.1)*	*L. borgpetersenii* serovar Javanica	*A*
JX522459.1_P16			*B*
JX522459.1_P17			*B*
JX522459.1_P18			*B*
JX522459.1_P19			*B*

Results and Discussion

LRR genes and primers

Six LRR genes were selected and used to design primers. One hundred pairs of primer were designed by Primer-BLAST and analyzed by NetPrimer. LBJ_2245 gave 4 pairs of good primer and LEP1GSC090_2765 gave one pair of good primer within the criteria. Primers of LA3323, LA2248, LBJ_1970 and LRR gene of *L. borgpetersenii* serovar Mini (accession number JX522459.1) didn't meet the criteria. The LA2248 and LBJ_1970 primers were cut out. LA3323, LEP1GSC090_2765 and LRR gene of Mini were designed primers again by manually curated and analyzed with NetPrimer. Thirteen primer pairs that were in the criteria were showed in Table 3.

Table 3 Selected primers, NetPrimer and *in vitro* PCR results

Primer pair		5'-3' Sequence	Size (bp)	Tm (°C)	%GC	Self-dimer (ΔG)	Hairpin (ΔG)	Cross dimer (ΔG)	Product size (bp)	Tool	*In vitro* results
LA3323_P5	Forward	GCAATCGTTGGGTTTGGAT	19	57.95	47.37	-4.9	-0.7	-	113/ 182	Manual	+
	Reverse	GTGGAAGAGTTGTGAGTCGGT	21	56.28	52.38	-	-				
LA3323_P6	Forward	GCGTAATAACCGACTCACTACTCT	24	57.22	45.83	-3.3	-	-	182	Manual	+
	Reverse	ATTGTCCGATTCCCTCTGG	19	56.86	42.63	-	-				
LBJ2245_P7	Forward	CATCTGAAGAACTTGCGGCG	20	61.66	55	-	-	-	120	Primer-BLAST	+
	Reverse	TCTGCGTCGTAACAACTCCC	20	58.42	55	-	-				
LBJ2245_P8	Forward	AGAACTTGCGGCGTTTGGTT	20	62.2	50	-4.29	-	-	112	Primer-BLAST	+
	Reverse	CTGCGTCGTAACAACTCCCC	20	60.4	60	-	-				
LBJ2245_P9	Forward	AAGAACTTGCGGCGTTTGGT	20	62.2	50	-	-	-	117	Primer-BLAST	+
	Reverse	GCGTCTGCGTCGTAACAACT	20	58.57	55	-	-				
LBJ2245_P10	Forward	CTGAAGAACTTGCGGCGTTTG	21	63.35	52.38	-4.29	-0.19	-	118	Primer-BLAST	+
	Reverse	GTCTGCGTCGTAACAACTCCC	21	59.63	57.14	-	-				
LEP1GSC0902765_P11	Forward	TTAGAATGGTCGGGATTAGATC	22	55.68	40.91	-5.62	-	-	73	Manual	-
	Reverse	ACTTGAGGTAGGGGAGTTGCT	21	57.26	52.38	-	-				
LEP1GSC0902765_P12	Forward	TCGCTGGATTGGATTTGGTGA	21	63.47	47.62	-	-	-	168	Primer-BLAST	+
	Reverse	TCCTTTACTTTGGTCCCGCTT	21	60.69	47.62	-	-				
JX522459.1_P15	Forward	TTATCGGAGAATGTAAACGC	20	53.34	40	-	-	-	393	Primer-BLAST	+
	Reverse	TATTTGGAAGAATCGCCTG	19	53.66	42.11	-	-				
JX522459.1_P16	Forward	TTTATCGGAGAATGTAAACGCC	22	59.16	40.91	-4.58	-0.55	-	394	Manual	+
	Reverse	TATTTGGAAGAATCGCCTGC	20	58.05	45	-	-				
JX522459.1_P17	Forward	TTATCGGAGAATGTAAACGCC	21	57.45	42.86	-	-	-	391	Manual	+
	Reverse	TTTGGAAGAATCGCCTGC	18	56.68	50	-	-				
JX522459.1_P18	Forward	TTATCGGAGAATGTAAACGCC	21	57.45	42.86	-	-	-	393	Manual	+
	Reverse	TATTTGGAAGAATCGCCTGC	20	58.05	45	-	-				
JX522459.1_P19	Forward	TTATCGGAGAATGTAAACGCCTTG	24	62.82	41.67	-	-	-4.54	395	Manual	+
	Reverse	GGTATTTGGAAGAATCGCCTGC	22	62.8	50	-	-				

Alignment with homologous genes

Primers were aligned with homologous genes of many serovars, LA3323_P5 had perfect matches with *L. interrogans* serovars Lai, Autumnalis, Australis, Bataviae, Canicola, Copenhageni, Djasman, Grippotyphosa, Icterohaemorrhagiae, Manilae, Madanensis and Pomona. LA3323_P5 amplicon size was 113 base pair (bp) except serovar Australis, Copenhageni and Icterohaemorrhagiae that gave 182 bp. LA3323_P6 had perfect matches with *L. interrogans* serovars Lai, Australis, Bataviae, Canicola, Copenhageni, Djasman, Hardjo, Hardjo-prajitno, Icterohaemorrhagiae, Linhai, Manilae, Madanensis, Pomona and Pyrogenes. Amplicon size of LA3323_P6 was 182 bp. LBJ2245_P7, LBJ2245_P8, LBJ2245_P9 and LBJ2245_P10 had perfect matches with *L. borgpetersenii* serovar Hardjo, Hardjo-bovis, Ballum, Mini, Javanica and Castellonis. Amplicon size of LBJ2245_P7, LBJ2245_P8, LBJ2245_P9 and LBJ2245_P10 was 120, 112, 117 and 118 bp, respectively. LEP1GSC0902765_P11 had perfect matches with *L. borgpetersenii* serovar Javanica, Mini, Castellonis, Ceylonica, Ballum, Hardjo and Hardjo-bovis, *L. mayottensis*, *L. alexanderi* serovar Manhao. LEP1GSC0902765_P12 had perfect matches with *L. borgpetersenii* serovar Javanica, Mini, Castellonis, Ceylonica, Ballum, Hardjo, Hardjo-bovis and Pomona. Amplicon size of LEP1GSC0902765_P11 and LEP1GSC0902765_P12 was 73 and 168 bp, respectively. JX522459.1_P15, JX522459.1_P16, JX522459.1_P17 and JX522459.1_P18 had perfect matches with *L. borgpetersenii* serovar Mini, Ballum, Hardjo, Hardjo-bovis, Sejroe and Ceylonica. JX522459.1_P19 had perfect matches with *L. borgpetersenii* serovar Mini, Hardjo, Hardjo-bovis, Sejroe and Ceylonica. Amplicon size of JX522459.1_P15, JX522459.1_P16, JX522459.1_P17, JX522459.1_P18 of JX522459.1_P19 was 393, 394, 391, 393 and 395, respectively.

In silico and *in vitro PCR*

"*In silico* PCR amplification" is a tool for prediction of PCR product which allows a maximum of 2 mismatches between primers and template. There are many genera and species of prokaryote that can be used as DNA templates in this tool. The result of *in silico* PCR amplification conformed with alignment results. All of 13 primer pairs could not bind with *L. biflexa*. Primer LA3323_P5 and LA3323_P6 can bind with *L. interrogans* serovars Copenhageni and Lai. LA3323_P5 gave 2 different sizes of PCR products at 113 and 182 bp same with alignment result. Primer pairs LBJ2245_P7, LBJ2245_P8, LBJ2245_P9, LBJ2245_P10 can bind with sequence of *L. borgpetersenii* serovar Hardjo-bovis. Primer pairs LEP1GSC0902765_P11 and LEP1GS C0902765_P12 can bind with sequence of *L. borgpetersenii* serovar Hardjo-bovis. Primer pairs JX522459.1_P15, JX522459.1_P16, JX522459.1_P17, JX522459.1_P18 and JX522459.1_P19 can bind with sequence of *L. borgpetersenii* serovar Hardjo-bovis. The amplicon size of all primers remained the same even after changing mismatch number from 0 to 2, except LA3323_P5 that amplicon sizes were changed when set mismatch number as 2. At 2 mismatches, LA3323_P5 testing with *L. interrogans* serovar Copenhageni strain Fiocruz L1–130 gave PCR products size at 527 bp, and serovar Lai strain IPAV and 56601 gave PCR products size at 44 bp.

In vitro PCR, primers were tested with leptospiral DNA in the same species used to design its. Twelve of thirteen primer pairs showed positive results which amplicon size conformed with *in silico* results. Primer pairs LA3323_P5 and LA3323_P6 can amplify the DNA template of Canicola and Icterohaemorrhagiae. Primer pair LA3323_P5 showed 2 PCR products size of 113 and 182 bp for the amplification of Icterohaemorrhagiae (Fig. 1A). Nucleotide sequence of Icterohaemorrhagiae may have two similar sites that primer can bind. Primer pairs LBJ2245_P7, LBJ2245_P8, LBJ2245_P9 and LBJ2245_P10 can amplify the DNA template of *L. borgpetersenii* serovar Mini and Ballum (Fig. 1B). Primer pair LEP1GSC0902765_P12 can amplify the DNA template of *L. borgpetersenii* serovar Javanica but Primer pair LEP1GSC0902765_P11 didn't give PCR products (Fig. 2A). The PCR products of primer pair LEP1GSC0902765_P11 may be too small (73 bp) for the detection by PCR assay. Melting temperature (Tm) of LEP1GSC0902765 _P11 forward and revere primers from Netprimer were 55.68 and 57.26°C, respectively. However, Tm calculated by IDT primer synthetic company were 51.5 and 57.8°C, respectively. Tm of primer pair LEP1GSC0902765_P11 forward and revere primers may be too different. Primer pairs JX522459.1_P15, JX522459.1_P16, JX522459.1_P17, JX522459.1_P18 and JX522459.1_P19 that were designed from *L. borgpetersenii* serovar Mini, can amplify the DNA template of *L. borgpetersenii* serovar Javanica which had one mismatch between reverse primer and template (Fig. 2B). Primer pair JX522459.1_P17 had a fade band under PCR product that may be caused by similar sequences. Some pairs of primer, LA3323_P5, LBJ2245_P8 and LBJ2245_P10 showed band in negative control which size was approximately to the specific PCR products. However, the specific band had more intensity than negative control. These bands in negative control may be the formation of primer dimers or trimers.

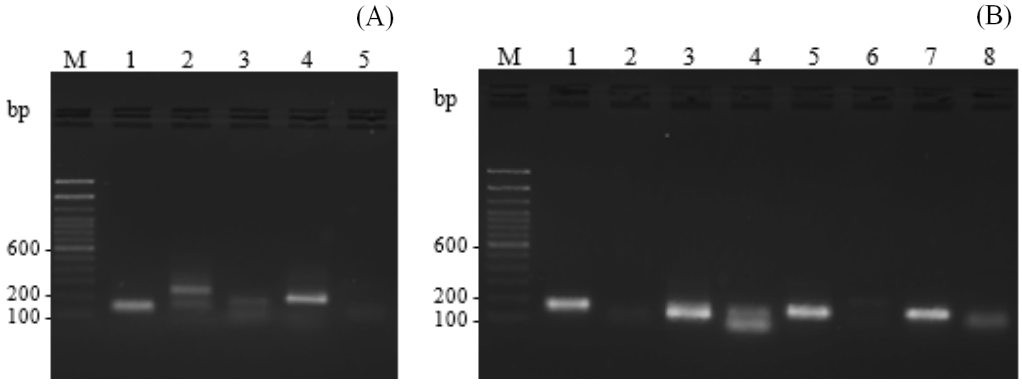


Fig. 1 Amplified PCR products of primers: (A) LA3323_P5 and P6, (Lane M, 100 bp DNA ladder; Lane 1, 2 and 3: LA3323_P5 testing with *L. interrogans* serovar Canicola, Icterohaemorrhagiae and water, respectively; Lane 4 and 5, LA3323_P6 testing with *L. interrogans* serovar Canicola and water, respectively); (B) LBJ2245_P7, P8, P9 and P10 (Lane M, 100 bp DNA ladder; Lane 1 and 3, LBJ2245_P7 and P8 testing with *L. borgpetersenii* serovar Mini, respectively; Lane 5 and 7, LBJ2245_P9 and P10 testing with *L. borgpetersenii* serovar Ballum, respectively; Lane 2, 4, 6 and 8, negative control of LBJ2245_P7, P8, P9 and P10, respectively)

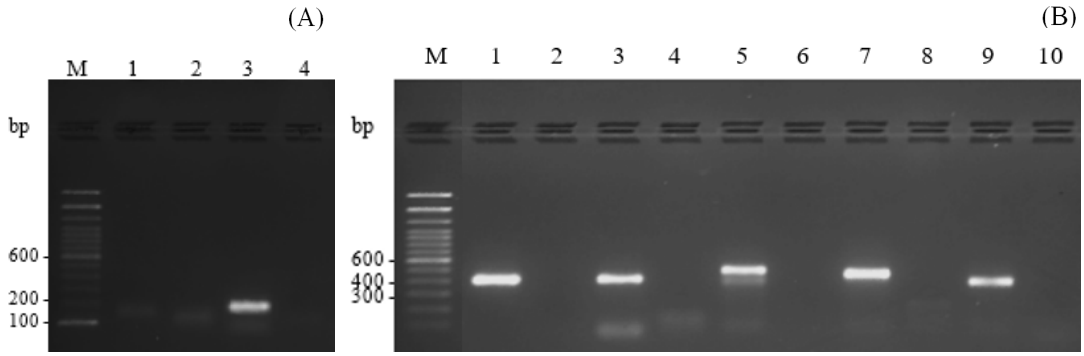


Fig. 2 Amplified PCR products of primers: (A) LEP1GSC0902765_P11 and P12 (Lane M, 100 bp DNA ladder; Lane 1 and 3 , LEP1GSC0902765_P11 and P12 testing with *L. borgpetersenii* serovar Javanica, respectively; Lane 2 and 4, negative control of LEP1GSC0902765_P11 and P12, respectively); (B) JX522459.1_P15, P16, P17, P18 and P19 (Lane M, 100 bp DNA ladder; Lane 1, 3, 5, 7 and 9, JX522459.1_P15, P16, P17, P18 and P19 testing with *L. borgpetersenii* serovar Javanica, respectively; Lane 2, 4, 6, 8 and 10, negative control of JX522459.1_P15, P16, P17, P18 and P19, respectively)

In conclusion, these LRR primers can detect leptospiral DNA in same species as these LRR primers designed. PCR amplicon size of *in vitro* PCR conformed the *in silico* PCR results. Testing these LRR primer pairs with different *Leptospira* species and serovars showed the promising results for using these LRR primers to differentiate *Leptospira* species and serovars.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

This work supported by Research and Researchers for Industries (RRI) and IVET(Thailand) company limited.

References

Helft, L., Reddy, V., Chen, X., Koller, T., Federici, L., Fernández-Recio, J., Gupta, R., Bent, A. 2011. LRR conservation mapping to predict functional sites within protein leucine-rich repeat domains. PLoS One. 6: e21614. doi.org/10.1371/journal.pone.0021614

Hniman, A., Prapong, S. 2007. Development of leptospira molecular markers by using bioinformation from predicted leucine-rich repeat (LRR) protein genes. J. Thai Vet. Med. Assoc. 58: 65–78. [in Thai]

Levett, P.N. 2001. Leptospirosis. Clin. Microbiol. Rev. 14: 296–326. doi.org/10.1128/cmr.14.2. 296-326.2001

Picardeau, M. 2020. Leptospira and leptospirosis. Methods Mol. Biol. 2134: 271–275. doi.org/ 10.1007/978-1-0716-0459-5_24

Prachumwan, J. 2009. Investigation of genes encoding leucine-rich repeat proteins in pathogenic leptospira. M.Sc. thesis, Graduate School, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. [in Thai]

Sritrakul, T., Nitipan, S., Wajjwalku, W., La-Ard, A., Suphatpahirapol, C., Petkarnjanapong, W., Ongphiphadhanakul, B., Prapong, S. 2017. *Leptospira borgpetersenii* hybrid leucine-rich repeat protein: Cloning and expression, immunogenic identification and molecular docking evaluation. J. Microbiol. Methods. 142: 52–62. doi.org/10.1016/j.mimet.2017.09.005

Wilairat, W. 2011. Investigation for potential co-epitopes of leucine-rich repeat polypeptides in leptospira. M.Sc. thesis, Graduate School, Kasetsart University. Bangkok, Thailand.

A survey of *Thapariella anastomusa* (Trematoda: Thapariellidae) metacercariae in edible viviparid snails from Bangkok, Thailand

Pichit Wiroonpan, Watchariya Purivirojkul*
Animal Systematics and Ecology Speciality Research Unit, Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
*Corresponding author. E-mail address: fsciwyp@ku.ac.th

Abstract

An avian trematode, Thapariella anastomusa, has been known to parasitize viviparid snails and birds for their metacercarial and adult stages, respectively. This study aimed to investigate the prevalence and mean intensity, as well as morphological characteristics of T. anastomusa metacercariae parasitizing viviparid snails. Viviparid snails were collected from canals and ponds, including 59 study sites in Bangkok. Total 6,516 viviparid snails examined, 168 individuals (123 of Filopaludina martensi martensi, 44 of F. sumatrensis polygramma and 1 of Idiopoma umbilicata) were infected by metacercarial stage of T. anastomusa, which was identified based on morphological characters. Interestingly, snail I. umbilicata was recorded as a novel intermediate host of this trematode. Overall prevalence and mean intensity of the infection were 2.58% and 2.27, respectively. The T. anastomusa metacercariae were elliptically elongated in shape and seemed to vary in size, 2.35–6.10 (3.85±1.09) mm × 0.77–2.07 (1.36±0.40) mm of the body dimension. General descriptive morphology of T. anastomusa metacercariae was similar to several previous studies in Thailand, particularly with the first record study. Small differences of some measured morphological characteristics were observed between the current and the first record studies, such as pharynx, ventral sucker, testes and ovary; it is possible to be a result of the staining process during specimen preparation.

Keywords: Avian parasite, Freshwater snails, Snail-borne trematode, *Thapariella*, Trematode larva

Introduction

Thapariella anastomusa, an avian trematode species, belongs to family Thapariellidae of class Trematoda. This trematode species parasitizes aquatic birds for their adult stage and viviparid snails for their metacercarial stage (Pojmańska, 2002); a comprehensive description of this trematode life cycle remains scarce. *Thapariella anastomusa* was first discovered in the gap-bill stork (*Anastomus oscitans*) from India by Srivastava (1953). Five years later, Agarwal (1958) revealed that metacercarial stage of *T. anastomusa* was found in the mouth cavity of *Anastomus*; meanwhile, snail tissue was also observed in the mouth cavity. Noticeably, Rai and Pande (1967) showed a distinctive characteristic of *T. anastomusa* metacercariae, which could be found as a non-encysted form; the same form, free-living larva, of *T. anastomusa* metacercariae was also observed in a pallial complex organ of snail *Bellamya bengalensis* (Agrawal et al., 2002). In Thailand, *T. anastomusa* was recorded in two viviparid snails (*Filopaludina martensi martensi* and *F. doliaris*) from Phitsanulok Province for the first time by Phalee et al. (2018); the infection rate and general morphological characteristics of their metacercarial stage were mentioned. This avian trematode species has usually been mentioned to be harbored within viviparid snails from several previous studies (Anucherngchai and Chontananarth, 2016; Chantima and Rika, 2020; Chantima et al., 2018; Phalee et al., 2018; Wiroonpan and Purivirojkul, 2018), especially in northern and central Thailand. However, *T. anastomusa* is seemed to be known as an unimportant trematode species in terms of human public health and livestock or veterinary concerns.

Bangkok, the capital and highly urbanized area of Thailand, is situated in central plain and separated into two sides by the Chao Phraya River. Canals connecting to the main river penetrate throughout almost all areas of Bangkok, leading to wide dispersion and high diversity of aquatic fauna. Viviparid snails, a group of freshwater gastropods belonging to family Viviparidae of phylum Mollusca, are a common group of aquatic fauna that usually found to inhabit various microhabitat types, such as crawling at the bottom ground surface under the water, climbing on the rocks, attaching to aquatic plants or sunk objects, etc. Interestingly, viviparid snails are usually utilized to be consumed by humans. Even though no infection or disease of *T. anastomusa* in humans has been known, general biological features of this parasite are important to know for their additional fundamental data. Therefore, infection patterns in terms of prevalence and mean intensity of *T. anastomusa* metacercariae infecting natural viviparid snails in Bangkok areas were aimed to investigate, as well as their morphological characteristics and their host range.

Materials and Methods

Ethical approval

The current study was approved by the ethics committee of Kasetsart University (approval No. ACKU61-SCI-033) for rearing and studying parasitic infection of the freshwater snail specimens.

Viviparid snail collection and their parasitic investigation

Freshwater viviparid snails were randomly collected from canals and ponds in 59 study sites within 32 districts of Bangkok (Fig. 1) during May 2018 – March 2019. The viviparid snails were collected by hand picking and hand net, spending approximately 15–20 minutes to collect the snail specimens in each study sites following Olivier and Schneiderman (1956). All collected snail specimens were identified based on their shell morphological characteristics following identification keys of Brandt (1974) and Upatham et al. (1983). For the investigation of the metacercarial infection, shell of the viviparid snails was eliminated and their body was pressed within a couple of petri dishes (Caron et al., 2008) to search for the metacercarial stage of *T. anastomusa* under a stereomicroscope with high magnification. Alive specimens of *T. anastomusa* metacercariae were fixed using 70% ethyl alcohol and stained with Semichon's carmine for the thorough examination of their morphology. The *T. anastomusa* specimens were individually photographed using an Olympus BX51 compound light microscope with a DP70 camera (Olympus Corporation, Japan). Several characteristics of the trematode morphology were measured from the photomicrographs using an ImageJ software (Abramoff et al., 2004). Prevalence of the metacercarial infection was calculated by dividing the number of infected snails by the number of examined snails and then multiplying this number with 100. Mean intensity was calculated by dividing the number of metacercaria individuals by the number of infected snails.

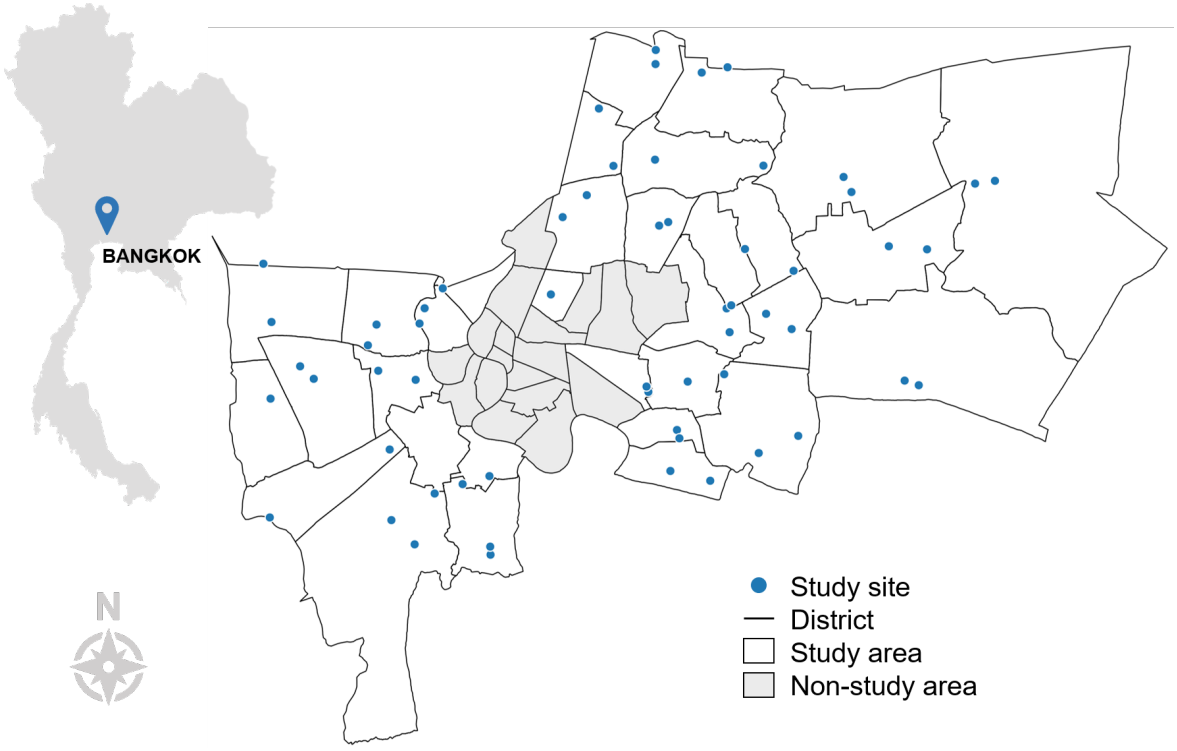


Fig. 1 Bangkok map represented 59 study sites in 32 districts

Results and Discussion

Infections of the trematode metacercariae in viviparid snails

Viviparid snails were randomly collected from canals and ponds in 59 study sites of 32 districts of Bangkok (Fig. 1). Total 6,516 viviparid snails were examined for the infection of *T. anastomusa* metacercariae. All examined snails belonged to 6 species/subspecies (4 of *F. martensi cambodiensis*, 2,769 of *F. martensi martensi*, 53 of *F. sumatrensis peninsularis*, 3,487 of *F. sumatrensis polygramma*, 131 of *F. sumatrensis speciosa* and 72 of *Idiopoma umbilicata*). Of these, 168 viviparid snails (123 of *F. martensi martensi*, 44 of *F. sumatrensis polygramma* and 1 of *I. umbilicata*) (Fig. 2) were observed to be infected by *T. anastomusa* metacercariae with 2.58% and 2.27 of an overall prevalence and mean intensity of the infection, respectively (Table 1). This study exhibited relatively low infection in comparison with previous studies performed in rural areas. For example, Phalee et al. (2018) demonstrated the *T. anastomusa* metacercariae infecting viviparid snails from paddy field of Phitsanulok Province with 22.3% and 17 of prevalence and mean intensity of the infection, respectively; also, Chantima et al. (2018) performed the same manner in agricultural areas from Chiang Rai Province and revealed the prevalence and mean intensity of the infection of 2.73% and 8.00, respectively. Difference of the study areas in terms of urban and rural areas may be a reason for the low infection in urban areas as the current study because of lacking diversity of the trematode definitive hosts (aquatic birds) in urban areas when compared with the rural areas. Besides, Melles et al. (2003) described that the species richness of birds declined in increasing urbanization. Nevertheless, high infection of *T. anastomusa* metacercariae in viviparid snails demonstrating in the urban areas was reported by two previous studies, including Anucherngchai and Chontananarth (2016) with 25.56% of the prevalence and Wiroonpan and Purivirojkul (2018) with 40.34% of the prevalence and 3.42 of the mean intensity. These two previous studies investigated the infection with low number of the viviparid snail taxa examined, two and only one species of snails examined for the former and latter, respectively. It is possible that the higher diversity of snails examined in the current study (6 species/subspecies) comparing with these two previous studies leads to low infection observed in the current study, according to Johnson et al. (2012) that they revealed negative correlation between snail species richness and infection rate of trematode larvae in snail hosts.



Fig. 2 Viviparid snails infected with *T. anastomusa* metacercariae. (A) *F. martensi martensi*, (B) *F. sumatrensis polygramma* and (C) *I. umbilicata*. (scale bars: 1 cm)

Table 1 Numbers of the viviparid snails investigated and their parasitic infection rates

Snail taxa	Number of			Prevalence (%)	Mean intensity
	examined snails	infected snails	parasite individuals		
F. martensi cambodiensis	4	-	-	-	-
F. martensi martensi	2769	123	295	4.44	2.40
F. sumatrensis peninsularis	53	-	-	-	-
F. sumatrensis polygramma	3487	44	83	1.26	1.89
F. sumatrensis speciosa	131	-	-	-	-
I. umbilicata	72	1	3	1.39	3.00
Total	6516	168	381	2.58	2.27

The highest prevalence and mean intensity of the metacercarial infection were found in snail *F. martensi martensi* (4.44%) and snail *I. umbilicata* (3.00), respectively; however, this intensity value was calculated based on only one individual of the infected snail *I. umbilicata*. In contrast, the snail *F. sumatrensis polygramma* was observed to be the lowest prevalence and mean intensity of the infection with 1.26% and 1.89, respectively (Table 1). In comparison to previous studies, prevalence and mean intensity of the metacercarial infection seem to vary among snail host species/subspecies. Snail *F. sumatrensis polygramma* exhibited the highest prevalence and mean intensity in the study of Anucherngchai and Chontananarth (2016), whereas Phalee et al. (2018) revealed the highest of prevalence and mean intensity in snail *F. martensi martensi*. Chantima et al. (2018) and Chantima and Rika (2020) reported the highest prevalence of the metacercarial infection in snail *F. doliaris*, meanwhile the highest mean intensity was observed in snail *F. doliaris* and snail *F. martensi martensi*, respectively. Interestingly, the snail *I. umbilicata* was further recorded to be an intermediate host of *T. anastomusa* metacercariae for the first time in Thailand, indicating the broad spectrum of snail hosts of the avian trematode *T. anastomusa*. Based on both previous and current studies, snails *F. martensi martensi* and *F. sumatrensis polygramma* were possible to be common snail hosts of the metacercarial stage of this avian trematode.

About the metacercarial infection among study sites, *T. anatomusa* metacercariae in viviparid snails were found from 30 of all 59 study sites (Table 2, Fig. 3). Khan Na Yao 1 demonstrated the highest prevalence of the infection with 30.23%, followed by Nong Chok 3 and Khlong Sam Wa 2 with 13.79% and 11.54%, respectively. Whereas, the lowest prevalence was found in Lak Si 2 with 0.61% (Fig. 3A). In terms of mean intensity, the highest was Thawi Watthana 2 with 5.00, followed by Khan Na Yao 1 and Min Buri 2 with 4.85 and 3.75, respectively. The lowest mean intensity (1.00) was found in 9 study sites, including Bang Khen 3, Bang Na 2, Bang Phlat 1, Chom Thong 1, Lat Krabang 1, Lat Phrao 1, Rat Burana 1, Sai Mai 1 and Taling Chan 1 (Fig. 3B). Among the study sites with high infections, the Khan Na Yao 1 represented the high infection of both prevalence and mean intensity (although slightly lower than the Thawi Watthana 2 for the mean intensity). Based on field investigation, the Khan Na Yao 1 is characterized as a public pond provided with free-grazing ducks that they inhabited and used this pond as their foraging area. An availability of these aves served as the definitive host of *T. anastomusa* in the pond may further provide an opportunity for trematode transmission between intermediate hosts and definitive hosts, leading to be convenient for

completing the trematode life cycle and then high infection of the trematode in the animal hosts observed. The same reason (having the definitive hosts of the trematode in the habitat) could support the high prevalence of the infection in Nong Chok 3 and Khlong Sam Wa 2 because these two study sites were observed as canals that located as foraging areas of several groups of aquatic birds.

Table 2 Prevalence and mean intensity of *T. anastomusa* metacercarial infection with numbers of examined and infected snails and number of parasite individuals based on each infected study site

Study sites	Number of			Prevalence (%)	Mean intensity
	examined snails	infected snails	parasites individuals		
Bang Khae 2	119	5	9	4.20	1.80
Bang Khen 3	150	1	1	0.67	1.00
Bang Na 2	136	2	2	1.47	1.00
Bang Phlat 1	88	2	2	2.27	1.00
Bangkok Noi 1	127	6	8	4.72	1.33
Bueng Kum 2	229	2	3	0.87	1.50
Chom Thong 1	148	2	2	1.35	1.00
Don Mueang 2	279	2	5	0.72	2.50
Don Mueang 3	89	1	2	1.12	2.00
Khan Na Yao 1	43	13	63	30.23	4.85
Khlong Sam Wa 1	92	6	8	6.52	1.33
Khlong Sam Wa 2	26	3	7	11.54	2.33
Lak Si 1	114	9	11	7.89	1.22
Lak Si 2	165	1	2	0.61	2.00
Lat Krabang 1	89	5	5	5.62	1.00
Lat Krabang 2	175	15	43	8.57	2.87
Lat Phrao 1	162	1	1	0.62	1.00
Min Buri 1	145	9	28	6.21	3.11
Min Buri 2	96	4	15	4.17	3.75
Nong Chok 1	188	17	47	9.04	2.76
Nong Chok 3	58	8	22	13.79	2.75
Phasi Charoen 2	261	10	16	3.83	1.60
Rat Burana 1	106	4	4	3.77	1.00
Rat Burana 3	23	1	2	4.35	2.00
Sai Mai 1	120	2	2	1.67	1.00
Sai Mai 2	217	6	9	2.76	1.50
Saphan Sung 1	234	5	12	2.14	2.40
Taling Chan 1	104	2	2	1.92	1.00
Thawi Watthana 2	16	1	5	6.25	5.00
Thung Khru 2	272	23	43	8.46	1.87

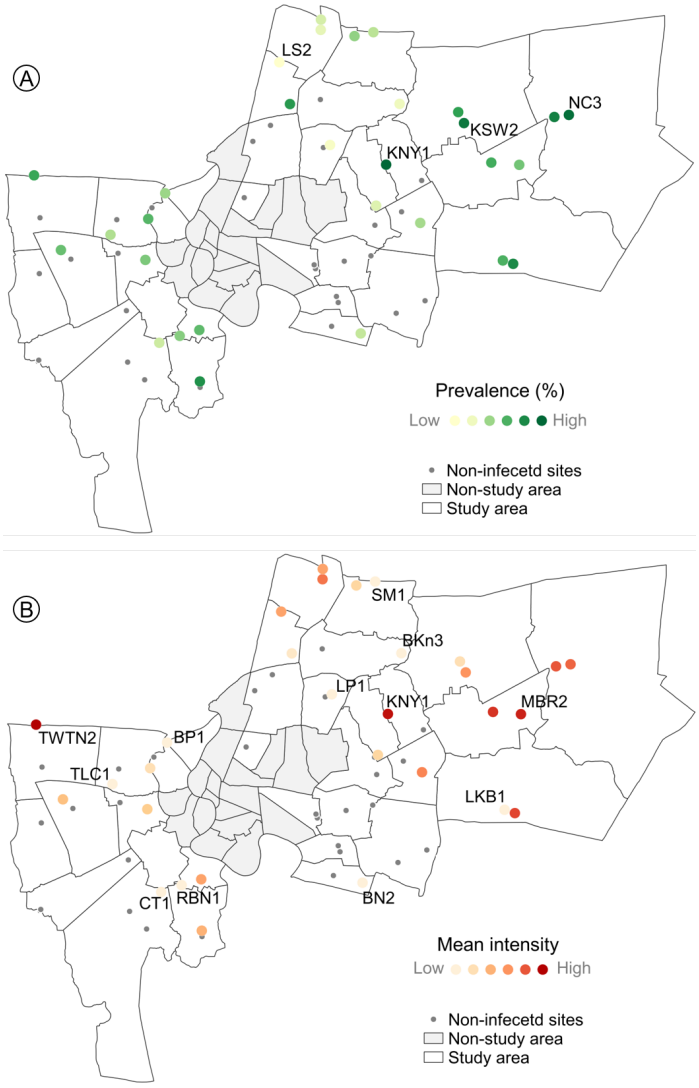


Fig. 3 Maps of study sites with gradient levels of (A) prevalence and (B) mean intensity of the metacercarial infection in viviparid snails based on each study site. Abbreviations; BKn3: Bang Khen 3, BN2: Bang Na 2, BP1: Bang Phlat 1, CT1: Chom Thong 1, KNY1: Khan Na Yao 1, KSW2: Khlong Sam Wa 2, LS2: Lak Si 2, LKB1: Lat Krabang 1, LP1: Lat Phrao 1, MBR2: Min Buri 2, NC3: Nong Chok 3, RBN1: Rat Burana 1, SM1: Sai Mai 1, TLC1: Taling Chan 1 and TWTN2: Thawi Watthana 2.

Morphological characteristics of the trematode metacercariae

General morphological characteristics of *T. anastomusa* metacercariae were qualitatively and quantitatively described based on sixteen individuals. Alive specimens of the trematode metacercariae can be visible by naked eyes as a non-encysted form and they were usually observed to be reddish-brown (Fig. 4A); besides, they were usually found in the brood pouch of the viviparid snails. Their body shape is elliptically elongated. Both oral sucker and ventral sucker are available and well-developed; the oral sucker is located at the anterior end of the body and distinctively smaller than the ventral sucker that locates at the one-third body part measured from the anterior end. Pharynx is quite large-sized, placing between the oral sucker and caeca. Esophagus was not observed. The caeca are long and extend to terminate

near the almost posterior end of the body, situating along both lateral sides of the body. Both of male and female reproductive organs appear. Testes, ovary and vitelline glands are filled in the third part of the body measured from the anterior end. The testes are almost globular in shape and distinctively larger than the ovary. The ovary is round-shaped and located among groups of the vitelline glands. The vitelline glands are clumped as free-shaped, dispersing around the ovary. Excretory bladder is elliptical-shaped, usually horizontal with the body length and located at the posterior end of the body (Fig. 4B). The measurement of several morphological characteristics of the trematode metacercaria specimens was shown in Table 3. General descriptive characteristics of *T. anastomusa* metacercaria morphology, such as shape, position and arrangement of organs, were not different in comparison to several previous studies (Anucherngchai and Chontananarth, 2016; Chantima and Rika, 2020; Chantima et al., 2018; Wiroonpan and Purivirojkul, 2018), especially the study of first record in Thailand (Phalee et al., 2018). Comparing the measured characteristics of *T. anastomusa* metacercaria morphology between the current study and the previous study (Phalee et al., 2018) (Table 3), two characteristics (body size and oral sucker size) were observed to be quite similar in ranges between these two studies. Pharynx size of the current study seemed to be slightly larger than the previous study. Conversely, ventral sucker, testes and ovary of the parasite of the current study were quite smaller than the previous study. Nevertheless, the small differences of the measured morphological characteristics between the two studies compared may be due to the staining process of specimen preparation.

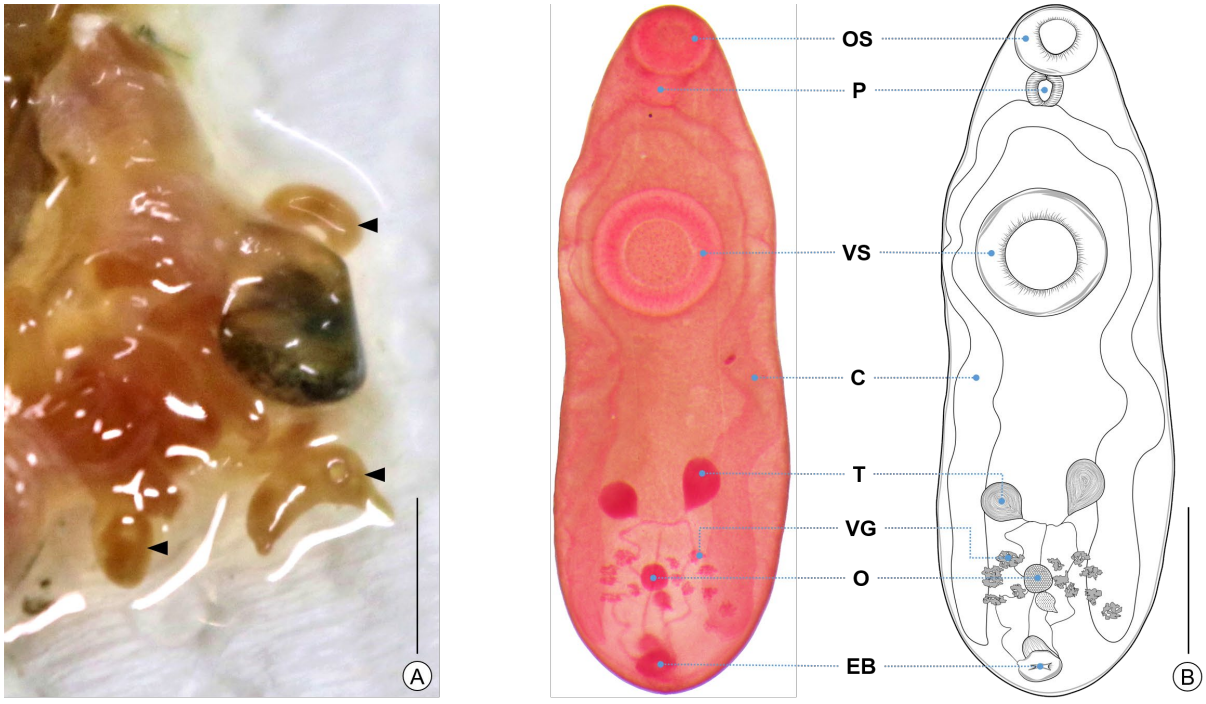


Fig. 4 General morphology of *T. anastomusa* metacercariae from viviparid snails, (A) alive specimens (arrowheads) dissected from the snail tissue (scale bar: 5 mm) and (B) stained specimen and its schematic drawing (scale bar: 1 mm). Abbreviations as follows; OS: Oral sucker, P: Pharynx, VS: Ventral sucker, C: Caecum, T: Testis, VG: Vitelline glands, O: Ovary and EB: Excretory bladder.

Table 3 Morphological characteristics measured of *T. anastomusa* metacercariae between the current and the previous studies in Thailand

Author	The current study	Phalee et al. (2018)
Study area	Bangkok	Phitsanulok
Snail host	*F. martensi martensi* *F. sumatrensis polygramma* *I. umbilicata*	*F. doliaris* *F. martensi martensi*
Body	2.35–6.10 (3.85±1.09) mm × 0.77–2.07 (1.36±0.40) mm	3.00–6.00 mm × 1.70–2.20 mm
Oral sucker	0.32–0.58 (0.45±0.07) mm × 0.36–0.65 (0.50±0.08) mm	0.30–0.50 mm × 0.40–0.70 mm
Ventral sucker	0.49–1.00 (0.75±0.16) mm × 0.47–0.97 (0.75±0.17) mm	0.60–1.30 mm × 0.70–1.20 mm
Pharynx	0.16–0.36 (0.25±0.05) mm × 0.19–0.39 (0.28±0.06) mm	0.10–0.20 mm × 0.10–0.30 mm
Caeca length	1.69–5.35 (3.21±1.09) mm	-
Testes	0.14–0.46 (0.28±0.08) mm × 0.09–0.34 (0.23±0.07) mm	0.20–0.60 mm × 0.20–0.70 mm
Ovary	0.08–0.25 (0.17±0.05) mm × 0.06–0.21 (0.15±0.05) mm	0.10–0.50 mm × 0.10–0.40 mm
Excretory bladder	0.10–0.33 (0.19±0.07) mm × 0.03–0.26 (0.11±0.06) mm	-

each morphological character of the current study was shown in dimension of range (minimum-maximum) followed by an average ± standard deviation within parentheses.

Infection of *T. anastomusa* metacercariae in freshwater viviparid snails performing in Bangkok, Thailand revealed a comprehensive investigation in terms of the study areas and represented a relatively low infection in comparison to previous studies. Interestingly, the snail *I. umbilicata* was further found to be infected by *T. anastomusa* metacercariae for the first time in Thailand, indicating a broad range of snail hosts of this avian trematode. This avian trematode, *T. anastomusa*, seems to be known as an unimportant parasite in case of medical, veterinary and livestock concerns in Thailand. Nevertheless, for more understanding and additional fundamental knowledge of this trematode, a comprehensive description of their life cycle should be further redescribed in the future. Moreover, biological and physical factors of environments, such as water quality parameters, habitat types of hosts, snail host size, that may importantly relate to the infection patterns in terms of prevalence and mean intensity of the infection should be further analyzed.

Conflicts of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

This study was financially supported by the Center of Excellence on Biodiversity (BDC), Office of Higher Education Commission (BDC-PG2-161004), the Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, and the Science Achievement Scholarship of Thailand (SAST). The authors also thank our colleagues for their help with the fieldwork.

References

Abramoff, M.D., Magalhaes, P.J., Ram, S.J. 2004. Image processing with ImageJ. Biophotonics Int. 11: 36–42.

Agarwal, S.M. 1958. Further observations on *Thapariella anstastomusa* Srivastava, 1953 (Trematoda: Thapariellidae). Indian J. Helminthol. 10: 40–45.

Agrawal, N., Pandey, K.C., Kiran, G.B. 2002. Record of metacercaria of *Thapareilla anastomusa* Srivastava, 1958, from *Bellamya bengalensis* (L.). Indian J. Helminthol. 20: 35–38.

Anucherngchai, S., Chontananarth, T. 2016. The prevalence and morphological characteristic of trematodes infection in freshwater snails, *Filopaludina* in Khlong Toey market, Bangkok, Thailand. In: The 4th Academic Science and Technology Conference 2016. Thai traditional medicine college and faculty of agricultural technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Bangkok, Thailand, pp. 92–97.

Brandt, R.A.M. 1974. The non-marine aquatic mollusca of Thailand. Arch. Molluskenkd. 105: 1–423.

Caron, Y., Rondelaud, D., Losson, B. 2008. The detection and quantification of a digenean infection in the snail host with special emphasis on *Fasciola* sp. Parasitol. Res. 103: 735.

Chantima, K., Rika, C. 2020. Snail-borne zoonotic trematodes in edible viviparid snails obtained from wet markets in Northern Thailand. J. Helminthol. 94: e198.

Chantima, K., Suk-Ueng, K., Kampan, M. 2018. Freshwater snail diversity in Mae Lao agricultural basin (chiang rai, thailand) with a focus on larval trematode infections. Korean J Parasitol. 56: 247–257.

Johnson, P.T.J., Preston, D.L., Hoverman, J.T., Henderson, J.S., Paull, S.H., Richgels, K.L.D., Redmond, M.D. 2012. Species diversity reduces parasite infection through cross-generational effects on host abundance. Ecology 93: 56–64.

Melles, S., Glenn, S., Martin, K. 2003. Urban bird diversity and landscape complexity species–environment associations along a multiscale habitat gradient. Conserv. Ecol. 7: 5.

Olivier, L., Schneiderman, M. 1956. A method for estimating the density of aquatic snail populations. Exp. Parasitol. 5: 109–117.

Phalee, W., Phalee, A., Wongsawad, C. 2018. New Record of *Thapariella anastomusa* (Trematoda: Thapariellidae) Metacercariae in Northern Thailand. Korean J. Parasitol. 56: 49–52.

Pojmańska, T. 2002. Family Thapariellidae Srivastava, 1953. In: Gibson, D.I., et al. (Eds.). Keys to the Trematoda, Vol 1. CABI Publishing. New York, USA.

Rai, D.N., Pande, B.P. 1967. On the metacercaria of *Thapariella anastomusa* Srivastava, 1955. Indian J. Helminthol. 19: 64–69.

Srivastava, N.N. 1953. On the morphology and systematic position of a new avian trematode *Thapariella anastomusa* n.g., n.sp., with a suggestion on the creation of a new family Thapariellidae. Indian J. Helminthol. 5: 101–108.

Upatham, E., Sormani, S., Kitikoon, V., Lohachit, C., Burch, J. 1983. Identification key for the fresh and brackish-water snails of Thailand. Malacological Review 16: 107–132.

Wiroonpan, P., Purivirojkul, W. 2018. Trematode infection of the edible pond snail (*Filopaludina martensi*) from Kasetsart University, Thailand. In: The 18th Agricultural conference. Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand, pp. 267–272.

สาขาประมง
Subject: Fisheries

ภาคบรรยาย
Oral Presentation

ผลของคุณภาพน้ำและระยะเวลาการเลี้ยงต่ออัตราการตายของปลานิลโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ของเครื่อง

Effects of water quality and culture period on mortality rate of tilapia using machine learning algorithms

ชุตินันท์ จำเนียรบุญ, รุ่งพฤทธิ์ จงเจริญสุข, สุขกฤช นิมิตกุล , ราห์ เทพาหุดี*

Chutinan Jumnienboon, Roongparit Jongjaraunsuk, Sukkrit Nimitkul, Wara Taparhudee*

ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ffiswrt@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลกระทบของคุณภาพน้ำและระยะเวลาในการเลี้ยงต่ออัตราการตายในการเลี้ยงปลานิลโดยใช้การเรียนรู้จากเครื่อง ทำการเก็บข้อมูลการเลี้ยงจากฟาร์มเลี้ยงปลานิลจำนวน 3 บ่อ 1 รุ่นการเลี้ยง (105 วัน) ซึ่งปัจจัยด้านคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาทุกวันประกอบด้วย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิน้ำ แอมโมเนียรวม ไนไตรท์-ไนโตรเจน ความเป็นด่างและความโปร่งแสง มีการบันทึกการตายของปลาทุกวัน นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบมีผู้สอน ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง Random forest มีความแม่นยำมากที่สุดเท่ากับ 90.00±14.90%

คำสำคัญ: การตาย, การทำเหมืองข้อมูล, การเรียนรู้จากเครื่อง, คุณภาพน้ำ, ปลานิล

Abstract

This study aimed to find out effects of water quality and culture period on mortality rate of tilapia using machine learning algorithms. It was determined in 3 ponds of a private tilapia farm for 1 crop (105 days). Water quality parameters, i.e., dissolved oxygen, pH, temperature, total ammonia nitrogen, nitrite-nitrogen, alkalinity and transparency were monitored every day. Number of daily fish deaths were recorded. All data were analyzed using machine learning techniques with supervised learning classification. The results showed that the Random forest model obtained the highest accuracy of 90.00±14.90 %.

Keywords: data mining, machine learning, mortality, tilapia, water quality

คำนำ

การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) คือกระบวนการที่กระทำหรือจัดการข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์เชิงลึกที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ซึ่งข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยให้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลสามารถเข้าใจและคาดการณ์ถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ (Dunren et al., 2013) ในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภททั้งในด้านธุรกิจที่ช่วยในการตัดสินใจในด้านการบริหาร ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการแพทย์ ด้านเศรษฐกิจและสังคม ด้านเกษตร รวมทั้งด้านประมง ยกตัวอย่างเช่น Souza et al. (2016) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการตรวจสอบฝูงปลาเพื่อการดักจับโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data mining) และการเรียนรู้ข้อมูลจากเครื่อง (Machine Learning) และ Al-Hatali (2018) ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการและประสิทธิภาพของแบบจำลองจากการทำเหมืองข้อมูล

อย่างไรก็ตามสำหรับการประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล และการใช้เทคนิคการเรียนรู้จากเครื่อง ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยยังคงไม่ได้รับการศึกษา จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ โดยในการศึกษาจะนำข้อมูลการเลี้ยงปลานิลมาทำการวิเคราะห์ด้วยเหมืองข้อมูล เนื่องจากว่าปลานิลเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและ Global Aquaculture Advocate คาดว่าผลผลิตจะเพิ่มสูงขึ้น 1.5–2.5 ล้านตัน ในอีก 7 ปีข้างหน้านี้ ทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงปลานิลกลายเป็นภาคธุรกิจที่เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตทั้งภาคเศรษฐกิจและสังคมของคนทั่วโลก (Paiboon et al., 2018) การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะพัฒนาระบบสนับสนุนทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความแม่นยำและประมวลผลได้ในเชิงลึกในระยะเวลาที่รวดเร็วเพื่อเป็นตัวช่วยในการหาเส้นทางหรือความสัมพันธ์เชิงลึกที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงเป็นแนวทางในการลดหรือหลีกเลี่ยงปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบการเลี้ยงได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงจากฟาร์มเลี้ยงปลานิล จังหวัดบุรีรัมย์ ขนาดบ่อ 0.16 เฮกตาร์ (1 ไร่) จำนวน 3 บ่อ น้ำหนักปลาเฉลี่ยเริ่มต้น 195.00±0.50 กรัม/ตัว จำนวนที่ปล่อยทั้งหมด 18,000 ตัว/บ่อ (ประมาณ 11 ตัว/ตารางเมตร) น้ำหนักปลาเฉลี่ย ณ วันที่ทำการจับ 888.00±0.50 กรัม/ตัว อัตรารอดเฉลี่ย 95.00±0.50 เปอร์เซ็นต์ ทำการเก็บข้อมูลการเลี้ยงทั้งหมด 105 วัน (1 รุ่นการเลี้ยง) ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์คือ จำนวนเดือนในการเลี้ยงและปัจจัยด้านคุณภาพน้ำได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, อุณหภูมิน้ำ, ความเป็นกรดเป็นด่าง, แอมโมเนียรวม, ไนไตรท์-ไนโตรเจน, ความเป็นด่าง, ความโปร่งแสงและจำนวนปลาตายต่อวันเพื่อหาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการตายที่เกิดขึ้นและแบบจำลองตัวใดสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้แม่นยำมากที่สุด โดยการตรวจวัดปัจจัยด้านคุณภาพน้ำต่าง ๆ มีวิธีการดังนี้คือ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำและอุณหภูมิตรวจวัดโดยใช้เครื่อง YSI 550A ความเป็นกรดเป็นด่างใช้เครื่อง YSI pH100A ในส่วนของแอมโมเนียรวม, ไนไตรท์-ไนโตรเจนและความเป็นด่างใช้วิธีของ APHA (2017).

การทำเหมืองข้อมูลและการประมวลผล

การทำเหมืองข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้จะใช้หลักการที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการหลักในการจัดทำเหมืองข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์และใช้ประโยชน์ในทางธุรกิจที่เรียกว่า CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data mining) ซึ่งมีการทำงาน 6 ขั้นตอน คือ 1. ทำความเข้าใจความต้องการและปัญหา 2. ทำความเข้าใจข้อมูลที่มีอยู่หรือต้องเก็บเพิ่มเติม 3. เป็นการจัดการข้อมูลเพื่อให้พร้อมต่อการวิเคราะห์ ขั้นตอนนี้ใช้เวลานานที่สุด ซึ่งจะประกอบไปด้วย การคัดเลือกข้อมูล, การกลั่นกรองข้อมูล, แปลงรูปแบบข้อมูล 4. การวิเคราะห์ข้อมูล 5. การวัดผลประเมินผล และ 6. การพัฒนาและนำไปใช้ประโยชน์ ในขั้นตอนที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องแบบมีผู้สอนโดยจะใช้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบใช้ตัวแบบอัตโนมัติ (Auto model) ผ่านโปรแกรม RapidMiner studio version 9.7 โดยขั้นตอนในการประมวลผลไฟล์ที่ใช้ต้องทำความสะอาดข้อมูลเรียบร้อยแล้วจากนั้นเลือกส่วนที่ต้องการวิเคราะห์ให้เป็น label โดยกำหนดเป็น 2 กรณี ประกอบด้วย 1) อัตราการตายสูง คือ มีการตายมากกว่า 10 ตัว/วัน เป็น High และ 2) อัตราการตายต่ำ คือ มีการตายน้อยกว่า 10 ตัว/วัน เป็น Low จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้ Auto Model ซึ่งประกอบไปด้วย Random Forest, Generalized Linear Model, Fast Large Margin, Deep Learning, Gradient Boosted Trees, Support Vector Machine, Naïve Bayes, Decision tree และ Logistic Regression จากนั้นทำการกดประมวลผล (Fig.1) ทั้งนี้ปัจจัยจะถูกปรับให้เหมาะสมแบบอัตโนมัติ (Automatically optimize) สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละโมเดลจะทำการแบ่งข้อมูล (Split validation) ออกเป็น 60:40 (ข้อมูลที่นำไปทำการสอน : ข้อมูลที่นำไปทดสอบ) และค่าประสิทธิภาพที่ใช้ในการทดสอบในครั้งนี้คือ ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าพื้นที่ใต้กราฟ (Area Under <ROC> Curve, AUC) และกราฟ Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve

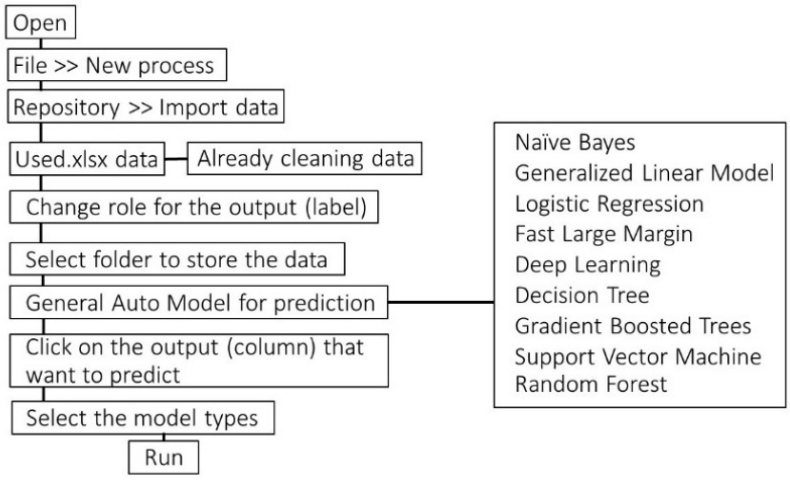


Fig. 1 Flow chart showing basic step in the RapidMiner software for generated the auto model

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบบจำลองพบว่า แบบจำลองที่มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ Random forest มีค่าเฉลี่ยความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 90.00±14.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Generalized Linear Model, Fast

Large Margin, Deep Learning, Gradient Boosted Trees, Support Vector Machine, Naïve Bayes, Decision tree และ Logistic Regression ตามลำดับ อัตราของเวลาในการเรียนรู้และประเมินผลต่อ 1,000 แถวของข้อมูลของ Random forest จะเร็วที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 886, 762 มิลลิวินาที ตามลำดับ และในส่วนของค่า AUC Value และ ROC Curve ของ Random forest มีค่ามากกว่า 0.9 และเข้าใกล้ 1 ตามลำดับ แสดงไว้ดัง Table 1 และ Fig. 2

Table 1 The result from Auto model

Model	Accuracy (%)	AUC value	Gains	Total Time (s)	Training Time (1,000 Rows) (ms)	Scoring Time (1,000 Rows) (ms)	Deploy
Naïve Bayes	76.70±9.10	0.900	0	10	2000	3000	Deploy
Generalized Linear Model	86.70±13.90	0.863	6	4	2000	786	Deploy
Logistic Regression	70.00±13.90	0.810	-4	2	2000	857	Deploy
Fast Large Margin	86.70±13.90	0.875	6	3	952	571	Deploy
Deep Learning	80.00±7.50	0.825	8	6	6000	810	Deploy
Decision Tree	76.70±9.10	0.525	0	9	3000	976	Deploy
Gradient Boosted Trees	80.00±13.90	0.810	8	53	3000	500	Deploy
Support Vector Machine	80.00±13.90	0.950	4	7	1000	810	Deploy
Random Forest	**90.00±14.90**	**0.925**	**4**	**14**	**886**	**762**	**Deploy**

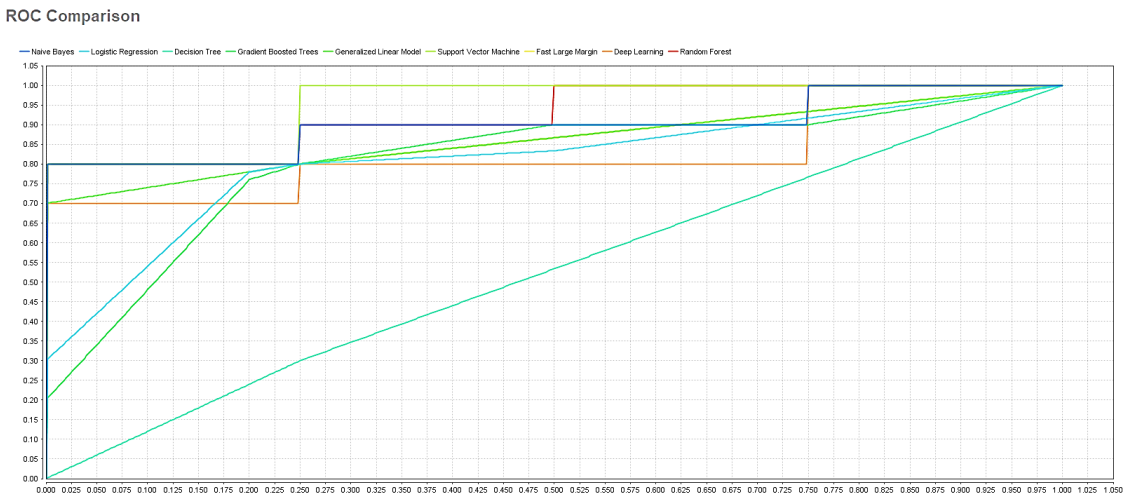


Fig. 2 Receiver Operating Characteristics (ROC) Curve

สำหรับรายละเอียดการใช้งานแบบจำลอง Random forest พบว่า แบบจำลอง Random forest ได้ทำการเลือกตัวแบบที่ดีที่สุด โดยพารามิเตอร์ที่เหมาะสม (Optimal Parameter) ในการใช้ คือ ที่ระดับความลึกของการ

วิเคราะห์ 7 ระดับ และมีชุดข้อมูลโครงสร้างต้นไม้ 20 ชุด ซึ่งจะมีความผิดพลาดในการทำนายอยู่ที่ 6.3 เปอร์เซ็นต์ แสดงไว้ดัง Table 2 และ Fig. 3 โดยข้อมูลคุณภาพน้ำตลอดการเลี้ยงมีความเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แสดงไว้ดัง Table 3

Table 2 Random forest-Optimal Parameters

Maximal Depth	Number of Trees	Error Rate
2	20	14.3
2	60	12.7
2	100	14.3
2	140	12.7
4	20	9.5
4	60	9.5
4	100	7.9
4	140	7.9
7	20	6.3
7	60	7.9
7	100	9.5
7	140	9.5

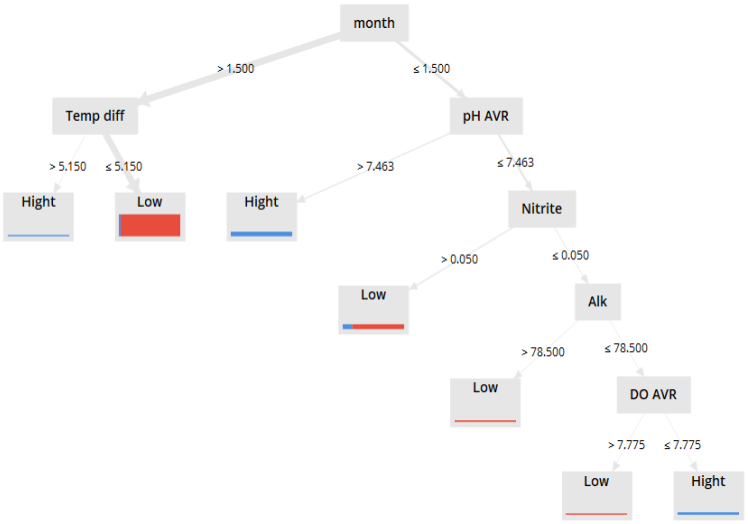


Fig. 3 Random forest

Table 3 Water Quality

Water Quality	Max	Min	Mean
DO average (mg/L)	8.15	3.10	6.70
DO different (mg/L)	3.02	0.10	1.76
pH average	7.50	6.00	6.73
pH different	1.20	-0.60	0.39
Water temp average (°C)	29.45	20.00	26.25
Water temp different (°C)	5.90	0.06	2.44
Total ammonia nitrogen (mg/L)	2.50	0.00	1.26
Nitrite-Nitrogen (mg/L)	2.00	0.00	1.55
Alkalinity (mg/L as $CaCO_3$)	110.00	32.00	43.39
Transparency (Centimeter)	60.00	25.00	35.90

จากการศึกษาครั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลอง Random forest พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการตายของปลานิล ได้แก่ ระยะเวลาในการเลี้ยงและคุณภาพน้ำทางเคมี โดยระยะเวลาในการเลี้ยงจะแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ 1. เมื่อระยะเวลาในการเลี้ยงน้อยกว่า 1.5 เดือน (น้อยกว่า 45 วัน) หรือปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยกว่า 493.50 กรัม/ตัว และ 2. เมื่อระยะเวลาในการเลี้ยงมากกว่า 1.5 เดือน (มากกว่า 45 วัน) หรือปลานิลที่มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่า 493.50 กรัม/ตัว

ระยะเวลาในการเลี้ยงน้อยกว่า 1.5 เดือน ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างจะมีผลต่ออัตราการตายที่เกิดขึ้นในรอบวัน กล่าวคือ ในวันที่มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่า 7.463 ปลานิลจะมีการตายต่อวันอยู่ในระดับที่สูง เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงส่งผลให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียและไนไตรท์รุนแรงขึ้น โดยน้ำที่มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่า 7 จะส่งผลให้สัดส่วนของแอมโมเนียไม่แตกตัวต่อแอมโมเนียทั้งหมด (TAN) มีค่าสูงขึ้นทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำที่เลี้ยงมากขึ้น (Boyd, 1982; อุธร ,2553) ในกรณีของค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างที่มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับ 7.463 ต้องพิจารณาที่ระดับไนไตรท์-ไนโตรเจน หากมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าปลานิลจะมีการตายเฉลี่ยต่อวันอยู่ในระดับที่ต่ำ เนื่องมาจากว่าค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนยังไม่สูงถึงระดับที่ส่งผลกระทบต่อปลา (สูงสุดไม่เกิน 0.25 มิลลิกรัม/ลิตร) (Lawson, 1994) ในกรณีของค่าเฉลี่ยไนไตรท์-ไนโตรเจนที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร ให้พิจารณาต่อที่ค่าความเป็นด่าง ถ้าค่าความเป็นด่างน้อยกว่า 78.50 มิลลิกรัม/ลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต ควรพิจารณาเติมปูนกลุ่มคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เพราะจะช่วยควบคุมค่าความเป็นกรดเป็นด่างในรอบวันไม่ให้แตกต่างกันมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับ Boyd (1990) กล่าวว่าคาร์บอนไดออกไซด์และการควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างจะเชื่อมโยงโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงในระบบบัฟเฟอร์ของคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และสำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในกรณีของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 7.775 มิลลิกรัม/ลิตร จะพบอัตราการตายสูงในวันดังกล่าว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเลี้ยงที่ความหนาแน่นสูง ดังนั้นจึงต้องการปริมาณออกซิเจนที่สูงซึ่งปริมาณออกซิเจนจะส่งผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมและการกินอาหารของปลา สอดคล้องกับ An Tran-Duy et al. (2008, 2012) ศึกษาพบว่า

ปลาที่อยู่ในน้ำที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำจะมีค่าเฉลี่ยการกินอาหารต่อวันและอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าปลาที่อยู่ในน้ำที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูง

ในกรณีที่ 2 ระยะเวลาในการเลี้ยงมากกว่า 1.5 เดือน ปัจจัยคุณภาพน้ำทางเคมีที่ส่งผลต่ออัตราการตายของปลานิล ได้แก่ อุณหภูมิน้ำที่แตกต่างระหว่างช่วงเช้าและเย็นต่อวันมากกว่า 5.20 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ปลานิลมีอัตราการตายสูงเนื่องจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วซึ่งส่งผลต่อการใช้พลังงานในการปรับตัวและระดับภูมิคุ้มกันที่ลดต่ำลงของสัตว์น้ำ (Nion, 2021)

สรุป

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้แบบจำลอง Random forest มีความถูกต้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความถูกต้อง 90.00±14.90 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดการใช้งานแบบจำลองพบว่าที่ระดับความลึกของการวิเคราะห์ 7 ระดับและมีชุดข้อมูลโครงสร้างต้นไม้ 20 ชุด มีความผิดพลาดในการทำนายน้อยที่สุดอยู่ที่ 6.3 เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยที่ส่งผลให้ปลานิลมีอัตราการตายสูง ในกรณีที่มีระยะเวลาการเลี้ยงน้อยกว่า 1.5 เดือน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยมากกว่า 7.463, ค่าความเป็นด่างน้อยกว่า 78.50 มิลลิกรัม/ลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนตและค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 7.775 มิลลิกรัม/ลิตร และในกรณีของปลานิลที่มีระยะเวลาการเลี้ยงมากกว่า 1.5 เดือน ได้แก่ อุณหภูมิน้ำที่แตกต่างระหว่างช่วงเช้าและเย็นต่อวันมากกว่า 5.20 องศาเซลเซียส

ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปปรับปรุงการเลี้ยงปลานิลโดยเฉพาะการจัดการคุณภาพน้ำเพื่อลดอัตราการตายของปลา ซึ่งจะทำให้ผลการเลี้ยงประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณชลประพัฒน์ฟาร์ม จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ให้ข้อมูลเพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

อุธร ฤทธิลึก. 2553. การจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเขตร้อน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

AI-Hatali A. 2018. A Comparative Study of the Efficient Data Mining Algorithm to find the Most influenced factor on price variation in Oman Fish Markets. J. Appl. Sci. Res. 1: 10–18.

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation (APHA). 2017. Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater, 23rd ed. United Books Press. Maryland.

Azaza, M.S., Dhraïef, M.N., Kraïem, M.M. 2008. Effect of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. J. Therm. Biol. 33: 98–105. doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.05.007

Boyd, C.E. 1982. Water quality management for pond fish culture. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, the Netherlands.

Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Agriculture Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.

Che, D., Safran, M., Peng, Z. 2013. From big data to big data mining: Challenges, issues, and opportunities. In: Hong, B., et al. (Eds.). Database Systems for Advanced Applications. Lecture Notes in Computer Science. pp. 1–15. doi.org/10.1007/978-3-642-40270-8_1

Kolding, J., Haug, L., Stefansson, S.O. 2008. Effect of ambient oxygen on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Can. J. Fish. Aquat. 65: 1413–1424.

Lawson, T.B. 1995. Water Quality and Environmental Requirements. In: Fundamentals of Aquacultural Engineering. Springer. Boston, MA. pp. 12–39. doi.org/10.1007/978-1-4613-0479-1_2

Nion, C., Suppanut, W., Manee, S., et al. 2021. Effects of rearing water temperature on blood parameters and susceptibility to Aeromonas veronii in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Khon Kaen Agriculture Journal Suppl.

Paiboon, P., Supap, S., Kanokpon, S. 2018. Biochemical and physiological responses of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* Lin subjected to cold shock of water temperature. Aquac.Rep. 11: 17–23.

Souza, E.N. de, Boerder, K., Matwin, S., Worm, B. 2016. Improving Fishing Pattern Detection from Satellite AIS Using Data Mining and Machine Learning. PLoS One. 11. e0163760. doi.org/10.1371/journal.pone.0163760

Syachrani, S., Jeong, H.S., Chung, C.S. 2013. Decision Tree-Based Deterioration Model for Buried Wastewater Pipelines. J. Perform. Constr. 27: 633–645.

Tran-Duy, A., Dam, A.A. van, Schrama, J.W. 2012. Feed intake, growth and metabolism of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in relation to dissolved oxygen concentration. Aquac. Res. 43: 730–744.

Tran-Duy, A., Schrama, J.W., Dam, A.A. van, Veneth, J.A.J. 2008. Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquac. 275: 152–162. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.12.024

Wang, T., Lefevre, S., Huong, T.T.D., Cong, N.V., Bayley, M. 2009. The effects of hypoxia on growth and digestion. In: Jeffrey, G.R., Anthony, P.F., Colin, J.B. (Eds.). Hypoxia. Academic Press. Burlington, pp. 361–396.

ประยุกต์ใช้โปรไบโอติกในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในระบบน้ำเขียวที่ใช้ *Tetraselmis* sp.

Application of probiotics in feed for white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivation under green water by *Tetraselmis* sp.

วรรณิษา แสงแก้ว* , ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม, ระพีพร เรืองช่วย, นิรัติศัย เพชรสุภา

Wannisa Saengkaew*, Chonlatee Cheewasedtham, Rapeeporn Ruangchuay, Nirattisai Petchsupa

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปัตตานี 94000

Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: kik3538@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการประยุกต์ใช้โปรไบโอติกในอาหารกุ้งที่เลี้ยงในระบบน้ำเขียว ที่ใช้ *Tetraselmis* sp. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ช่วยเพิ่มอัตราการรอด และเพิ่มผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงกุ้ง โดยออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ศึกษาอาหารผสมโปรไบโอติก 4 รูปแบบ ได้แก่ อาหารสำเร็จรูป อาหารสำเร็จรูปผสมโยเกิร์ต อาหารสำเร็จรูปผสม Photosynthetic bacteria (PSB) และอาหารสำเร็จรูปผสมโยเกิร์ตและ PSB ทดลองในกุ้งขาวแวนนาไมระยะ PL29 น้ำหนักเริ่มต้น 1.09 กรัม จำนวน 20 ตัวต่อตู้ จำนวน 12 ตู้ เติมน้ำเขียวทุกตู้ ให้อาหาร 6% จากน้ำหนักตัว วันละ 4 มื้อ คือ เวลา 09.00 13.00 17.00 และ 24.00 น. ระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากการศึกษาพบว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมโยเกิร์ต มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดที่ 4.38±0.77 % ลำดับถัดมาคือ เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมโยเกิร์ตกับ PSB และอาหารสำเร็จรูปผสม PSB มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.25±1.11% และ4.09±1.48% ตามลำดับ และชุดควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการรอดตายต่ำที่สุด คือ 3.50±1.38% และ15.00±5.00 % มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไม่พบเชื้อก่อโรคกลุ่ม *Vibrio parahaemolyticus* ในกุ้งทุกชุดการทดลอง

คำสำคัญ: กุ้งขาวแวนนาไม, โปรไบโอติก, *Tetraselmis* sp., *Vibrio parahaemolyticus*

Abstract

This research study on the application of probiotics in feed for culture shrimp in green water system by using *Tetraselmis* sp. These provides significant basic information in the aquaculture field to improve survival rates and increase the productivity of shrimp culture. This is assigned Completely Randomized Design: CRD by studying four levels of probiotic mixed with feed, including commercial feed without any probiotic supplementation, commercial feed mixed with yogurt, commercial feed mixed with Photosynthetic bacteria (PSB), and commercial feed mixed with yogurt and PSB. White shrimp PL29, 1.09 grams initial weight, 20 shrimps per container, total of the container is twelve. and add green water in every container. Feed is applied 6% of body weight, four times per day at 09.00 am, 1.00 pm, 5.00 pm, and 24.00 am for eight weeks. The study found that shrimp fed commercial feed mixed with yogurt was the highest average growth rate (4.38±0.77%) and the next were commercial feed mixed with yogurt and PSB and commercial feed mixed with PSB, 4.25±1.11% and 4.09±1.48%, respectively. The Control group has the lowest growth and survival rates of 3.50% and 15%. There was a statistically significant difference (P <0.05). No pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* was found in all shrimp experiments.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, probiotic, *Tetraselmis* sp., *Vibrio parahaemolyticus*

คำนำ

กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เป็นสายพันธุ์ที่นิยมเพาะเลี้ยงกันทั่วโลก (Jiang et al., 2019) เป็นสินค้าด้านการประมงที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง และมีราคาค่อนข้างคงที่ (Suwoyo et al., 2014) แม้ว่าจะเกิดการระบาดของโรคในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นอย่างมาก (Su et al., 2020) เมื่อเร็วๆนี้มีโรคที่เรียกว่า Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND) เดิมเรียกว่า Early Mortality Syndrome (EMS) ที่เกิดจากเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* สร้างความเสียหายในระบบการเลี้ยงกุ้ง ที่ทำให้กุ้งตายสูง และรวดเร็วในระยะเริ่มต้นของการเลี้ยงหลังจากปล่อยลงบ่อมากถึง 100% (Yu et al., 2020) ที่ผ่านมาได้มีการใช้ยาปฏิชีวนะ และสารเคมีเพื่อป้องกันการติดโรคของกุ้ง แต่การรักษาด้วยวิธีเหล่านี้ส่งผลต่อสัตว์น้ำ และผู้บริโภครวมทั้งส่งผลเสียต่อระบบนิเวศในขณะเดียวกันมีการหันมาใช้วิธีทางชีวภาพกันมากขึ้นเช่น การประยุกต์ใช้สาหร่ายเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์น้ำหรือใช้เลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำ เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีคุณค่า ช่วยในการต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และกิจกรรมทางชีวภาพอื่นๆ โดยเฉพาะสาหร่ายขนาดเล็กสกุล *Tetraselmis* ยังช่วยเสริมสร้างระบบนิเวศในบ่อกุ้ง สาหร่ายจะเพิ่มอาหารธรรมชาติสำหรับเป็นอาหารให้แก่ลูกกุ้งในบ่อ และพบว่าช่วยในการบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2550) วิธีทางชีวภาพอีกทางเลือกหนึ่งคือการใช้แบคทีเรียกลุ่มโปรไบโอติก ซึ่งเป็นแนวทางใหม่ในการผลิตกุ้งสามารถช่วยประหยัดต้นทุน เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และยังลดการเจริญเติบโตของเชื้อโรค และเพิ่มการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ส่งผลดีต่อสุขภาพของกุ้งได้ (Lukwambe et al., 2015) ไม่กี่ปีที่ผ่านมาโปรไบโอติก พรีไบโอติก และซินไบโอติก เป็นส่วนสำคัญของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และความต้านทานโรค ซึ่งโปรไบโอติกมีส่วนสำคัญในการเปลี่ยนอาหาร การเจริญเติบโต การเพิ่มน้ำหนัก การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน และความต้านทานโรค (Das et al., 2017) ปัจจุบันได้มีการรายงานรูปแบบของโปรไบโอติกและการประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีโปรไบโอติกหลายชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกลุ่ม *Lactobacillus* มีการนำมาใช้มากที่สุด (Perumal et al., 2015) โดยมีการนำมาใช้กับอาหารสัตว์ (Parker, 1974) เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์มีชีวิตที่ให้ประโยชน์แก่เจ้าบ้าน (Host) สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์น้ำ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน (Jamili et al., 2015) Villasenor และคณะ (2012) ที่รายงานว่าเชื้อ *Bacillus* sp. ปรับสมดุลของแบคทีเรียในลำไส้กุ้งขาว เพิ่มความต้านทานต่อเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ทำให้มีอัตราการรอดเพิ่มขึ้น การเติมแบคทีเรียที่มีประโยชน์สามารถลดสารอินทรีย์ที่มีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของกุ้งได้ นอกจากกลุ่ม *Bacillus* แล้วแบคทีเรียสังเคราะห์แสงยังมีสมบัติเป็นโปรไบโอติกจากธรรมชาติ ที่มีประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอีกด้วย

สาหร่ายขนาดเล็ก และโปรไบโอติกแบคทีเรีย น่าสนใจเป็นอย่างมากในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเนื่องจากเป็นแหล่งผลิตสารธรรมชาติที่มีประโยชน์ และมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจที่จะดึงดูดความสนใจมากขึ้นเพื่อรับมือกับการติดโรคของกุ้ง (Cadenas et al., 2014: Kuo et al., 2015) การศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยไม่ใช้สารเคมีในระบบการเลี้ยง น้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งไม่มีการฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี ใช้การพักน้ำให้ตกตะกอนแล้วจึงนำมาใช้เลี้ยงกุ้ง และได้นำ *Tetraselmis* sp. แบคทีเรียสังเคราะห์แสง (Photosynthetic bacteria, PSB) และโยเกิร์ตมาประยุกต์ใช้ในระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านการ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ช่วยเพิ่มโอกาสในการรอดตาย ลดความเสี่ยงในการเกิดโรค และเพิ่มผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงกุ้งต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

จากการทดลองสามารถแบ่งจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด 2 ชนิดคือ โยเกิร์ตที่เป็นเศษเหลือจากกระบวนการแปรรูปนมได้จากโรงงานผลิตนม บริษัท แดรี่โฮม จำกัด และแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (Photosynthetic bacteria) ที่แยกได้จากแหล่งน้ำบริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี และได้นำสาหร่ายขนาดเล็กชนิด *Tetraselmis sp.* มาใช้ในกระบวนการเลี้ยงกุ้ง ช่วยเพิ่มโอกาสในการรอดตาย และเพิ่มผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงกุ้ง

การเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้ง

อาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งเป็นอาหารสำเร็จรูปยี่ห้อซีพี 9702 โดยนำอาหารสำเร็จรูปผสมกับโยเกิร์ตที่มี (lactic acid bacteria) เป็นองค์ประกอบ และPhotosynthetic bacteria (PSB) ในรูปแบบน้ำ เพื่อเป็นการเสริมโปรไบโอติกในอาหารกุ้ง อาหารที่ใช้ทดลองจะทำการเตรียมวันต่อวัน ขั้นตอนการเตรียมอาหารมีดังนี้

Treatments	Food preparation process
Control	None probiotic supplement
Treatment 1	Yogurt dissolving with distilled water ratio1:1. Mixed with commercial feed 5 ml : 5 g Coated with fish oil, and desiccated.
Treatment 2	PSB dissolving with 5 ml : 5 g Coated with fish oil, and desiccated.
Treatment 3	Yogurt dissolving with PSB ratio1:1. Mixed with commercial feed 5 ml : 5 g Coated with fish oil, and desiccated.

การทดลองเลี้ยงกุ้ง

เตรียมตู้กระจกขนาด 30×60×30 เซนติเมตร จำนวน 12 ตู้ เติมน้ำเค็ม 30 ppt ให้อากาศ เติม *Tetraselmis* sp. 500 มิลลิลิตรต่อตู้ เซลล์เริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.05×10^5 เซลล์/มล. ทุกตู้ จากนั้นสุ่มกุ้งขาวแวนนาไมใส่ในตู้ ตู้ละ 20 ตัว ก่อนและสิ้นสุดการทดลองทำการชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวกุ้งทุกตัว ระหว่างการทดลองทำการชั่งน้ำหนักกุ้งทุกตัว และนำน้ำในชุดที่มี *Tetraselmis* sp. วัดค่าการดูดกลืนแสง ทุก 1 สัปดาห์ โดยให้อาหาร 6 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักตัว วันละ 4 มื้อคือ เวลา 09.00 13.00 17.00 และ 24.00 น. เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ตรวจวัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ pH ความเค็ม ทุก 1 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 8 เริ่มทดสอบการต้านเชื้อ *Vibrio* sp. โดยนำกุ้งแต่ละตู้แช่เชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ที่มีความเข้มข้น 10^6 CFU/ml เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำกุ้งที่แช่ใส่ในตู้ทำการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำกุ้งมาวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ด้วยวิธี Spread plate โดยใช้วิธีของศูนย์วิจัยและพัฒนาสุขภาพสัตว์น้ำ สงขลา มีวิธีการดังนี้ 1. ใช้ forceps คีบตับ และกระเพาะอาหาร ตัวอย่างละ 5 ตัว ลงบนกระดาษฟอยด์ ตัดให้ละเอียด 2. นำมาชั่งใส่หลอด microcentrifuge 0.1 กรัม เติมน้ำเกลือ 0.9 มิลลิลิตร ทำการเจือจาง 10 เท่า

ที่ 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS Plate 0.1 มิลลิลิตร ระดับการเจือจางละ 2 ซ้ำ 3.ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมที่ฆ่าเชื้อโดยการจุ่มแอลกอฮอล์แล้วลนไฟ และตั้งทิ้งให้เย็นแล้วเกลี่ย ตัวอย่างให้ทั่วจานอาหาร คว่ำจานแล้วนำไปบ่มที่ 30 °C นาน 18–24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะและสีของโคโลนี นับจำนวนแล้วนำมาคำนวณ

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจสอบการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม

ทำการชั่งน้ำหนักกุ้งทุกๆ 1 สัปดาห์ ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง โดยชั่งทุกตัว สังเกตลักษณะอาการกุ้งตลอดการทดลอง พร้อมทั้งจดบันทึก จนสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหา (Brett, 1979)

- คำนวณอัตราการเจริญเติบโต โดยพิจารณาจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain %)

$$= \frac{\text{น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{น้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มต้น}} \times 100 \quad (1)$$

- การเจริญเติบโตต่อวัน Average Daily Gain, ADG (%)

$$= \frac{\text{จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนกุ้งเมื่อเริ่มต้น}} \times 100 \quad (2)$$

- อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR %)

$$= \frac{\ln(W_2) - \ln(W_1)}{t} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ $\ln(W_2)$ คือ น้ำหนักที่เวลา t และln(W1) คือ น้ำหนักเริ่มต้น

- อัตราการรอดตาย (Survival rate %) โดยสมการ

$$= \frac{\text{จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนกุ้งเมื่อเริ่มต้น}} \times 100 \quad (4)$$

การนับจำนวนโคโลนี เชื้อ *Vibrio* โดยวิธี Spread plate

- นับโคโลนีในช่วง 25 – 250 โคโลนี

$$\text{CFU/g หรือ CFU/ml} = \frac{\sum c}{(v1n1+0.1n2)d} \quad (5)$$

เมื่อ $\sum C$ = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25–250 โคโลนี

v1 = ปริมาณของ inoculum ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่พบในช่วง 25–250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25–250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25–250 โคโลนี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันและอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบน้ำเขียว โดยการใช้โปรไบติกผสมในอาหารที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ อาหารสำเร็จรูป อาหารสำเร็จรูปผสมโยเกิร์ต อาหารสำเร็จรูปผสม PSB และอาหารสำเร็จรูปผสมโยเกิร์ต กับPSB ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจำนวน 20 ตัว ในตู้กระจกขนาด 30×60×30 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ รวมเป็น 12 หน่วยการทดลอง ระยะเวลาในการศึกษา 8 สัปดาห์ พบว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมโยเกิร์ต มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดที่ 4.38±0.77% ลำดับถัดมาคือ เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมโยเกิร์ตกับ PSB และอาหารสำเร็จรูปผสม PSB มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.25±1.11% และ4.09±1.48% ตามลำดับ และชุดควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการรอดตายต่ำที่สุด คือ 3.50±1.38% และ15.00±5.00% ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดัง Table 1 และได้เปรียบเทียบตัวชี้วัดการเจริญเติบโตของกุ้ง เห็นได้ชัดว่า Treatment 1 มีตัวชี้วัดการเจริญเติบโตสูงที่สุด และชุดควบคุมมีค่าต่ำสุดทุกตัวชี้วัด แสดงดัง Fig 1. เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้นำกุ้งมาตรวจเชื้อพบว่าเกิดโคโลนีสีเหลืองบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ ไม่พบเชื้อก่อโรคกลุ่ม *Vibrio parahaemolyticus* ในกุ้งทุกชุดการทดลอง แสดงดัง Fig 2. เป็นไปได้ว่า มีการเลี้ยงกุ้งในระบบน้ำเขียวที่ใช้ *Tetraselmis* sp. ก่อนการทดสอบการต้านเชื้อ จึงทำให้กุ้งไม่มีการติดเชื้อก่อโรค มีการรายงานว่ากรดไขมันของสาหร่าย*Tetraselmis* sp. มีความสามารถในการผลิตสารชีวโมเลกุลในการยับยั้งความสามารถการเจริญเติบโตของเชื้อ *Vibrio* (Kuo et al., 2015) จึงทำให้กุ้งไม่มีการติดเชื้อก่อโรค

Table 1 The growth performance of all shrimp experiments

Treatments	Weight gain (%)	ADG (g)	SGR (%)	Survival (%)
Control	649.80±632.00[b]	0.12±0.10[b]	3.50±1.38[b]	15.00±5.00[b]
Treatments 1	1021.20±414.20[a]	0.19±0.10[a]	4.38±0.77[a]	25.00±13.23[a]
Treatments 2	920.50±623.10[a]	0.18±0.11[a]	4.09±1.48[a]	23.33±7.64[a]
Treatments 3	990.00±539.00[a]	0.18±0.08[a]	4.25±1.11[a]	25.00±13.23[a]
No *V. parahaemolyticus*	-	-	-	-

*Means ± SD values in each column followed by different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)

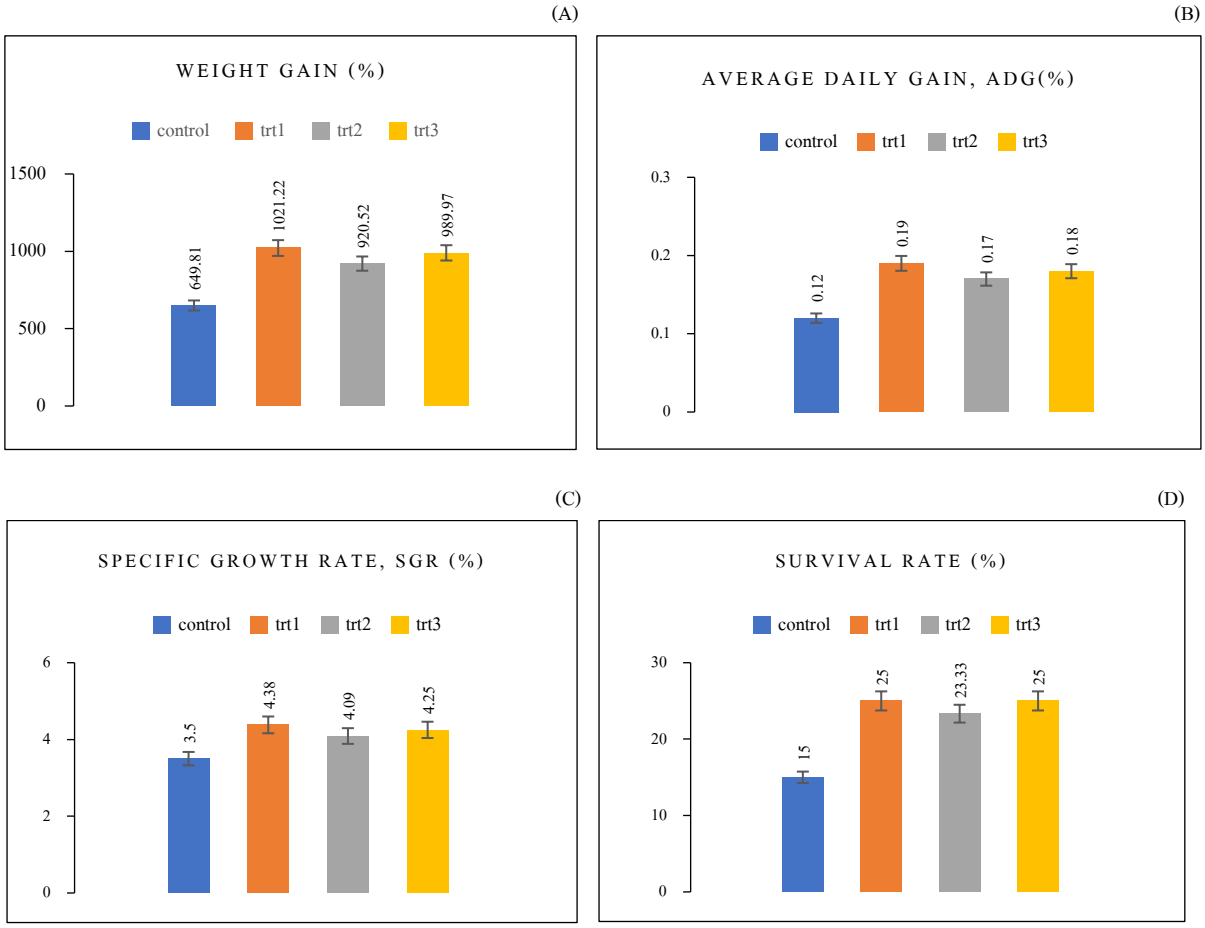


Fig. 1 The Weight gain (%), Average Daily Gain, ADG(%), Specific Growth Rate, SGR (%) and Specific growth rate (SGR) of shrimp

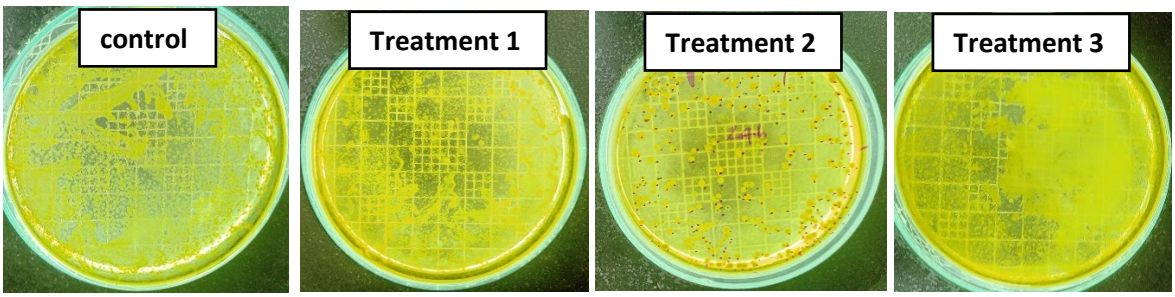


Fig. 2 Colonies on the surface of the TCBS culture medium

สรุป

จากการเลี้ยงกุ้งขาวในระบบน้ำเขียวที่ใช้ *Tetraselmis* sp. โดยประยุกต์ใช้โปรไบติกในอาหารที่เลี้ยงกุ้ง พบว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโยเกิร์ตที่มี (lactic acid bacteria) เป็นองค์ประกอบ มีตัวชี้วัดการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมแต่กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรไบโอติกแต่ละชนิดมีตัวชี้วัดการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อทดสอบการต้านเชื้อ *V. parahaemolyticus* ไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคทุกชุดการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่ากุ้งที่เลี้ยงในระบบน้ำเขียวที่มี *Tetraselmis* sp. มีความสามารถในการต้านเชื้อ *V. parahaemolyticus* เนื่องจากชุดควบคุมที่ไม่มีการเสริมโปรไบโอติกในอาหารก็ไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ด้วยเช่นกัน จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงกุ้งด้วยอาหารเสริมโปรไบโอติกมีส่วนในการเพิ่มการเจริญเติบโตของกุ้งทุกตัวชี้วัดแต่การเลี้ยงในระบบน้ำเขียวสามารถต้านเชื้อก่อโรคได้ สอดคล้องกับ Wang et al. (2020) ที่รายงานว่าโปรไบโอติกมีผลต่อการพัฒนาตัวอ่อน *Litopenaeus vannamei* โดยชี้ให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับโปรไบโอติกมีอัตราการรอดสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังยืนยันว่า โปรไบโอติกสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของตัวอ่อนกุ้ง และป้องกันการลอกคราบที่ไม่สมบูรณ์ได้ ยังสอดคล้องกับรายงานของ Villasenor et al. (2012) ที่รายงานว่าโปรไบโอติกในกลุ่ม *Bacillus* มีผลในการปรับสมดุลของแบคทีเรียในลำไส้กุ้งขาว ซึ่งเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อ *V. parahaemolyticus* ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้โยเกิร์ต ในชุดการทดลองด้วยโยเกิร์ตมีองค์ประกอบของแบคทีเรียกลุ่ม *Lactobacillus* ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับกลุ่ม *Bacillus* ดังนั้นหากต้องการเลี้ยงกุ้งให้ได้ผลผลิตดี และต้านทานเชื้อ *V. parahaemolyticus* จึงควรที่จะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในระบบน้ำเขียวโดยการให้อาหารเสริมโปรไบโอติกที่เหมาะสมร่วมด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนการศึกษาบัณฑิตในสังกัดสาขาความเป็นเลิศการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน (DOE) ที่ได้สนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณการเอื้อเฟื้อสถานที่อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ในการทำการวิจัย ขอขอบคุณโรงงานผลิตนม บริษัท แดรี่โฮม จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์เศษเหลือจากนม และขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาสุขภาพสัตว์น้ำ สงขลา ที่ได้อนุเคราะห์เชื้อก่อโรคในกุ้งในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2550. ฟาร์มกุ้งอินทรีย์แห่งแรกแก้วิกฤตราคาต่ำ. http://www.tei.or.th/hotnewa/07090-other5-manager.html.htm, 20 กุมพาพันธุ์ 2562.

Brett, J.R. 1979. Environmental fectors and growth. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Brett, J.R. (Eds.). Fish Physiology, Vol. 8. Academic Press. New York, USA, pp. 599–667.

Cadenas, C.A.M., Saavedra, M.D.P.S., Partida, M.L.L. 2014. Inhibition of pathogenic *Vibrio* by the microalgae *Isochrysis galbana*. Journal of Applied Phycology. 26: 2347–2355.

Das, S., Mondal, K., Haque, S. 2017. A review on application of probiotic, prebiotic and synbiotic for sustainable development of aquaculture. Journal of Entomology and Zoology Studies. 5: 422–429

Jamali, H., Imani, A., Abdollahi, Roozbehfar., Isari, A. 2015. Use of Probiotic *Bacillus* spp. in rotifer (*Brachionus plicatilis*) and artemia (*Artemia urmiana*) enrichment: effects on growth and survival of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Larvae. Probiotics and Antimicrobial Proteins. 7: 118–125.

Jiang, L., Feng, J., Ying, R., Yin, F., Pei, S., Lu, J., Cao, Y., Guo, J., Li, Z. 2019. Individual and combined effects of ammonia-N and sulfide on the immune function and intestinal microbiota of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Fish and Shellfish Immunology. 92: 230–240.

Kuo, J.C., Chang, Y.H., Chen, T.Y., Chen, Y.M. 2015. Elucidation of anti-*Vibrio* factors associated with green alga *Picochlorum* sp. strain S1b. Journal of Applied Phycology. 27: 257–265.

Lukwambe, B., Qiuqian, Wu, J., Zhang, D., Wang, K., Zheng, Z. 2015. The effects of commercial microbial agents (probiotics) on phytoplankton community structure in intensive white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) aquaculture ponds. Aquaculture International. 23: 1443–1445.

Parker, R.B. 1974. Probiotics, the other half of the antibiotic story. Animal Nutrition and Health 29: 4–8.

Perumal, S., Thirunavukkarasu, A.R., Perumal, P. 2015. Probiotics: Live Boon to aquaculture. Advances in Marine and Brackishwater Aquaculture. 6: 51–61.

Su, C., Fan, D., Pan, L., Lu, Y., Wang, Y, Zang, M. 2020. Effects of Yu-Ping-Feng polysaccharides (YPS) on the immune response, intestinal microbiota, disease resistance and growth performance of *Litopenaeus vannamei.* Fish and Shellfish Immunology. 105: 104–116.

Suwoyo, H.S., Makmur, Tahe S., 2014. Diversity of white leg shrimp harvest (*Litopenaeus vannamei*) in super intensive pond, 11th ed. Annual Seminar of Fisheries and Marine Research. Gajah Mada University, Indonesian, pp. 289–297.

Villasenor, I.E.L., Cervantes, T.C., Gil, B.G., Garcia, A.E.C., Cordova, A.I.C., Ascencio. F. 2012. Probiotics in the intestinal tract of juvenile white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*: Modulation of the bacterial community. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 29: 257–265.

Wang, R., Gao, Z., Tang, Y., et al. 2020. Effects on development and microbial community of shrimp *Litopenaeus vannamei* larvae with probiotics treatment. Annals of Microbiology. 10: 109.

Yu, L.H., The, C.S.J., Yap K.P., Thong, K. l. 2020. Diagnostic approaches and contribution of next-generation sequencing technologies in genomic investigation of *Vibrio parahaemolyticus* that caused acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND). Aquaculture International. 28: 2547–2559.

สารสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์และคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่าย *Caulerpa corynephora*, *Caulerpa lentillifera, Chaetomorpha* sp. และ *Gracilaria fisheri*

Sulfated polysaccharide and nutritional compositions from of *Caulerpa corynephora*, *Caulerpa lentillifera, Chaetomorpha* sp. and *Gracilaria fisheri*

ธนภรณ์ เริ่มวงศ์, พจนารถ แก่นจันทร์*, จิติมา สุวรรณมาลา

Thanaporn Rormwong, Pochanart Kanjan*, Jitima Suwanmala

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปัตตานี 94000

Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: pochanart.k@psu.ac.th

บทคัดย่อ

สาหร่ายทะเลมีคุณค่าทางอาหารหลายชนิดและเป็นแหล่งของซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดหนึ่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตของสารสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์และคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทะเล 4 ชนิด ได้แก่ *Gracilaria fisheri*, *Caulerpa corynephora*, *Chaetomorpha* sp. และ *Caulerpa lentillifera* โดยเก็บสาหร่ายทะเลจากฟาร์มในพื้นที่จังหวัดสงขลา สตูล และปัตตานี จากนั้นนำมาสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วนของสาหร่ายแห้ง:น้ำ คือ 1:50 (w/v) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที พบว่าปริมาณสารสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่าย *Gracilaria fisheri* มีค่าสูงสุดคือ 17.77±0.95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ($p < 0.05$) รองลงมาคือสารสกัดจากสาหร่าย *Chaetomorpha* sp., *Caulerpa lentillifera* และ *Caulerpa corynephora* มีค่าเท่ากับ 8.69±1.24, 2.65±1.28 และ 1.89±0.66 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และเมื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต พบว่าสาหร่าย *Chaetomorpha* sp. มีความชื้น โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย สูงที่สุดเท่ากับ 18.10±0.26, 21.59±0.10, 2.17±0.33 และ 20.22±0.06 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้สาหร่าย *Caulerpa corynephora* มีปริมาณเถ้าสูงที่สุดเท่ากับ 58.77±0.99 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และสาหร่าย *Gracilaria fisheri* มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดเท่ากับ 51.63±0.47 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

คำสำคัญ: ซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์, สาหร่ายทะเล, คุณค่าทางโภชนาการ

Abstract

Seaweeds are rich source of nutritious and natural sulfated polysaccharide that exhibited beneficial biological activities. Therefore, the objective of this study was aimed to compare the sulfate polysaccharide yield and nutritional composition of *Gracilaria fisheri*, *Caulerpa corynephora*, *Caulerpa lentillifera* and *Chaetomorpha* sp. The seaweeds were directly collected from commercial farms along coastal area in Songkhla, Satun, and Pattani provinces, Thailand. The dry seaweeds were extracted using water as follows: raw materials to water 1:50 (w/v) at temperature 90°C for 60 minutes. The result found that the highest sulfate polysaccharide (17.77±0.95%) was obtained from *Gracilaria fisheri* ($p<0.05$), whereas *Chaetomorpha* sp., *Caulerpa lentillifera* and *Caulerpa corynephora* were 8.69±1.24, 2.65±1.28 and 1.89±0.66%, respectively. Additionally, analysis of nutritional composition showed that *Chaetomorpha* sp. had the highest content of moisture (18.10±0.26% DW), protein (21.59±0.10% DW), fat (2.17±0.33% DW) and fiber (20.22±0.06% DW). *Caulerpa corynephora* contained the maximum content of ash (58.77±0.99% DW), while *G. fisheri* showed the highest carbohydrate content of 51.63±0.47 % DW.

Keywords: nutritional composition, seaweeds, sulfated polysaccharide

คำนำ

สาหร่ายทะเลถูกนำมาใช้เป็นอาหารซึ่งมีประโยชน์แก่ร่างกาย โดยมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และแร่ธาตุได้แก่ แคลเซียม โซเดียม และไอโอดีนในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีคุณสมบัติสำคัญในการเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น เป็นสารต้านการแข็งตัวของเลือด (anticoagulant) ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Pereira et al., 2005; Mohsen et al., 2007; de Sousa et al., 2011; Souza et al., 2012) ผนังเซลล์ของสาหร่ายทะเลประกอบด้วยซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์จำนวนมากซึ่งเกิดจาก neutral sugars และ acid sugars ซึ่งไม่พบในพืชที่อยู่บนบก (Percival, 1979; Kloareg and Quatrano, 1988)

สาหร่ายกลุ่มสีแดง เช่น *Gracilaria* พบแพร่หลายกระจายอยู่ตามชายฝั่งของอ่าวไทยและฝั่งมหาสมุทรอินเดีย บริเวณจังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี พัทลุง สงขลา ระนอง ปัตตานี และนราธิวาส เป็นต้น (สุรภีร์, 2543) คุณค่าทางอาหารที่ได้จากสาหร่ายกลุ่มสีแดง ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ และวิตามิน ที่มีประโยชน์สามารถใช้เป็นอาหารโดยตรงของมนุษย์และสัตว์ Mazumder et al. (2002) รายงานว่า สาหร่าย *Gracilaria corticata* มีสารอาหารพวกพอลิแซ็กคาไรด์ คือ Sulfated, Galactans และ Fucoidans ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant agent) และปรับปรุงภูมิคุ้มกันของร่างกาย (body immunity improvement) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Zhang et al. (2020) รายงานว่าซัลเฟตพอลิแซคคาไรด์ (sulfated polysaccharides) ที่สกัดจากสาหร่ายสีแดง (*Gracilaria lemaneiformis*) ส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และมีปริมาณกรดไขมันสายสั้นชนิดบิวทิเรทเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้สาหร่ายกลุ่มสีเขียวเช่น *Caulerpa corynephora*, *Chaetomorpha* sp. และ *Caulerpa lentillifera* นิยมนำมาบริโภคในรูปแบบสดหรือนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นอกจากนั้นสารสกัดจากสาหร่ายในจีนัส *Caulerpa* ยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (pathogenic bacteria) และช่วยลดการอักเสบ (anti-inflammatory activity) (Nagappan and Vairappan, 2014) ได้อีกด้วย

แต่อย่างไรก็ตามสาหร่ายทะเลบางสายพันธุ์ ในประเทศไทยยังมีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำกว่าเมื่อเทียบกับผลผลิตทางการประมงตัวอื่นๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จะศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใยของสาหร่าย *Gracilaria fisheri, Caulerpa corynephora, Chaetomorpha* sp. และ *Caulerpa lentillifera* และสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งอาจมีองค์ประกอบสารพรีไบโอติกในระดับสูง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

แหล่งที่มาและการเตรียมตัวอย่างสาหร่าย

สาหร่าย *Gracilaria fisheri* จากฟาร์มในจังหวัดสงขลา สาหร่าย *Caulerpa corynephora*, *Chaetomorpha* sp. จากฟาร์มในจังหวัดสตูล และ สาหร่าย *Caulerpa lentillifera* จากฟาร์มในจังหวัดปัตตานี ล้างทำความสะอาดนำ

เศษหินหรือลูกสัตว์น้ำที่ติดมากับสาหร่ายออก และถูกนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกว่าแห้ง บดละเอียดเก็บใส่พลาสติกปิดสนิทจนกว่าจะนำไปสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่าย

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทั้ง 4 ชนิด โดยทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ ดังต่อไปนี้ องค์ประกอบพื้นฐานได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและคาร์โบไฮเดรตตามวิธีการของ AOAC (2000) เยื่อใยตามวิธีการของ AOAC (1990)

การสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่าย

นำสาหร่ายแห้งที่เตรียมไว้มาสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์โดยดัดแปลงวิธีการของ Yun et al. (2013) ด้วยตัวทำละลายคือ ใช้น้ำสกัดที่อัตราส่วน 1:50 (w/v) อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที เมื่อครบเวลานำส่วนใสมาตกตะกอนด้วย 95% เอทานอล ปริมาตร 9 เท่าของสารสกัด ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน แยกตะกอนโดยนำเข้าปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8000 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที ระเหยเอทานอลออก เก็บใส่พลาสติกปิดสนิทและนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งก่อนที่จะนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ Yield ของสารสกัดหยาบพอลิแซ็กคาไรด์ (Santad et al., 2011)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Yield} = \frac{\text{น้ำหนักของสารสกัด (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \quad (1)$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance, ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ และคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายแต่ละชนิดโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ($p < 0.05$)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทะเล

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทะเลทั้ง 4 ชนิดได้แก่ *Caulerpa corynephora, Caulerpa lentillifera,* Chaetomorpha sp. และ *Gracilaria fisheri* โดยทำวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต พบว่าสาหร่าย *Chaetomorpha* sp. มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยสูงที่สุดเท่ากับ 18.10±0.35, 21.59±0.39, 2.17±0.25 และ 20.22±0.35 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนของสาหร่ายทั้ง 4 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ

Tsutsui et al. (2015) พบว่าสาหร่าย *Chaetomorpha* sp. มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใยเท่ากับ 20.4, 0.8 และ 14.0 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่าปริมาณไขมันของสาหร่าย *Caulerpa corynephora* และ *Caulerpa lentillifera* มีค่าเท่ากับ 1.08±0.14 และ 0.69±0.33 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$) ปริมาณเยื่อใยของสาหร่าย *Caulerpa lentillifera* และ *Gracilaria fisheri* มีปริมาณเท่ากับ 3.57±0.06 และ 4.42±0.78 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนพรัตน์ และคณะ (2562) พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นมีปริมาณไขมันและเยื่อใยเท่ากับ 0.04 และ 2.15 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่าสาหร่าย *Gracilaria fisheri* มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สูงเท่ากับ 51.63±0.47 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง สอดคล้องกับการศึกษาของ Chirapart et al. (2014) พบว่า *Gracilaria tenuistipitata* มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดเท่ากับ 54.89 เปอร์เซ็นต์ และ Nunraksa et al. (2019) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่าย *Gracilaria fisheri* พบว่ามีปริมาณไขมัน เยื่อใย และโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตที่มีปริมาณที่สูงเท่ากับ 0.01, 8.73 และ 63.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สาหร่าย *Caulerpa corynephora* มีปริมาณเถ้าสูงที่สุดเท่ากับ 58.77±0.99 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตและเถ้าของสาหร่ายทั้ง 4 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p<0.05$) แสดงดัง Table ซึ่งปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายทะเล พบว่าขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สายพันธุ์ แหล่งที่อยู่ และสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ และสภาพอากาศ (Chirapart et al., 2014) เป็นต้น

Table 1 Nutritional composition of seaweeds

Species of seaweeds	Content (%)					
	Moisture	Ash	Fat	Protein	Fiber	Carbohydrates
C. corynephora	7.97±0.21^{c}	58.77±0.99^{a}	1.08±0.14^{b}	10.54±0.27^{d}	2.22±0.49^{c}	21.64±1.15^{c}
C. lentirifera	9.07±0.26^{b}	51.10±0.49^{b}	0.69±0.33^{b}	14.03±0.10^{c}	3.57±0.06^{b}	25.11±0.29^{b}
Chaetomorpha sp.	18.10±0.35^{a}	38.77±0.30^{c}	2.17±0.25^{a}	21.59±0.39^{a}	20.22±0.35^{a}	19.37±0.67^{d}
G. fisheri	5.70±0.17^{d}	25.58±0.51^{d}	0.25±0.00^{c}	16.84±0.96^{b}	4.42±0.78^{b}	51.63±0.47^{a}

Values are the mean± SD

Mean within each column not sharing a common superscript are significantly different ($p < 0.05$)

สารสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายทะเล

การสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ด้วยน้ำที่อัตราส่วน 1:50 (w/v) อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จากสาหร่าย *Gracilaria fisheri*, *Chaetomorpha* sp., *Caulerpa lentillifera* และ *Caulerpa corynephora* พบว่าสาหร่าย *Gracilaria fisheri* มีปริมาณสารสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์สูงสุดเท่ากับ 17.77±0.78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณสารสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ของสาหร่ายทั้ง 4 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ

Khan et al. (2019) พบว่าการสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ด้วยน้ำจากสาหร่าย *Gracilaria chouae* ได้ปริมาณสารสกัดเท่ากับ 24.2 เปอร์เซ็นต์ แต่การทดลองนี้พบว่าปริมาณสารสกัดซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ของสาหร่าย *Caulerpa lentillifera* และ *Caulerpa corynephora* มีปริมาณเท่ากับ 2.65±1.04 และ 1.89±0.54 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$) แสดงดัง Table 2 แตกต่างจากการศึกษาของ Chaiklahan et al. (2020) สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่สกัดจากสาหร่าย *Caulerpa lentillifera* มีปริมาณเท่ากับ 25% และสาหร่าย *Caulerpa racemosa* มีปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์เท่ากับ 68.15 % (นพรัตน และคณะ, 2553) ซึ่งค่าที่แตกต่างไปจากการทดลองอาจเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของสารสกัด ตัวอย่างเช่น ชนิดของสาหร่าย ฤดูกาล ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ช่วงชีวิตของสาหร่าย และวิธีในการสกัด (Yousefi et al., 2013; Praiboon et al., 2012) เป็นต้น นอกจากนี้ มีรายงานว่าวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน เวลาในการสกัดและอุณหภูมิที่ใช้สกัด ส่งผลถึงปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีภายในของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ (Kumar and Fotedar, 2009)

Table 2 Extraction yield of seaweed**s**

Crude polysaccharides extracts	Yield (%)
Caulerpa corynephora	1.89±0.54[c]
Caulerpa lentillifera	2.65±1.04[c]
Chaetomorpha sp**.**	8.69±1.01[b]
Gracilaria fisheri	17.77±0.78[a]

Values are the mean± SD

Mean within each column not sharing a common superscript are significantly different ($p < 0.05$)

สรุป

จากการศึกษาสายพันธุ์ของสาหร่ายทะเล 4 ชนิดได้แก่ *Gracilaria fisheri*, *Caulerpa corynephora*, *Chaetomorpha* sp. และ *Caulerpa lentillifera* ต่อปริมาณซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์ เมื่อทำการสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และปริมาณองค์ประกอบทางเคมี พบว่าสาหร่ายทะเลสีแดง *Gracilaria fisheri* มีปริมาณซัลเฟตพอลิแซ็กคาไรด์และคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดเท่ากับ 17.77± 0.78 และ51.63±0.47 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ซึ่งแตกต่างจากสาหร่ายทะเลชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานีที่ให้การสนับสนุนทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาและขอขอบคุณ ผศ.ดร.พจนารถ แก่นจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เอกสารอ้างอิง

นพรัตน์ มะเห, มาโนช ขำเจริญ, ดลฤดี พิชัยรัตน์. 2562. คุณค่าทางโภชนาการ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ของสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*) หลังการเก็บเกี่ยว. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 47: 478–489.

นพรัตน์ มะเห, ปิยรัตน์ ศิริวงษ์ไพศาล, อุไรวรรณ วัฒนกล. 2553. การสกัดและคุณสมบัติของพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายผมนาง สาหร่ายผักกาดทะเล และสาหร่ายขนนก. รายงานวิจัยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประมง. หน้า 15–19.

วีรเทพ ศรีปราชญ์, วิโรจน์ กิติคุณ ภัคพงศ์ ปวงสุข, ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2554. การใช้สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) เป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำ. แก่นเกษตร. 39: 159–170.

สุรภีร์ วีรวานิช. 2543. การวิเคราะห์คุณค่าอาหารของสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสงขลา.

AOAC. 1990. Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed. 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. In AOAC. Arlington, Verginia, United States.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists: 925.10, 65.17, 974.24, 992.16. In AOAC. Gaithersburg, Maryland, United States.

Bird, K.T. 1988. Agar production and quality from *Gracilaria* sp. strain G-16: effect of environmental factors. Botanica Marina. 31: 33–39.

Chaiklahan, R., Srinorasing, T., Chirasuwan, N., Tamtin, M., Bunnag, B. 2020. The potential of polysaccharide extracts from *Caulerpa lentillifera* waste. International Journal of Biological Macromolecules. 161: 1021–1028.

Chirapart, A., Praiboon, J., Puangsombat, P., Pattanapon, C., Nunraksa, N. 2014. Chemical composition and ethanol production potential of Thai seaweed species. Journal of Applied Phycology. 26: 979–986.

de Sousa Oliveira Vanderlei, E., de Araujo, I.W., Quindere, A.L., et al. 2011. The involvement of the HO-1 pathway in the anti-inflammatory action of a sulfated polysaccharide isolated from the red seaweed *Gracilaria birdiae*. Inflammation Research: Official Journal of the European Histamine Research Society. 60: 1121–1130.

Ito, K., Hori, K. 1989. Seaweed: Chemical composition and potential food uses. Food Reviews International 5: 101–144.

Khan, B.M., Qiu, H.M., Wang, X.F., et al. 2019. Physicochemical characterization of *Gracilaria chouae* sulfated polysaccharides and their antioxidant potential. International Journal of Biological Macromolecules. 134: 255–261.

Kloareg, B., Quatrano, R.S. 1988. Structure of the cell walls of marine algae and ecophysiological function of the matrix polysaccharides. Oceanography and Marine Biology Annual Review. 26: 259–315.

Kumar, V., R. Fotedar. 2009. Agar extraction process of *Gracilaria cliftonii* (Withell. Millar, & Kraft. 1994). Carbohydrate Polymers. 78: 813–819.

Leódido, A.C.M., Costa, L.E., Araújo, T.S., et al. 2017. Anti-diarrhoeal therapeutic potential and safety assessment of sulphated polysaccharide fraction from *Gracilaria intermedia* seaweed in mice. International Journal of Biological Macromolecules. 97: 34–45.

Marinho-Soraino, E., E. Bourret, M.L. De Casabianca, L. Maury. 1999. Agar from the reproductive and vegetative stages of *Gracilaria bursa-pastoris*. Bioresource Technology. 67: 1–5.

Marinho-Soraino, E., T.S.F. Silva, W.S.C. Moreira. 2001. Seasonal variation in the biomass and agar yield from *Gracilaria cervicornis* and Hydropuntia cornea from Brazil. Bioresource Technology. 77: 115–120.

Mohsen, M., Mohamed, S.F., Ali, F., El-Sayed, O.H. 2007. Chemical structure and antiviral activity of water-soluble sulfated polysaccharides from *Sargassum latifolium*. Journal of Applied Science Research. 3: 1178–1185.

Nagappan, T., Vairappan, C.S. 2014. Nutritional and bioactive properties of three edible species of green algae, genus *Caulerpa* (Caulerpaceae). Journal of Applied Physiology 26: 1019–1027.

Nunraksa, N., Rattanasansri1, S., Praiboon1., J., Chirapart, A. 2019. Proximate composition and the production of fermentable sugars, levulinic acid, and HMF from *Gracilaria fisheri* and *Gracilaria tenuistipitata* cultivated in earthen ponds. Journal of Applied Phycology. 31: 683–690.

Pereira, M.G., Benevides, N.M., Melo, M.R., Valente, A.P., Melo, F.R., Mourao, P.A. 2005. Structure and anticoagulant activity of a sulfated galactan from the red alga, *Gelidium crinale*. Is there a specific structural requirement for the anticoagulant action?. Carbohydrate Research. 340: 2015–2023.

Percival, E. 1979. The polysaccharides of green, red and brown seaweeds: Their basic structure, biosynthesis and function. British Phycological Journal. 14: 103–117.

Praiboon, J., O. Bhumibhamon, A. Chirapart, Y. Akakabe. 2012. Anticancer activities of cold water polysaccharide extracted from *Gracilaria edulis* (S.G. Gmelin) P.C. Silva. KKU Science Journal. 40: 254–264.

Rosemary, T., Arulkumar, A., Paramasivam, S., Mondragon-Portocarrero, A., Miranda, J.M. 2019. Biochemical, micronutrient and physicochemical properties of the dried red seaweeds *Gracilaria edulis* and *Gracilaria corticata.* Molecules. 24: 2225.

Souza, B.W.S., Cerqueira, M.A., Bourbon, A.I., Pinheiro, A.C., Martins, J.T., Teixeira, J.A., Coimbra, M.A., Vicente, A.A. 2012. Chemical characterization and antioxidant activity of sulfated polysaccharide from the red seaweed *Gracilaria birdiae*. Food Hydrocolloid. 27: 287–292.

Santad, W., Paiboon, T., Akkasit, J., Worrapanit, C., Preeya, H., Tipparat, H., Arunporn, I., Buncha, O. 2011. Extraction and analysis of prebiotics from selected plants from southern Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 33: 517–523.

Tsutsui, I., Songphatkaew, J., Meeanan, C., Aue-umneoy, D., Sukchai, H., Pinphoo, P., Klomkling, S., Ganmanee, M. 2015. Co-culture with *Chaetomorpha* sp. enhanced growth performance and reducedfeed conversion ratio of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon* Hiroyuki Sudo. Kaoru Hamano. International Journal of Educational Research. 7: 193–199.

Vanderlei, E.D.S.O., de Araújo, I.W.F., Quinderé, A.L.G., et al. 2011. The involvement of the HO-1 pathway in the anti-inflammatory action of a sulfated polysaccharide isolated from the red seaweed *Gracilaria birdiae*. Inflammation Research. 60: 1121–1130.

Yousefi, M.K., H.R. Islami, Y. Filizadeh. 2013. Effect of extraction process on agar properties of *Gracilaria corticata* (Rhodophyta) collected from the Persian Gulf. Journal of Phycology. 52: 481–487.

Yun, L.Y., Li, D.Z., Yang, L., Zhang, M. 2013. Hot water extraction and artificial simulated gastrointestinal digestion of wheat germ polysaccharide. International Journal of Biological Macromolecules.123: 174–181.

Zhang, X., Aweya, J.J., Huang, Z-X., et al. 2020. *In vitro* fermentation of *Gracilaria lemaneiformis* sulfated polysaccharides and its agaro-oligosaccharides by human fecal inocula and its impact on microbiota. Carbohydrate Polymers. 234: 115894.

การวิเคราะห์ปริมาณไบโอจีนิกเอมีนในผลิตภัณฑ์ปลาร้าด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

Biogenic amine contents in fermented fish (Pla-Ra) products determined by High Performance Liquid Chromatographic method

ชนากานต์ จันทร์สมบูรณ์[a,b], วันชัย วรวัฒนเมธีกุล[a]*, จุฑา มุกดาสนิท[a]

Chanakan Chansomboon[a,b], Wanchai Worawattanamateekul[a]*, Juta Mookdasanit[a]

[a]ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กรุงเทพฯ 10900

[a]Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Fisheries Industrial Technology Research and Development Division, Department of Fisheries, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ffiswcw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ไบโอจีนิกเอมีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบในอาหารหลากหลายชนิด โดยเฉพาะในอาหารหมัก ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการแพ้ ไบโอจีนิกเอมีนในผลิตภัณฑ์หมักอาจทำให้เป็นปัญหาการส่งออกปลาร้า วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณไบโอจีนิกเอมีนในตัวอย่างปลาร้า เพื่อเป็นข้อมูลทางด้านความปลอดภัยในการบริโภค โดยวิเคราะห์ไบโอจีนิกเอมีน 3 ชนิด คือ พิวทรีซีน คาร์ดาเวรีน และฮีสตามีน โดยสกัดด้วยสารละลายกรดเปอร์คลอริก และสร้างอนุพันธ์กับแดนซิลคลอไรด์ วิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) โดยใช้วัฏภาคเคลื่อนที่ คือ น้ำ และเมทานอล วิเคราะห์แบบเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนวัฏภาคเคลื่อนที่ระหว่างการวิเคราะห์ เมื่อวิเคราะห์ไบโอจีนิกเอมีนในตัวอย่างปลาร้าจำนวน 50 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ พบพิวทรีซีน 0.73-181.36 มก./กก. คาร์ดาเวรีน 6.05–97.04 มก./กก. และฮีสตามีน 6.38–69.40 มก./กก. ซึ่งทุกตัวอย่างมีปริมาณฮีสตามีนเป็นไปตามข้อกำหนดของสหภาพยุโรป

คำสำคัญ: คาร์ดาเวรีน, ไบโอจีนิกเอมีน, ปลาร้า, พิวทรีซีน, ฮีสตามีน

Abstract

Biogenic amines (BAs) are organic compounds that can be found in various foods, especially in fermented foods. BAs may cause allergic reactions and may result in a problem with the export of fermented fish products (Pla-Ra). Therefore, this research was interested in analyzing biogenic amines in Pla-Ra in order to establish food safety information. Fermented fish samples were extracted with perchloric acid solution, derivatized with dansyl chloride, and determined for cadaverine, histamine and putrescine by high performance liquid chromatographic method. Liquid chromatographic separations were performed by using deionize water-methanol gradient elution program. This method was applied to analyze biogenic amine contents in 50 fermented fish products in duplicate. It was found that the fermented fish samples contained putrescine 0.73-181.36 mg/kg, cadaverine 6.05-97.04 mg/kg and histamine 6.38-69.40 mg/kg, which would be following European Union regulations.

Keywords: biogenic amines, cadaverine, fermented fish, histamine, putrescine

คำนำ

ไบโอจีนิกเอมีน (Biogenic Amines) คือ สารประกอบไนโตรเจน ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสามารถสะสมในอาหารได้ในปริมาณสูง ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างเอนไซม์ดีคาร์บอกซิเลส (Decarboxylase) โดยเอนไซม์นี้จะดึงหมู่คาร์บอกซิลออกจากกรดอะมิโน เกิดเป็นไบโอจีนิกเอมีน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ความเป็นพิษของไบโอจีนิกเอมีนอาจทำให้เกิดอาการแพ้ เช่น ผื่นคัน คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง วิงเวียน หัวใจเต้นเร็ว และความดันโลหิตต่ำ เป็นต้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของไบโอจีนิกเอมีนและภูมิต้านทานของร่างกาย (Ladero et al., 2010) ไบโอจีนิกเอมีนที่ทำให้เกิดความเป็นพิษที่พบบ่อยที่สุด คือฮีสตามีน ส่วนคาร์ดาเวรีน และพิวทรีซีน ยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นพิษต่อสุขภาพ แต่สามารถกระตุ้นความเป็นพิษของฮีสตามีน นอกจากนี้อาจทำปฏิกิริยากับไนไตรต์เกิดไนโตรโซมีน (Zhai et al., 2012)

การเกิดไบโอจีนิกเอมีนในอาหารต้องมีสารตั้งต้น คือ กรดอะมิโน จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ดีคาร์บอกซิเลส (decarboxylases) และมีสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ดีคาร์บอกซิเลส จุลินทรีย์ที่สามารถทำให้เกิดไบโอจีนิกเอมีนได้ มีทั้งแบคทีเรียแกรมบวก แกรมลบ และยีสต์ รวมถึงแบคทีเรียกลุ่มแลคติก (Alvareza and Moreno-Arribas, 2014) สามารถพบไบจีนิกเอมีนในอาหาร เช่น ปลา ผลิตภัณฑ์จากปลา ไส้กรอก ผักดอง ไวน์ และชีส (Valsamaki et al. 2000; Mah et al., 2002; Moret et al., 2005; Latorre-Moratalla et al., 2008; Proestos et al., 2008). โดยปลาเป็นแหล่งโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุที่สำคัญ อย่างไรก็ตามโปรตีนในปลาจะถูกย่อยอย่างรวดเร็วด้วยเอนไซม์ที่เกิดจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนั้นการหาปริมาณไบโอจีนิกเอมีนในปลาถือเป็นดัชนีคุณภาพและสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการเฝ้าระวังด้านสุขลักษณะ ตามมาตรฐานของกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปกำหนดให้สามารถพบฮีสตามีนในผลิตภัณฑ์ประมงได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ยกเว้นผลิตภัณฑ์จากปลาที่มีปริมาณฮีสติดีนสูง พบได้ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในน้ำปลาไม่เกิน 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2563) องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Food and Drug Administration, USFDA) กำหนดปริมาณฮีสตามีนที่พบต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในปลากลุ่ม Scrombroid เช่น ปลาแมคเคอเรล ปลาทูน่า (Food and Drug Administration, 2020)

ปลาร้า เป็นผลิตภัณฑ์หมักดองที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยนำปลามาคลุกเคล้ากับเกลือ เติมข้าวคั่วหรือรำข้าวในอัตราส่วนที่เหมาะสม มักนิยมทำจากปลาน้ำจืด เช่น ปลากระดี่ ปลาสร้อย ปลาซิว ปลานิล หรือปลาเบญจพรรณ โดยส่วนใหญ่จะหมักปลาร้าไว้ประมาณ 6 เดือน ถึง 1 ปี แล้วจึงนำมารับประทาน ซึ่งการเติมคาร์โบไฮเดรต (ข้าวคั่ว หรือรำข้าว) เข้าไปเพื่อช่วยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในกระบวนการหมักปลาร้า โดยจุลินทรีย์จะย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตที่เติมลงไป เกิดเป็นกรดแลคติก ซึ่งทำให้ปลาร้ามีค่า pH ลดลง และมีกลิ่นรสเฉพาะของปลาร้า (อุษณีย์, 2556) โดยวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ไบโอจีนิกเอมีน 3 ชนิด คือ พิวทรีซีน คาร์ดาเวรีน และฮีสตามีน ด้วยเทคนิคโครมาโทราฟีของเหลวสมรรถนะสูง และการประยุกต์ใช้สภาวะดังกล่าว วิเคราะห์ปริมาณสารไบโอจีนิกเอมีนในตัวอย่างปลาร้าที่ได้จากตลาดในจังหวัดต่างๆ ของภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 50 ตัวอย่าง

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์ปลาร้าจากตลาดในจังหวัดต่าง ๆของภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดกรุงเทพฯ กำแพงเพชร ปทุมธานี นครสวรรค์ สิงห์บุรี และอยุธยา และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น บึงกาฬ มหาสารคาม และอุดรธานี จำนวน 50 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างปลาร้าที่ใช้เป็นปลาร้าปลากระดี่ (Fermented Gourami) 20 ตัวอย่าง ปลาร้าปลาสร้อย (Fermented Siamese Mud Carp) 20 ตัวอย่าง และปลาร้าปลารวม10 ตัวอย่าง

สารเคมี

คาร์ดาเวรีนไดไฮโดรคลอไรด์ (ความบริสุทธิ์ ≥ 99.0%), พิวทรีซีนไดไฮโดรคลอไรด์ (ความบริสุทธิ์ ≥ 98 %), ฮีสตามีนไดไฮโดรคลอไรด์ (ความบริสุทธิ์ ≥ 99.0%), กรดเปอร์คลอริก (AR grade) แดนซิลคลอไรด์ (HPLC grade), แอล-โพรลีน (HPLC grade), อะซีโตไนไตรล์ (HPLC grade), โซเดียมคาร์บอเนต (AR grade), โทลูอีน (AR grade), อะซิโตน (AR grade), กรดไฮโดรคอลริก (AR grade)

อุปกรณ์

เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ยี่ห้อ Waters รุ่น 2695 โดยใช้เครื่องตรวจวัดแบบ Photodiode Array Detector ที่ความยาวคลื่น 254 nm. และประมวลผลโดย Empower software, คอลัมภ์ C18 (ขนาด 3.9 × 150 mm., 5 µm. รุ่น symmetry), เครื่องผลิตน้ำปราศจากไอออน, เครื่องปั่นผสม ยี่ห้อ Ystral รุ่น X 10/20, เครื่องเหวี่ยงตกตะกอน ยี่ห้อ Tomy รุ่น MX - 301 และเครื่องชั่งแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น AC 210 S

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์ดาเวรีน พิวทรีซีน และฮีสตามีนในตัวอย่างปลาร้า

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณคาร์ดาเวรีน พิวทรีซีน และฮีสตามีน โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือ
   1.1 ชนิดของวัฏภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) คือ น้ำ D.I. (mobile phase 1) กับ อะซีโตไนไตรล์ (mobile phase 2) และน้ำ D.I. (mobile phase 1) กับ เมทานอล (mobile phase 2)
   1.2 อัตราส่วน mobile phase 2 แบบ คือ
   - สภาวะการวิเคราะห์ Gradient program 50:50 คือ mobile phase 1 และ mobile phase 2 เริ่มต้นนาทีที่ 0 ด้วยอัตราส่วน 50:50 และเปลี่ยนเป็น 10:90 ในนาทีที่ 19 และเปลี่ยนกลับมาเป็น 50:50 ในนาทีที่ 22-30
   - สภาวะการวิเคราะห์ Gradient program 30:70 คือ mobile phase 1 และ mobile phase 2 เริ่มต้นนาทีที่ 0 ด้วยอัตราส่วน 30:70 และเปลี่ยนเป็น 10:90 ในนาทีที่ 19 และเปลี่ยนกลับมาเป็น 30:70 ในนาทีที่ 22-30

   รวมทั้งหมด 4 สภาวะการวิเคราะห์ โดยใช้ Injection volume 25 ไมโครลิตร เวลาในการวิเคราะห์ 30 นาที ดังนี้
   - สภาวะ A = mobile phase คือ น้ำ D.I. กับ อะซีโตไนไตรล์ และอัตราส่วนของ mobile phase แบบ 50:50
   - สภาวะ B = mobile phase คือ น้ำ D.I. กับ อะซีโตไนไตรล์ และอัตราส่วนของ mobile phase แบบ 30:70
   - สภาวะ C = mobile phase คือ น้ำ D.I. กับ เมทานอล และอัตราส่วนของ mobile phase แบบ 50:50

- สภาวะ D = mobile phase คือ น้ำ D.I. กับ เมทานอล และอัตราส่วนของ mobile phase แบบ 30:70 นำสภาวะที่เลือกมาวิเคราะห์ไบโอจีนิกเอมีนเชิงปริมาณ ดังนี้
- สร้างกราฟมาตรฐาน (Standard curve) โดยเตรียมสารมาตรฐานที่ความเข้มข้น 7.5, 15, 30, 60, 125, 250, 500 และ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สกัดและสร้างอนุพันธ์กับแดนซิลคลอไรด์
- ปริมาณไบโอจีนิกเอมีนแต่ละชนิด = $\frac{C \times V}{W}$

โดย C = ความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดที่ได้จากการเทียบกับ Standard curve (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

V = ปริมาตรสุดท้ายที่เจือจางตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

2. วิเคราะห์ปริมาณคาร์ดาเวรีน พิวทรีซีน และฮีสตามีนในตัวอย่างปลาร้า 50 ตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปลาร้าปลากระดี่ ปลาสร้อย และปลารวม โดยบรรจุถุงพลาสติก ถุงละ 1 กิโลกรัม จากตลาดในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคกลาง จำนวน 25 ตัวอย่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 25 ตัวอย่าง นำตัวอย่างมาปั่นละเอียด บรรจุในถุงซิปพลาสติก เก็บรักษาที่ 4 °C และทำการวิเคราะห์ภายใน 1 สัปดาห์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณคาร์ดาเวรีน พิวทรีซีน และฮีสตามีน

จาก Fig. 1A และ 1B แสดงผลการศึกษาชนิดและอัตราส่วนของ mobile phase คือ น้ำ: อะซีโตไนไตรล์ ใน 2 สภาวะ โดยในสภาวะ A พบว่า พิวทรีซีน สามารถแยกออกที่เวลา 10.077 นาที คาร์ดาเวรีนและฮีสตามีนแยกออกที่เวลา 10.929 และ 11.176 นาที ตามลำดับ ดัง Fig. 1A และค่า Resolution (Rs) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงพีคของสารทั้งสองชนิดที่อยู่ติดกัน แยกออกจากกันดีเพียงใด หากค่า Rs เท่ากับหรือมากกว่า 1.5 แสดงว่าสารทั้งสองถูกแยกออกจากกันได้ (Chromacademy, n.d.) ซึ่งคาร์ดาเวรีนและฮีสตามีนยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างเด็ดขาด มีค่า Rs = 0.98 ดัง Table 1 จึงทำการปรับอัตราส่วน น้ำ: อะซีโตไนไตรล์ เป็นสภาวะ B พบว่าเมื่อปรับปริมาณของอะซีโตไนไตรล์มากขึ้น ทำให้สารถูกชะออกจากคอลัมภ์เร็วขึ้น พิวทรีซีน คาร์ดาเวรีนและฮีสตามีน ถูกชะออกที่เวลา 4.130, 4.607 และ 4.926 นาที ตามลำดับ ซึ่งในสภาวะ B ทำให้คาร์ดาเวรีนและฮีสตามีนแยกออกจากกันได้มากขึ้น โดยมีค่า Rs = 1.10 แต่มีผลทำให้พิวทรีซีน แยกได้น้อยกว่าสภาวะ A จากผลการทดลองที่ใช้อัตราส่วนของน้ำ : อะซีโตไนไตรล์ นั้นโครมาโทแกรมที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Chen et al. (2010) ซึ่งใช้ mobile phase คือ น้ำ: อะซีโตไนไตรล์ เช่นกัน คือ สารทั้ง 3 ยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างเด็ดขาด ซึ่งสภาวะ A และ B นั้น ค่า Rs ของระหว่างพีคคาร์ดาเวรีนและฮีสตามีน มีค่าน้อยกว่า 1.5 จึงทดลองเปลี่ยน mobile phase จากอะซีโตไนไตรล์เป็นเมทานอล ซึ่ง Fig. 1(C) และ 1(D) แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสภาวะ C และ D พบว่า การเปลี่ยนมาใช้เมทานอล สามารถแยกฮีสตามีนออกจากคาร์ดาเวรีนได้ดีขึ้น โดยในสภาวะ C พิวทรีซีน คาร์ดาเวรีนและฮีสตามีน แยกออกที่เวลา 14.212, 14.818 และ 16.339 นาที ตามลำดับ ซึ่งสารทั้ง 3 สามารถแยกออกจากกันได้อย่างเด็ดขาด มีค่า Rs คือ 2.49 และ 6.23 (Table 1) และสภาวะ D พบว่า เมื่อปรับปริมาณของเมทานอลเพิ่มขึ้น ทำให้สารถูกชะออกจากคอลัมภ์เร็วขึ้น โดยพิวทรีซีน คาร์ดาเวรีนและฮีสตามีน ถูกชะออกที่เวลา 6.265, 6.929 และ

8.951 นาที ตามลำดับ เป็นลักษณะเช่นเดียวกับการปรับอะซีโตไนไตรล์เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองที่ได้ เปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Jeya Shakila et al. (2001) ที่มีการใช้ mobile phase คือ น้ำ : เมทานอล แต่ทำการวิเคราะห์แบบ isocratic program มีลักษณะของโครมาโทแกรมที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาลักษณะของโครมาโทแกรมจาก Fig. 1 และค่า Rs ของสภาวะการวิเคราะห์ต่าง ๆ จาก Table 1 จึงเลือกสภาวะ C ที่ใช้ น้ำ : เมทานอล เป็น mobile phase ในอัตราส่วน 50:50 มาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไบโอจีนิกเอมีนในตัวอย่างปลาร้า และเมื่อทำ External standard พบว่า ค่า R^2 ของ Standard curve ของพิวทรีซีน, คาร์ดาเวรีนและฮีสตามีน เท่ากับ 0.999, 0.999 และ 0.993 ตามลำดับ

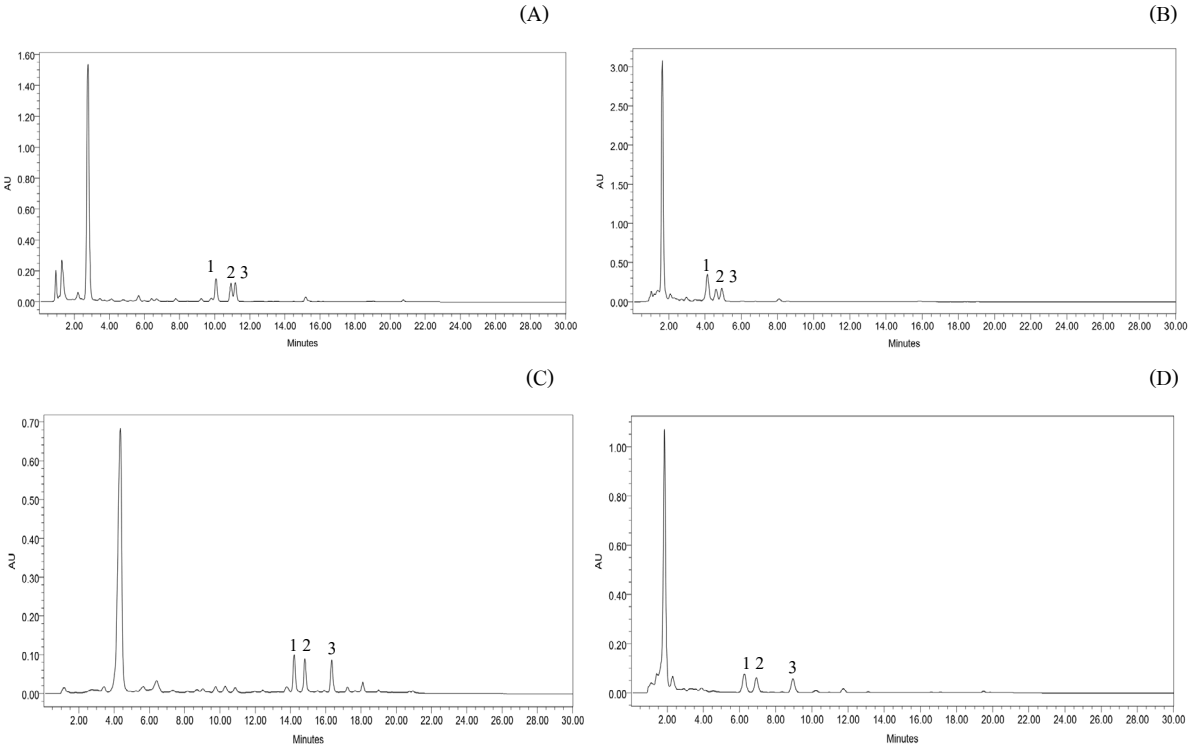


Fig. 1 Chromatographic separations of biogenic amines in standard mixture using the modified HPLC methods

(A) = D.I. Water and Acetonitrile, Condition 50:50 (B) = D.I. Water and Acetonitrile, Condition 30:70

(C) = D.I. Water and Methanol, Condition 50:50 (D) = D.I. Water and Methanol, Condition 30:70

Peaks: 1 = putrescine, 2 = cadaverine and 3 = histamine

Table 1 The resolution of two closely eluting peaks

Condition	Resolution of Peak 1 and 2	Resolution of Peak 2 and 3
A	3.44	0.98
B	1.63	1.10
C	2.49	6.23
D	1.84	5.60

Peaks: 1 = putrescine, 2 = cadaverine and 3 = histamine

2. ปริมาณคาร์ดาเวรีน พิวทรีซีน และฮีสตามีนในตัวอย่างปลาร้า 50 ตัวอย่าง

Table 2 Biogenic amines in fermented fish samples (mg/kg) from local markets in central and northeastern regions

Samples (n)		Putrescine	Cadaverine	Histamine
Central regions				
Fermented Gourami (11)	Range	9.80-53.44	13.91-56.07	16.58-49.43
	Mean	22.56	30.72	28.45
	SD	13.27	13.27	13.27
Fermented Siamese Mud Carp (10)	Range	0.73-71.86	6.05-66.37	18.36-52.04
	Mean	29.97	32.73	29.46
	SD	22.38	21.18	12.19
Fermented Mixed species (4)	Range	19.06-55.17	26.79-62.45	24.73-37.66
	Mean	35.02	48.92	30.07
	SD	16.77	15.55	5.96
Northeastern regions				
Fermented Gourami (9)	Range	7.29-81.62	6.85-62.44	9.92-46.55
	Mean	37.55	40.70	26.22
	SD	25.72	19.51	11.23
Fermented Siamese Mud Carp (10)	Range	13.29-181.36	9.21-97.04	6.38-69.40
	Mean	49.25	40.70	27.52
	SD	54.92	28.02	21.07
Fermented Mixed species (6)	Range	16.99-104.97	23.47-71.02	14.44-43.73
	Mean	48.58	43.26	31.87
	SD	31.21	19.13	11.84

Table 2 แสดงถึงปริมาณไบโอจีนิกเอมีนในตัวอย่างปลาร้า จำนวน 50 ตัวอย่าง พบปริมาณฮีสตามีนในตัวอย่างปลาร้าปลากระดี่ ปลาร้าปลาสร้อย และปลาร้าปลารวม จากภาคกลางอยู่ในช่วง 16.58–49.43, 18.36–52.04 และ 24.73–37.66 มก./กก. ตามลำดับ และตัวอย่างปลาร้าปลากระดี่ ปลาร้าปลาสร้อย และปลาร้าปลารวม จากภาคอีสานอยู่ในช่วง 9.92–46.55, 6.38–69.40 และ 14.44–43.73 มก./กก. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณฮีสตามีนในมาตรฐานความปลอดภัยทางด้านอาหารของสหภาพยุโรปนั้น มีเกณฑ์กำหนดในผลิตภัณฑ์ประมงยกเว้น น้ำปลา และผลิตภัณฑ์จากปลาในกลุ่มที่มีฮีสติดีนสูง ต้องไม่พบฮีสตามีนเกิน 200 มก./กก. โดยจากงานวิจัยนี้ พบว่า ตัวอย่างปลาร้าทุกตัวอย่างมีปริมาณฮีสตามีนไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของสหภาพยุโรป นอกจากนี้ ผลการศึกษาจากงานวิจัยของจิรวัฒน์ และสุรีลักษณ์ (2547) ถึงปริมาณไบโอจีนิกเอมีนในตัวอย่างปลาร้าจาก

ปลาน้ำจืด จำนวน 6 ตัวอย่าง พบ 2 ตัวอย่าง มีปริมาณฮีสตามีนสูงกว่า 200 มก./กก. และงานวิจัยของอำนาจ (2544) ทำการวิเคราะห์ฮีสตามีนในปลาร้าปลากระดี่จำนวน 13 ตัวอย่าง พบ 5 ตัวอย่าง มีปริมาณฮีสตามีนเกินเกณฑ์มาตรฐานของสหภาพยุโรป

สำหรับพิวทรีซีน และคาร์ดาเวรีนในตัวอย่างปลาร้าทั้งหมด พบว่าปลาร้าปลากระดี่ มีปริมาณพิวทรีซีน 7.29–81.62 มก./กก. และคาร์ดาเวรีน 6.85–62.44 มก./กก. ปลาร้าปลาสร้อย พบพิวทรีซีน 0.73–181.36 มก./กก. คาร์ดาเวรีน 6.05–97.04 มก./กก. และปลาร้าปลารวม พบพิวทรีซีน 16.99–104.97 มก./กก. และคาร์ดาเวรีน 23.47–71.02 มก./กก. จากงานวิจัยของ Wang et al. (2014) รายงานว่า *Aeromonas* สามารถสร้างพิวทรีซีน และคาร์ดาเวรีนได้มาก และ *Acinetobacter* สามารถสร้างไบโอจีนิกเอมีนในปลาน้ำจืด จึงมีความเป็นไปได้ที่จะพบปริมาณพิวทรีซีน และคาร์ดาเวรีนในตัวอย่างปลาร้าจากปลาน้ำจืด

สรุป

การศึกษาปริมาณพิวทรีซีน คาร์ดาเวรีน และฮีสตามีน โดยการสร้างอนุพันธ์กับแดนซิลคลอไรด์ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ คือ การใช้วัฏภาคเคลื่อนที่ คือ น้ำ และเมทานอล วิเคราะห์โดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของวัฏภาคเคลื่อนที่ระหว่างการวิเคราะห์ แบบ 50:50 ให้ผลการแยกสารทั้ง 3 ชนิด ได้ดีที่สุด และเมื่อตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปลาร้า 50 ตัวอย่าง พบพิวทรีซีน คาร์ดาเวรีน และฮีสตามีน ในทุกตัวอย่าง ซึ่งในตัวอย่างปลาร้าปลาสร้อย พบสารทั้ง 3 ชนิดนี้สูงที่สุด คือ พิวทรีซีน 181.36 มก./กก. คาร์ดาเวรีน 97.04 มก./กก. และฮีสตามีน 69.40 มก./กก. โดยทุกตัวอย่างมีปริมาณฮีสตามีนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสหภาพยุโรป

เอกสารอ้างอิง

กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง. 2563. มาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมีตามประเทศผู้นำเข้ากลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป. https://www.fisheries.go.th/quality/analyse/chem/Nov2020/ฉบับผู้ประกอบการ/Chem_EU.pdf, 8 มกราคม 2564.

จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุลม, สุรีลักษณ์ รอดทอง. 2547. การเกิดไบโอจีนิกเอมีนในปลากะตักและผลิตภัณฑ์ปลาหมักดอง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อำนาจ ยอแสง. 2544. ฮีสตามีนและกลิ่นในระหว่างกระบวนการหมักปลาร้าข้าวคั่ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุษณีย์ อภิบาลแบ. 2556. การคัดแยกและคุณลักษณะของแบคทีเรียกรดแลคติกจากปลาหมักเกลือความเข้มข้นสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Alvareza, M.A., Moreno-Arribas, M.V. 2014. The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution. Trends in Food Science & Technology 39: 146–155.

Chen, H.W., Huang, Y.R., Hsu, H.H., Lin, C.S., Chen, W.C., Lin, C.M., Tsai, Y.H. 2010. Determination of histamine and biogenic amines in fish cubes (*Tetrapturus angustirostris*) implicated in a food-borne poisoning. Food Control 21: 13–18.

Chromacademy. n.d. The theory of HPLC chromatographic parameters. https://www.inacom.nl/wp-content/uploads/2020/04/theory_of_hplc_chromatographic_parameters__1_.pdf, 23 January 2021.

Food and Drug Administration. 2020. Fish and fishery products hazards and controls guidance fourth edition. https://www.fda.gov/media/80637/download, 18 December 2020.

Jeya Shakila, R., Vasundhara, T.S., Kumudavally K.V. 2001. A comparison of the TLC-densitometry and HPLC method for the determination of biogenic amines in fish and fishery products. Food Chem 75: 255–259.

Ladero, V., Enríquez, M.C., Fernández, M., Alvarez, M.A. 2010. Toxicological effects of dietary biogenic amines. Current Nutrition & Food Science 6: 145–156.

Latorre-Moratalla, M.L., Veciana-Nogués, T., Bover-Cid, S., et al. 2008. Biogenic amines in traditional fermented sausages produced in selected European countries. Food Chemistry 107: 912–921.

Mah, J.H, Hana, H.K., Ohb, Y.J., Kim, M.G., Hwang H.J. 2002. Biogenic amines in Jeotkals, korean salted and fermented fish products. Food Chemistry 79: 239–243.

Moret, S., Smela, D., Populin, T., Conte L.S. 2005. A survey on free biogenic amine content of fresh and preserved vegetables. Food Chemistry 89: 355–361.

Proestos, C., Loukatos, P., Komaitis, M. 2008. Determination of biogenic amines in wines by HPLC with precolumn dansylation and fluorimetric detection. Food Chemistry 106: 1218–1224.

Valsamaki, K., Michaelidou, A., Polychroniadou, A. 2000. Biogenic amine production in Feta cheese. Food Chemistry 71: 259–266.

Wang, H., Luo, Y., Huang, H., Xu, Q. 2014. Microbial succession of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) filets during storage at 4°C and its contribution to biogenic amines' formation. Int. J. Food Microbiol. 190: 66–71.

Zhai, H., Yang, X., Li, L., Xia, G., Cen, J., Huang, H., Hao, S. 2012. Biogenic amines in commercial fish and fish products sold in southern China. Food control 25: 303–308.

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีนด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

Optimal analysis condition for carnosine and anserine by High-Performance Liquid Chromatography

เจนจุฬา บุญญานุสิทธิ์, วันชัย วรวัฒนเมธีกุล*, วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์, เยาวภา ไหวพริบ

Chenchula Boonyanusit, Wanchai Worawattanamateekul*, Wanwimol Klaypradit, Yaowapha Waiprib

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ffiswcw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

คาร์โนซีนและแอนเซอรีนเป็นไดเพปไทด์ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ในการวิเคราะห์โดยส่วนใหญ่ใช้คอลัมน์ C18 แต่มีข้อจำกัดในการแยกสารที่มีขั้วสูงและมีความซับซ้อน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสภาวะเบื้องต้นในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีน โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคอลัมน์ 2 ชนิด ได้แก่ Zorbax C18 (5 µm, 4.6×250 mm) และ Shodex Asahipak NH2P-50 4E (5 µm, 4.6×250 mm) ที่สภาวะอุณหภูมิต่างกัน (25 และ 40°C) และ mobile phase 2 ชนิด (0.1% CF_3COOH: CH_3CN (98:2) และ 50 mM NaH_2PO_4: CH_3CN (40:60) ที่อัตราการไหล 1.0 mL/min ผลการทดลองพบว่าการใช้คอลัมน์ Shodex Asahipak NH2P-50 4E ที่ 40°C และ mobile phase คือ 50 mM NaH_2PO_4: CH_3CN (40:60) ให้ประสิทธิภาพในการแยกที่ดีกว่าสภาวะอื่นๆ ซึ่งจากผลที่ได้มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือด้วยประสิทธิภาพการแยกโครมาโทแกรมระหว่างสารสองชนิดที่สูงและชัดเจน สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนในตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ต่อไป

คำสำคัญ: คาร์โนซีน, โครมาโทกราฟี, แอนเซอรีน

Abstract

Carnosine and anserine are bioactive dipeptides with antioxidant function. High performance liquid chromatography (HPLC) is generally used for carnosine and anserine analysis. C18 column is mostly used but limited in the separation of highly polar and complex substances. The objective of this study was to choose the basic condition analysis for commercially available carnosine and anserine nitrate by HPLC. The performance of two HPLC columns; that is Zorbax C18 columns (5 µm, 4.6×150 mm and 5 µm, 4.6×250 mm) and Shodex Asahipak NH2P-50 4E (5 µm, 4.6×250 mm), at different temperatures (25 and 40°C) and 2 type of mobile phase solvent systems (0.1% CF_3COOH: CH_3CN (98:2), and 50 mM NaH_2PO_4: CH_3CN (40:60)) at a flow rate of 1.0 ml/min were evaluated. It was found that the use of Shodex Asahipak NH2P-50 4E (5 µm, 4.6×250 mm) at 40°C with a mobile phase of 50 mM NaH_2PO_4: CH_3CN (40:60) showed the best separation resolution. The method was validated with high and clear peak between two solution and further applied to analyze the amount of carnosine and anserine in food products.

Keywords: anserine, carnosine, chromatography

คำนำ

คาร์โนซีนและแอนเซอรีนเป็นไดเพปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนสองชนิดคืออะลานีน (alanine) และฮีสติดีน (histidine) ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ คาร์โนซีน (ß-alanyl-L-histidine) น้ำหนักโมเลกุล 226.23 Da และแอนเซอรีน (ß-alanyl-N-methyl histidine) น้ำหนักโมเลกุล 303.27 Da สามารถพบได้ในทั้งสัตว์บก และสัตว์น้ำโดยพบมากบริเวณกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อกระดูก (Boldyrev et al., 2013) มีคุณสมบัติช่วยปรับความสมดุลของกรดด่าง (pH) ของร่างกาย สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ สามารถคีเลตโลหะหนัก ชะลอการเกิดริ้วรอย และป้องกันโรคอัลไซเมอร์ (Mori et al., 2015) โดยนำมาประยุกต์ใช้เป็นสารที่มีสมบัติเชิงฟังก์ชั่นสำหรับผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และเครื่องสำอางค์ เป็นต้น (Xiong, 2010; Boldyrev et al., 2013) กระบวนการแยกคาร์โนซีน และแอนเซอรีนจากแหล่งโปรตีนดังกล่าว ทำได้โดยการทำให้โปรตีนมีขนาดเล็กลง ด้วยกระบวนการย่อยสลายพันธะโปรตีนทางชีวภาพโดยเอนไซม์ และกระบวนการทางเคมีโดยใช้กรด (Kang, 2008; Abdelkadera et al., 2015) ต่อมาผ่านกระบวนการแยกโปรตีนที่มีขนาดเล็กด้วยกระบวนการต่างๆ เช่นการใช้เมมเบรน เป็นต้น

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีน โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High performance liquid chromatography; HPLC) ด้วยคอลัมน์ C18 ชนิด Reverse-phase อย่างไรก็ตาม พบว่าจากการศึกษาเบื้องต้นไม่สามารถแยกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการใช้คอลัมน์ C18 เป็นแบบ reversed-phase จะทำให้สารที่มีขั้วสูงออกมาก่อน ซึ่งจะรวมถึงสารอื่นๆ ทำให้พีคของสารมี retention time ใกล้เคียงกันอีกทั้ง mobile phase ที่ใช้คือ CF_3COOH มีความเป็นพิษซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มากจึงได้มีแนวคิดที่จะใช้คอลัมน์ Shodex Asahipak NH2P-50 4E เพราะเป็น normal phase ที่เป็น Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography (HILIC) มีโครงสร้างหลักในรูป polymer เพื่อใช้แยกสารที่มีขั้วสูงมาก และมีขั้วใกล้เคียงกันออกจากกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้สอดคล้องกับเครื่องมือที่ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ที่ได้ใช้เครื่องตัวตรวจวัดชนิด UV-detector โดยปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีน ได้แก่ เครื่องตรวจวัด (Detector) ความยาวคลื่น (wave length) ความเข้มข้นของสาร ปริมาตรการฉีดสาร รวมถึงชนิดและอัตราการไหล (flow rate) ของ Mobile phase งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสภาวะเบื้องต้นในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีนเพื่อประยุกต์ใช้วิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนในตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สารเคมี

สารมาตรฐาน และตัวทำละลายที่ใช้เป็นเกรดของ HPLC Acetonitrile (CH_3CN) จากบริษัท Thermo Fisher Scintific (U.S.A.), Water จากบริษัท Thermo Fisher Scintific (U.S.A.), 99%Trifluoroacetic acid (CF_3COOH) จากบริษัท Thermo Fisher Scintific (U.S.A.), Sodium dihydrogen phosphate dihydrate (NaH_2PO_4) จากบริษัท Thermo Fisher Scintific, (U.S.A.), L-Carnosine จากบริษัท Sigma-Aldrich (Singapore), L-anserine nitrate salt จากบริษัท Wako (Japan) และตัวทำละลายเกรดวิเคราะห์ 37% Hydrochloric acid (HCl) จากบริษัท QRëC (New zealand)

การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำกราฟมาตรฐาน

การเตรียมสารละลายมาตรฐานคาร์โนซีนและแอนเซอรีน (แอนเซอรีนไนเตรท) เพื่อทำกราฟมาตรฐานแบบ External standard ทำโดยวิธีการที่ดัดแปลงจากวิธีของ Mora et al. (2007) โดยเตรียมสารละลายคาร์โนซีนและแอนเซอรีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 100, 150, 200, 250, 500 และ 1000 µg/mL ด้วยน้ำ และกรองด้วย nylon syring filter membrane ขนาด 0.22 µm ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดยฉีดทีละสารต่อไป

การศึกษาและคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีนด้วย HPLC

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีนด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Abdelkadera *et al*. (2015), Agustí et al. (2008) และ Mora *et al*. (2007) ด้วยเครื่อง HPLC (รุ่น LC 1200 Series, Agilent, U.S.A.) ปั๊มรุ่น 1260 Quat pumpVL (G1311C) เครื่องตรวจวัด UV-detector รุ่น 1260 MWD VL (G1365D) ช่วงความยาวคลื่น 220 nanometer (nm) ปริมาตรตัวอย่างที่ฉีด 5 µL โดยศึกษาเปรียบเทียบคอลัมน์ 2 ชนิด ได้แก่ คอลัมน์ A (ZorbaxC18; 5 µm, 4.6×250) และคอลัมน์ B (Shodex Asahipak NH2P-50 4E; 5µm, 4.6×250mm) ที่เป็นชนิด reverse-phase และ mobile phase 2 ชนิด ได้แก่ 0.1% CF_3COOH: CH_3CN (98:2), pH 2.3 และ 50 mM NaH_2PO_4: CH_3CN (40:60), pH 5.5 ที่อัตราการไหล 1.0 mL/min ที่อุณหภูมิ 25 และ 40 ºC ประมวลผลโครมาโทแกรมด้วยซอฟท์แวร์ของ Agilent (U.S.A.) คำนวณหาปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารคาร์โนซีนและแอนเซอรีนที่มีความเข้มข้นในช่วง 100-1,000 µg/mL

การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (Method validation)

ดัดแปลงจากวิธีของ Tavernier et al. (2004)

- การทดสอบความเป็นเส้นตรง และช่วงของการวิเคราะห์ (Linearity and Range)
- การทดสอบความแม่น (Accuracy) และความเที่ยง (Precision)

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนในตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหาร

เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ น้ำนึ่งปลาทูน่าและซุปไก่สกัด โดยวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Mora et al. (2007) โดยนำตัวอย่าง 1 g มาละลายด้วย HCl ความเข้มข้น 0.01 N ปริมาตร 3 mL แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 g ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 20 min นำส่วนใสมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เติม CH_3CN ปริมาตร 3 mL ปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 g ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 20 min นำส่วนใสมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 กรองอีกครั้งด้วยกระดาษกรองไนลอนขนาด 0.22 µm วิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนด้วยเครื่อง HPLC

ผลและวิจารณ์

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีนด้วย HPLC

ผลของการใช้ คอลัมน์ A (ZorbaxC18; 5 µm, 4.6×250) และ และคอลัมน์ B (Shodex Asahipak NH2P-50 4E; 5 µm, 4.6×250 mm)ในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีน ที่สภาวะต่างๆ ได้ค่า Retention time (t_R) แสดงได้ดัง Table 1

Table 1 Retention time (t_R) of anserine and carnosine obtained from various conditions of analysis using HPLC

Treatment (T)	Column*	Conditions	Retention time, t_R(min)	
			Carnosine	Anserine
T1	A	0.1% CF_3COOH:CH_3CN (98:2), 25 ºC	4.013	2.543
T2	A	0.1% CF_3COOH:CH_3CN (98:2), 40 ºC	4.294	-
T3	A	50 mM NaH_2PO_4:CH_3CN (40:60), 25 ºC	-	-
T4	A	50 mM NaH_2PO_4:CH_3CN (40:60), 40 ºC	-	-
T5	B	0.1% CF_3COOH:CH_3CN (98:2), 25 ºC	4.673	4.359
T6	B	0.1% CF_3COOH:CH_3CN (98:2), 40 ºC	4.655	4.275
T7	B	50 mM NaH_2PO_4:CH_3CN (40:60), 25 ºC	19.267	12.984
T8	B	50 mM NaH_2PO_4:CH_3CN (40:60), 40 ºC	18.855	12.944

*Column A = ZorbaxC18 (5µm, 4.6×250 mm), Column B = Shodex Asahipak NH2P-50 4E (5µm, 4.6×250 mm)

จาก Table 1 ผลการใช้คอลัมน์ ZorbaxC18 ที่สภาวะ T1 พบว่า t_R คาร์โนซีนเท่ากับ 4.013 min และ t_R แอนเซอรีนเท่ากับ 2.543 min นอกจากนี้พบว่าที่สภาวะ T2 พบว่า t_R คาร์โนซีนเท่ากับ 4.294 min และไม่สามารถวิเคราะห์แอนเซอรีนได้เนื่องจากเกิดการซ้อนทับของโครมาโทแกรมทำให้ไม่สามารถระบุโครมาโทแกรมที่ถูกต้องได้อีกทั้งข้อจำกัดของคอลัมน์ reversed phase ที่จะแยกสารมีขั้วสูงจะถูกแยกออกมาก่อนจึงทำให้ไม่สามารถแยกได้ดี และ0.1% CF_3COOH เป็นสารที่มีความเป็นพิษซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสารละลายได้มากอีกด้วย (กิตติพงศ์ , 2560) การใช้สภาวะที่ T3 และ T4 ไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนได้เนื่องจากระหว่างการ run baseline เกิด noise จำนวนมาก เมื่อลดความเข้มข้นสารมาตรฐานต่ำลงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าได้

ในสภาวะ T1 ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdelkadera et al. (2015) ที่ใช้คอลัมน์ C18 ที่อุณหภูมิ 25°C mobile phase ชนิดเดียวกันคือ 0.1% CF_3COOH: CH_3CN (98:2) และ อัตราการไหลของ mobile phase ที่ 1 mL/min เครื่องตรวจวัดชนิด UV และตัวทำละลายสารมาตรฐานคือ 0.1% CF_3COOH พบว่า t_R คาร์โนซีนอยู่ในช่วง 3-4 min โดยงานวิจัยของ Agustí et al. (2008) ใช้คอลัมน์ C18 ที่อุณหภูมิ 25°C mobile phase 0.10 M anionic surfactant sodium dodecyl sulphate pH 7 และตัวทำละลายสารมาตรฐานใช้ methanol เครื่องตรวจวัดชนิด UV พบว่าค่า t_R คาร์โนซีนอยู่ในช่วง 8–10 min

จาก Table 1 ผลการใช้คอลัมน์ Shodex Asahipak NH2P-50 4E (5µm, 4.6×250mm) ที่สภาวะ T5 และ T6 พบว่า t_R คาร์โนซีนเท่ากับ 4.673 และ 4.655 ตามลำดับ และ t_R แอนเซอรีนเท่ากับ 4.359 และ 4.275 ตามลำดับ ที่สภาวะ T7 และ T8 พบว่า t_R คาร์โนซีนเท่ากับ 19.267 และ 18.855 ตามลำดับ และ t_R แอนเซอรีนเท่ากับ 12.984 และ 12.944 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ mobile phase ที่ต่างกันส่งผลให้ค่า t_R แตกต่างกันซึ่งอุณหภูมิในการให้ความร้อนแก่คอลัมน์ชนิด HILIC ที่เป็น polymer จะทำให้การเกิดปฏิกิริยาให้สมบูรณ์เพื่อตอบสนองในการวิเคราะห์มากกว่าการไม่ใช้อุณหภูมิ (กิตติพงศ์, 2560)

โดยคอลัมน์ Shodex Asahipak NH2P-50 4E แยกเพปไทด์ที่ pH เป็นกรดและกรดอ่อนได้ดีกว่าคอลัมน์ ZorbaxC18 ที่มีซิลิกาบรรจุในคอลัมน์ นอกจากนี้การใช้ mobile phase ที่เป็นบัพเฟอร์สามารถแยกเพปไทด์ดีกว่าการใช้สารละลายกรดร่วมกับอัตราส่วนของ CH_3CN (Mora et al. 2012) และเมื่อทำ External standard พบว่าค่า R^2 ของสภาวะ T8 พบค่าคาร์โนซีน และแอนเซอรีน เท่ากับ 0.9904 และ 0.9961 ตามลำดับ

Table 2 % Recovery obtained for the analysis of carnosine and anserine

Concentration	Carnosine (µg/mL)			Anserine (µg/mL)		
(µg/mL)	Mean	%Recovery	%RSD*	Mean	%Recovery	%RSD*
100	117.27	117.27	0.94	83.63	83.63	1.16
150	169.84	113.23	0.87	117.68	88.45	0.34
200	227.67	113.84	1.05	181.2	90.60	0.38
250	273.43	109.37	1.14	256.94	102.78	0.39
500	508.59	101.72	1.66	527.7	105.54	0.45
1000	979.68	97.97	1.43	994.37	99.44	0.72

* RSD% =The relative standard deviation among the concentration values achieved from consecutive injections.

จาก Table 2 การประเมินจากร้อยละของการคืนกลับ (%Recovery) ของคาร์โนซีนจะพบในช่วง 97–117 และแอนเซอรีนพบในช่วง 88–105 ซึ่งคาร์โนซีน และแอนเซอรีนอยู่ในช่วงร้อยละ 80–120 (Tavernier et al., 2004) %RSD < ร้อยละ 2 ซึ่งเป็นค่า predicated ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของ International Council of Harmonization (ICH) guidelines (Shah et al., 1992; Pucciarini et al., 2019)

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนในตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหาร

ผลการวิเคราะห์ภายใต้สภาวะ T8 ศึกษาปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนในตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถแยกพีคในรูปโครมาโทแกรม ของคาร์โนซีน(t_R=18.855) แอนเซอรีน (t_R=12.944) แอนเซอรีนไนเตรท (anserine nitrate ; t_R=15.602) น้ำนึ่งปลาทูน่าสกัดพบปริมาณแอนเซอรีน (t_R=12.952) น้ำนึ่งปลาทูน่าสกัดที่ spike คาร์โนซีนและแอนเซอรีน 30 µg/mL พบปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีน (t_R=19.290 และ t_R=13.002 ตามลำดับ) และซุปไก่สกัดทางการค้าพบปริมาณแอนเซอรีน (t_R=13.052) แสดงได้ดัง Fig. 1 โดยการทำ spike จะนำสารมาตรฐานของคาร์โนซีนและแอนเซอรีน 30 µg/mL ในอัตราส่วนของคาร์โนซีนต่อแอนเซอรีนต่อตัวอย่าง (1:1:1

v/v) ก่อนนำไปฉีดวิเคราะห์ทำให้ความเข้มข้นที่แท้จริงในการ spike เท่ากับ 10 µg/mL ทั้งนี้ค่า t_R ที่ได้ต่างกันเล็กน้อยอาจเป็นเพราะตัวทำละลายของสารมาตรฐานได้ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย แต่สำหรับตัวอย่างได้ใช้ 0.01 N HCl ร่วมกับ CH_3CN ทำให้ mobile phase ที่เป็นตัวชะจะวิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนต่างกันเล็กน้อย แต่สภาวะ T8 นี้สามารถแยกสารที่เป็นสิ่งเจือปนออกที่เป็นสารไม่มีขั้วออกมากก่อนและค่อนข้างมีปริมาณสูงในตัวอย่าง (กิตติพงศ์, 2560) มาจากคาร์โนซีนและแอนเซอรีนได้เป็นส่วนมากทำให้สามารถเห็นพีคได้อย่างชัดเจนและปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนในตัวอย่างน้ำนึ่งปลาที่ spike คาร์โนซีนและแอนเซอรีน 10 µg/mL และซุปไก่สกัดทางการค้าที่วิเคราะห์ได้ แสดงได้ดัง Table 3

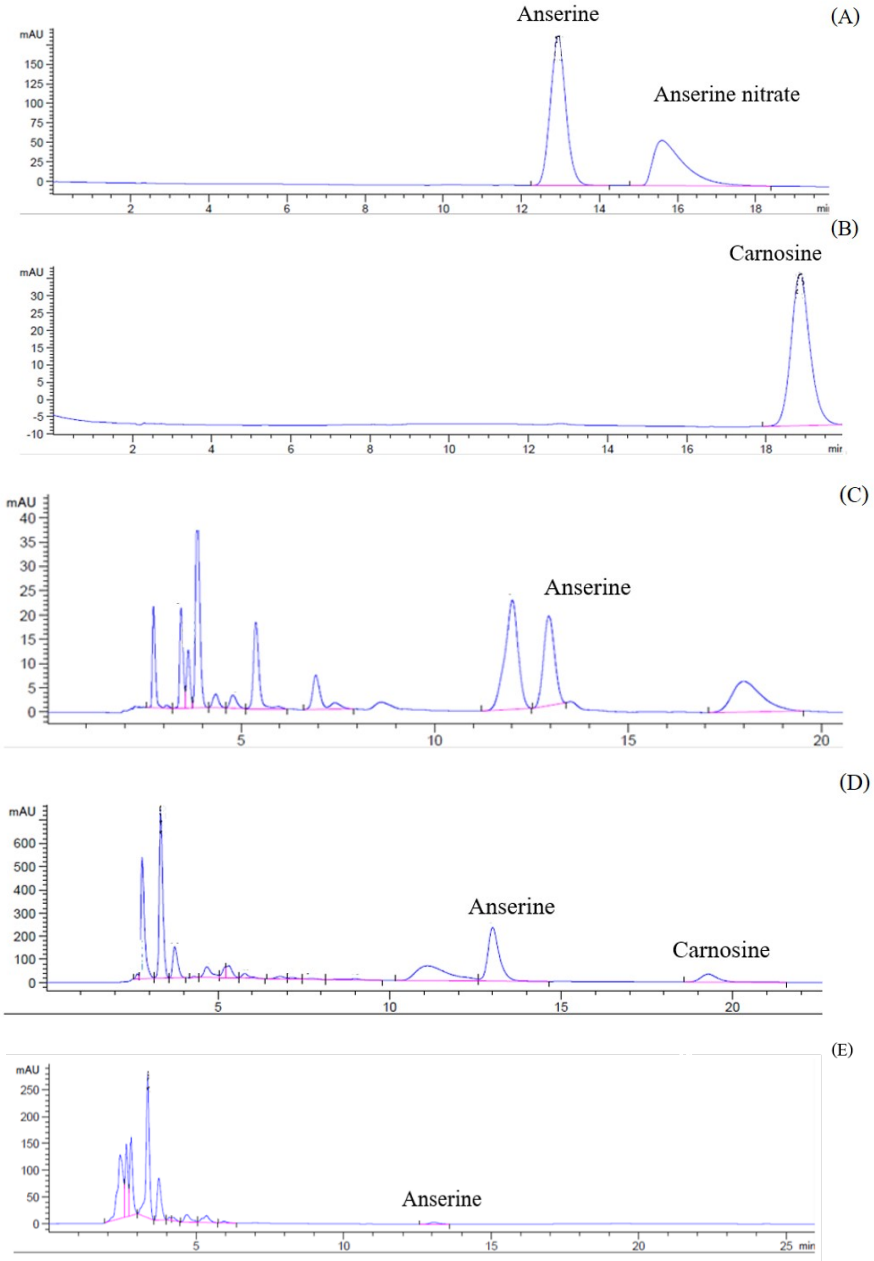


Fig. 1 Chromatogram corresponding to the separation of anserine (A); carnosine (B); tuna soluble extract (C); tuna soluble extract spiked with 10 µg/mL anserine and carnosine (D); and chicken essence (E)

Table 3 Anserine and carnosine contents in tuna soluble extract and chicken essence (n = 7)

Samples	Carnosine (μg/mL)	Anserine (μg/mL)
Tuna soluble extract	-	78.43±0.89
Tuna soluble extract spiked with 10 μg/mL anserine and carnosine	4.19±1.62	83.87±1.47
Chicken essence	-	25.20±1.06

จาก Table 3 พบว่าการใช้สภาวะ T8 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนตัวอย่างน้ำนึ่งปลาไม่พบค่าคาร์โนซีน และพบแอนเซอรีนเท่ากับ 78.43±0.89 μg/mL ในตัวอย่างน้ำนึ่งปลาที่ spike แอนเซอรีนและคาร์โนซีน 10 μg/mL พบว่ามีปริมาณแอนเซอรีน 83.87±1.47 μg/mL และคาร์โนซีน 4.19±1.62 μg/mL และในตัวอย่างซุปไก่สกัดทางการค้าพบปริมาณมีแอนเซอรีน 25.20±1.06 μg/mL

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์คาร์โนซีนและแอนเซอรีนด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง คือการใช้คอลัมน์ Shodex Asahipak NH2P-50 4E mobile phase 50 mM NaH_2PO_4: CH_3CN (40:60), pH 5.1 ที่อุณหภูมิ 40°C ได้สมการเส้นตรงของคาร์โนซีนคือ x=(y-342.21)/4.6201 (R^2 = 0.9904) และแอนเซอรีนคือ x=(y-119.7)/7.7992 (R^2 = 0.9961) ปริมาณพื้นที่ใต้กราฟ และค่าความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เมื่อนำสภาวะนี้ไปวิเคราะห์ปริมาณแอนเซอรีนและคาร์โนซีน ในตัวอย่างน้ำนึ่งปลาไม่พบค่าคาร์โนซีน และพบแอนเซอรีนเท่ากับ 78.43±0.89 μg/mL ตัวอย่างน้ำนึ่งปลาที่ spike คาร์โนซีน และแอนเซอรีน 10 μg/mL พบว่ามีปริมาณคาร์โนซีนเท่ากับ 4.19±1.62 μg/mL และแอนเซอรีนเท่ากับ 83.87±1.47 μg/mL และในตัวอย่างซุปไก่สกัดทางการค้าพบปริมาณมีแอนเซอรีนเท่ากับ 25.20±1.06 μg/mL ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวมีประโยชน์ในการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โนซีนและแอนเซอรีนในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทของเหลวได้

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงศ์ สิทธิสินธุ์. 2560. Monolithic HILIC column ในการวิเคราะห์โมเลกุลขนาดเล็กที่มีขั้วสูงด้วย micro-HPLC. วารสารเพื่อการวิจัยและพัฒนา องค์การเภสัชกรรม. 24: 23–25.

Abdelkadera, H., Swinden, J., Pierscionek, B.K., Alany, R.G. 2015. Analytical and physicochemical characterisation of the senile cataract drug dipeptide ß-alanyl-L-histidine (carnosine). J. Pharm. Biomed. Anal. 114: 241–246.

Agustí, M.G., Romero, J.E., Broch, S.C. 2008. Anserine and carnosine determination in meat sample by pure micellar liquid chromatography. Chromatography A 1189: 444–450.

Boldyrev, A., Aldini, G., Derave, W. 2013. Physiology and pathophysiology of carnosine. Physiol Rev. 93: 1803–1845.

Kang, O. 2008. Effects of extraction method on the histidine containing low molecular weight peptide and pro-oxidants contents of tuna boiled extract. Korean J. Food Cookery Sci. 24: 349–357.

Mori, M., Mizuno, D., Mizuno, K. K., et al. 2015. Quantitative analysis of carnosine and anserine in foods by performing high performance liquid chromatography. Biomed. Res. Trace Elem. 26: 147–152.

Mora, L., Sentandreu, M. A., Toldra, F. 2007. Hydrophilic chromatographic determination of carnosine, anserine, balenine, creatine and creatinine. Agric. Food Chem. 55: 4664–4669.

Mora, L., Aristoy, M.C., Toldra, F. 2012. Retention characteristics of four different hilic stationary phases in the analysis of meat polar compounds. Food Anal. Methods. 5: 604–612.

Pucciarini L., Gilardoni, E., Ianni, F., et al. 2019. Development and validation of a HPLC method for the direct separation of carnosine enantiomers and analogues in dietary supplements. Chromatography B. 1126–1127.

Shah, V.P., Midha, K.K., Dighe, S., et al. 1992. AAPS J. 81: 309–312.

Travernie, I., Loose, M.D., Bockstaele, E.V. Trends in quality in the analytical laboratory. II. Analytical method validation and quality assurance. TrAC- Trends Analyt. Chem. 23: 535–552.

Xiong, Y.L. 2010. Antioxidant peptides. In: Mine, Y., Chan, E.L, Jiang, B. (Eds.). Bioactive proteins and peptides as functional foods and nutraceuticals. Wiley-Blackwell. Canada, pp. 29–42.

ผลการจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมง สัตว์น้ำพลอยจับได้ และสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไปของลอบปูม้าแบบพับได้ ระหว่างตาอวนหุ้มลอบสองขนาดที่แตกต่างกัน บริเวณชายฝั่งบางพระ จังหวัดชลบุรี

The Catch per Unit Effort, bycatch and discards of collapsible crab pot between two different covered mesh sizes around Bang Phra Coast, Chonburi Province

วิลัยลักษณ์ แย้มศิริ[a]*, อนุกรณ์ บุตรสันติ์[b], และ ธนัสพงษ์ โภควนิช[b]

Wilailak Yamsiri[a]*, Anukorn Boutson[b], Tanuspong Pokavanich[b]

[a]บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

[a]The Graduate School, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Wilailak.ya@ku.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลการจับปูม้าต่อหน่วยลงแรงประมง (The Catch per Unit Effort : CPUE) และสัตว์น้ำพลอยจับได้ที่ถูกทิ้งไปของลอบปูแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวนหุ้มลอบต่างกัน โดยลงเรือร่วมกับชาวประมงบริเวณชายฝั่งบางพระ จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ราย ในวันที่ 23 ส.ค. และ 10 ต.ค. 2563 ในเดือน ส.ค. ใช้ขนาดตาอวนผสมกันระหว่าง 1.5 และ 2.5 นิ้ว และเดือน ต.ค. ใช้ขนาดตาอวน 2.5 นิ้วเพียงขนาดเดียว จากการวิเคราะห์พบว่า CPUE ในเดือน ส.ค. และ ต.ค. มีค่า 82.9 และ 35.4 กรัม/ลอบ มีจำนวนตัวเฉลี่ย 1.33 และ 0.53 ตัว/ลอบ ตามลำดับ พบสัตว์น้ำพลอยจับได้จำนวน 19 และ 8 ชนิด มีอัตราเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไป 0.37 และ 0.34 และมีอัตราส่วนที่ถูกทิ้งไป 0.59 และ 0.52 ตามลำดับ การใช้ตาอวนขนาด 2.5 นิ้ว พบว่า CPUE และชนิดสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไปลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ปูม้าที่จับได้ระหว่างเดือน ส.ค. และ ต.ค. ขนาดกระดองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = 1.734$, $p = 0.432$)

คำสำคัญ: ขนาดตาอวน, ผลการจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมง, ลอบปู, สัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไป, สัตว์น้ำพลอยจับได้

Abstract

This study aimed to describe the catch per unit effort (CPUE) of blue swimming crab and investigate the bycatch and discards of collapsible crab pot between two different covered mesh sizes around Bang Phra Coast, Chonburi province. Onboard surveys were conducted with a fisher. The results were catches on 23 Aug. and 10 Oct. 2020. In Aug., the mixing mesh sizes of 1.5 and 2.5 inches were used while in Oct. the mesh size only 2.5 inches was used. In Aug and Oct, The CPUE were 82.9 and 35.4 g/pot (by weight), 1.33 and 0.53 crab/pot (by No.) respectively. There were 19 and 8 species founded as the bycatch. The discard rates were 0.37 and 0.34, discard ratios were 0.59 and 0.52 respectively. Use of 2.5 inches covered mesh size, the results showed that the CPUE and discards were decreased, while crab carapace width between Aug. and Oct. were not significantly different ($p > 0.05$).

Keywords: bycatch, CPUE, crab pot, discards, mesh size

คำนำ

ลอบปูแบบพับได้เป็นลอบที่นิยมใช้ในการทำประมงปูม้าในปัจจุบัน เนื่องจากตัวลอบสามารถพับได้ทำให้ใช้พื้นที่ในการบรรทุกน้อย เรือประมงจึงสามารถบรรทุกลอบเพื่อนำไปทำการประมงได้เป็นจำนวนมาก ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เป็นทรัพยากรสัตว์ทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยโดยสถิติการประมงของปูม้า ปี พ.ศ. 2560 ในประเทศไทยมีปริมาณการจับอยู่ที่ 28,900 ตัน คิดเป็นมูลค่า 4,980 ล้านบาท (กรมประมง, 2562) หรือคิดเป็นผลการจับและมูลค่าอันดับที่ 11 และ 3 เมื่อเทียบกับสัตว์น้ำกลุ่มอื่นตามลำดับ การศึกษาปริมาณการจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมง (Catch per Unit Effort : CPUE) เป็นค่าบ่งชี้ความชุกชุมของสัตว์น้ำ เพื่อบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของสัตว์น้ำว่ามีความอุดมสมบูรณ์ขึ้นหรือเสื่อมโทรมลง (กรมประมง, 2553) สัตว์น้ำพลอยจับได้ชนิดอื่นที่ติดเข้ามาในลอบ (Bycatch) บางชนิดมีมูลค่าและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจและบางส่วนที่ถูกทิ้งไป (Discards) ด้วยสาเหตุต่าง ๆ เช่น ไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ จับได้เป็นปริมาณน้อย เช่น ปูก้ามยาว ปูเสฉวน และปลาวัวจมูกสั้นเป็นต้น (สันติพงษ์, 2556) เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนและมีความหลากของชนิดสัตว์น้ำสูง ด้วยเหตุนี้เครื่องมือประมงหนึ่งประเภทจึงสามารถจับสัตว์น้ำได้หลากหลายชนิด (กัญญารัตน์, 2563) และอีกปัญหาสำคัญที่พบในการทำประมงเขตชายฝั่งคือเรื่องของการจับสัตว์น้ำขนาดเล็ก ในการเลือกจับสัตว์น้ำควรจะจับสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดวัยแรกสืบพันธุ์เพื่อให้สัตว์น้ำได้มีโอกาสขยายพันธุ์ และเพื่อเป็นการแก้ปัญหาเรื่องสัตว์น้ำขนาดเล็ก และการจับสัตว์น้ำนอกเป้าหมาย ในทางกฎหมายจึงมีการออกประกาศจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยห้ามมิให้ชาวประมงทำการประมงลอบปูแบบพับได้โดยใช้ลอบที่มีขนาดตาอวนโดยรอบเล็กกว่า 2.5 นิ้ว (กรมประมง, 2560)

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมง (CPUE) สัตว์น้ำพลอยจับได้ และสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไปของลอบปูม้าแบบพับได้ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างลอบที่มีขนาดตาอวนสองรูปแบบ คือลอบที่ขนาดตาอวนผสมกัน 1.5 นิ้ว และ 2.5 นิ้วในลูกเดียว และลอบที่มีขนาดตาอวน 2.5 นิ้ว เพื่อเป็นการศึกษาเบื้องต้นและผลการศึกษานี้อาจใช้เป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต ในเรื่องการบริหารจัดการการประมงให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นำไปใช้ประกอบในการพิจารณาปรับปรุงการกำหนดมาตรการ และการหาข้อตกลงในการทำประมง ทำให้เกิดรูปแบบการประมงที่มีความรับผิดชอบและการอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์น้ำที่เหมาะสมและยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาโดยการออกสำรวจและรวบรวมข้อมูลการทำการประมงลอบปูแบบพับได้ ขนาด 30×50×20 ซม. บริเวณชายฝั่งบางพระ จังหวัดชลบุรี โดยลงเรือร่วมกับชาวประมงคนเดียวกันในแหล่งประมงเดียวกัน (Fig. 2) แต่มีขนาดตาอวนของลอบที่แตกต่างกัน 2 ขนาด ในเดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2563 โดยการทำประมงรูปแบบ A เป็บการใช้ลอบปูแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวนผสมกันคือ 1.5 นิ้ว (38 มม.) และ 2.5 นิ้ว (64 มม.)ในลูกเดียว (Fig. 1) จำนวน 214 ลอบ เก็บข้อมูลในวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2563 เริ่มวางลอบตั้งแต่เวลา 04.30–10.00 น. และการทำประมงรูปแบบ B เป็นการใช้ลอบปูแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวนโดยรอบ 2.5 นิ้วทั้งลูก (ภาพที่ 1) จำนวน 230 ลอบ เก็บข้อมูลในวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2563 เริ่มวางลอบตั้งแต่เวลา 03.30–08.30 น. ทำประมงใกล้ฝั่งวางเป็นลอบเดี่ยวเรียงเป็นแถวขนานฝั่ง มีทุ่นลอยบอกตำแหน่ง ทิ้งลอบไว้ข้ามคืน (12–14 ชั่วโมง) จึงกู้ลอบ การเก็บ

รวบรวมข้อมูลตัวอย่างสัตว์น้ำโดยบันทึกสัตว์น้ำทุกลอบอย่างละเอียด โดยบันทึกแยกชนิดองค์ประกอบสัตว์น้ำที่จับได้ นับจำนวน และสุ่มตัวอย่างปูม้าจำนวน 20 ตัว (ประมาณ 10% ของผลจับ) จากปูม้าทั้งหมดที่ชาวประมงจับได้ เป็นการเลือกแบบสุ่ม (random) จากนั้นนำไปวัดขนาดความกว้างกระดอง (mm.) และชั่งน้ำหนัก (Kg.) แล้วทำการบันทึกข้อมูล ถ่ายรูป บันทึกข้อมูลพิกัดโดยใช้เครื่องมือบอกตำแหน่ง (Global Positioning System: GPS) เพื่อทราบถึงแหล่งที่ทำประมง ใช้อุปกรณ์วัดระดับความลึกน้ำเพื่อบันทึกความลึกน้ำในจุดที่ทำประมงลอบปูม้า รวมถึงการบันทึกข้อมูลจำนวนของลอบที่สูญหายไปในระหว่างการทำประมง และสัมภาษณ์ชาวประมงถึงผลกระทบต่างๆ ของการเปลี่ยนแปลงขนาดตาอวนหุ้มลอบปูม้าแบบพับได้

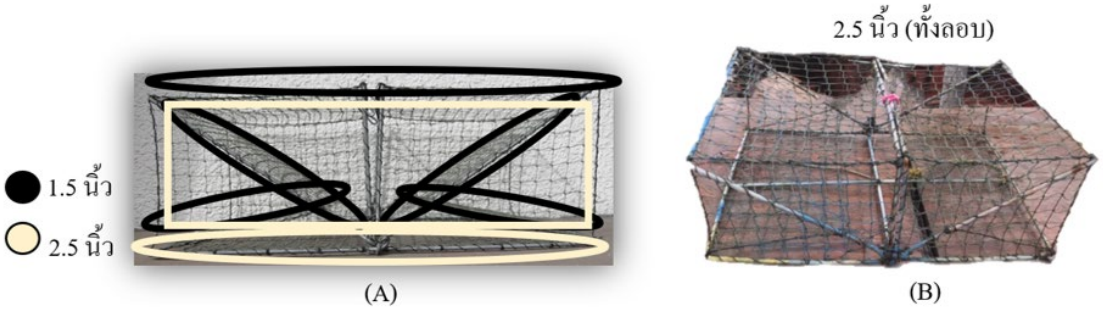


Fig.1 Crab pot size 30x50x20 cm, pot A (mesh size mixed between 1. 5 and 2.5 inch) and B (mesh size 2.5 inch)

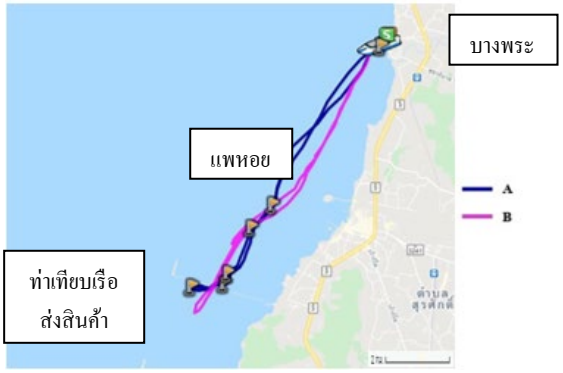


Fig. 2 Study sites around the coastal of Bang Phra, Chonburi province : Crab pot A (Aug.) and B (Oct.) 2020

การวิเคราะห์ปริมาณการจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมง (Catch per Unit Effort : CPUE) ดังสูตรในตารางที่ 2 เป็นค่าบ่งชี้ความชุกชุมของสัตว์น้ำ เพื่อบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของสัตว์น้ำว่ามีความอุดมสมบูรณ์ขึ้นหรือเสื่อมโทรมลง (กรมประมง, 2553) โดยเปรียบเทียบค่า CPUE ของลอบปูม้าแบบพับได้ที่มีขนาดแตกต่างกัน 2 รูปแบบ โดยใช้ตัวแปรที่ต่างกันวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนและขนาดของปูม้าโดยการใช้สถิติทดสอบ T-test ในการแยกสัตว์น้ำนอกเป้าหมายจะใช้ความสำคัญของสัตว์น้ำทางเศรษฐกิจวิเคราะห์ความรุนแรงของปัญหาของสัตว์น้ำที่จะถูกทิ้งไปด้วยสัดส่วนของการทิ้งไป (Discard ratio) และอัตราของการทิ้งไป (Discard rate) ดังสูตรในตารางที่ 4 โดยการวิเคราะห์จะคิดจากจำนวณปูม้าที่จับได้ทั้งหมดรวมถึงปูม้าที่มีขนาดเล็ก

พื้นที่ทำการศึกษาในครั้งนี้คือชายฝั่งทะเล บริเวณบางพระ จังหวัดชลบุรี โดยเป็นการศึกษาจากการทำประมงของชาวประมง จำนวน 1 ราย การเดินเรือจากสะพานขึ้นสัตว์น้ำบางพระถึงแหล่งทำประมง มีระยะทางประมาณ 8 กิโลเมตร ระยะห่างของแหล่งทำประมงและชายฝั่งประมาณ 1.3–2.3 กิโลเมตร (ภาพที่ 2) และมีระดับความลึกของน้ำ 4.7–8.9 เมตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาสัตว์น้ำที่ได้จากการทำประมงลอบปูม้าแบบพับได้ระหว่างลอบปูม้าแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวนแตกต่างกัน 2 รูปแบบ คือลอบปูแบบพับได้ทีมีขนาดตาอวนผสมกันระหว่าง 1.5 นิ้วและ 2.5 นิ้วในลูกเดียว (A) และลอบปูม้าแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวนเท่ากับ 2.5 นิ้ว (B) ในเดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 โดยจำนวนชนิดของสัตว์น้ำทั้งหมด 20 ชนิด เป็นสัตว์น้ำเป้าหมาย 1 ชนิด และสัตว์น้ำพลอยจับได้ 19 ชนิด สัตว์น้ำพลอยจับได้ที่พบจากเครื่องมือประมงลอบปูม้าแบบพับได้ (A) และ (B) เท่ากับ 19 และ 8 ชนิด ตามลำดับ (Table 1) สัตว์น้ำเป้าหมายคือ ปูม้า (Blue swimming crab, BSC) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t=1.734$, $p= 0.432$) โดยปูม้าที่ได้จากเครื่องมือประมงลอบปูม้าแบบพับได้ (A) จำนวน 284 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 62.5 กรัม น้ำหนักรวมทั้งสิ้น 17.75 กิโลกรัม แยกเป็นปล่อยกลับทะเลและนำขึ้นฝั่ง 8.75 และ 9 กิโลกรัม ตามลำดับ มีอัตราการจับเฉลี่ย (CPUE) เท่ากับ 1.33 ตัว/ลอบ หรือ 82.9 กรัม/ลอบ (Table 2) และผลการจับปูม้าจากเครื่องมือประมงลอบปูม้าแบบพับได้ (B) จำนวน 122 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 66.7 กรัม น้ำหนักรวมทั้งสิ้น 8.13 กิโลกรัม แยกเป็นปล่อยกลับทะเลและนำขึ้นฝั่ง 0.63 และ 7.5 กิโลกรัมตามลำดับ มีอัตราการจับเฉลี่ย (CPUE) เท่ากับ 0.53 ตัว/ลอบ หรือ 35.4 กรัม/ลอบ (Table 2) โดยการศึกษาของทั้ง 2 เดือนนี้ พบว่ามีอัตราส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียของปูม้าเท่ากันคือ 1:1.5 โดยสัตว์น้ำพลอยจับได้ที่ได้จากการทำประมงลอบปูม้าแบบพับได้ในรูปแบบ A และ B ที่พบมากที่สุดได้แก่ กั้ง (*Oratosquilla* sp.) และปูกะตอย (*Charybdis affinis*) ตามลำดับ และองค์ประกอบสัตว์น้ำของปูม้า ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 คิดเป็นร้อยละ 62.83 สัตว์น้ำพลอยจับได้ร้อยละ 37.17 ในขณะที่องค์ประกอบสัตว์น้ำของปูม้าในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 คิดเป็นร้อยละ 65.59 สัตว์น้ำพลอยจับได้ร้อยละ 34.41 (โดยจำนวน) ตามลำดับ (Fig. 3)

Table 1 The catch species found from crap pot, surveyed in Aug. and Oct. 2020

Scientific name / Target species	ปูม้า (*Portunus pelagicus*)	Bycatch species (Retained)	กั้ง (*Oratosquilla* sp.)	หมึกกระดอง (*Sepia* spp.)	Bycatch species (Discarded)	ปูกะตอย (*Charybdis affinis*)*,**	ปูม้าลาย (*Charybdis feriata*)*,**	ปูทิน (*Thalamita crenata*)*,**	ปูไข่ (*Menippe rumphii*)*,**	ปลาข้างตะเภา (*Terapon* sp.)*,**	ปลาสลิดทิน (*Siganus javus*)*,**	ปลาอุบ (*Allenbatrachus* sp.)*,**	ปลาข้าวเม่า (*Amblassis* sp.)*,**	ปลาทรายแดง (*Nemipterus* sp.)*,**	ปลาหมูสี (*Lethrinus lentjan*)*,**	ปลาจวด (*Otolithes* sp.)*,**	ปลาเป็น (*Leiognathus* sp.)*,**	ปูไข่ดำขาว (*Galene bispinosa*)*	ปูเสฉวน (*Clibanarius longitarsus*)*	ปูแสมขุม (*Dotilla tetraptera*)*	ปลาปักเป้า (*Lagocephalus* sp.)*	ปลาวัวลูกสิ้น (*Tripodichthys blochii*)*	Total Catch
23-Aug-20	√		√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	20
10-Oct-20	√		—	√		√	—	—	—	√	√	√	—	—	—	—	—	√	—	√	—	√	9

Table 2 Catch per unit effort (CPUE) and size of crab pot, surveyed in Aug. and Oct. 2020

Date	No. of pot	No. of BSC	Weigh of BSC (Kg)	CPUE		Carapace Width (mm)	Sex Ratio (m:f)
				Ind./pot	g/pot	$\bar{X}$±SD	
23 Aug 20	214	284	9	1.33	83	100.6±9.3	1:1.5
10 Oct 20	230	122	7.5	0.53	35	101.1±7.4	1:1.5

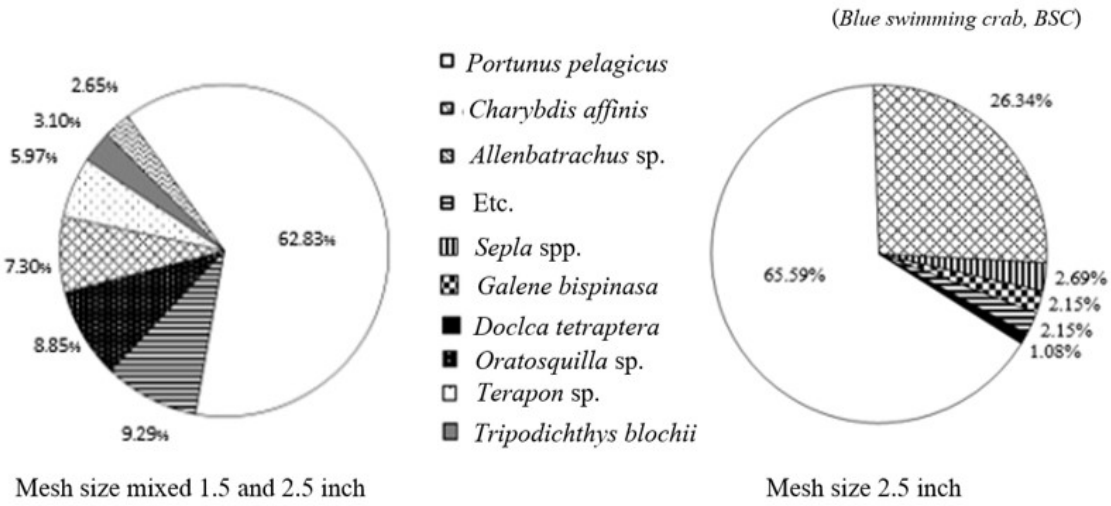


Fig.3 Catch compositions (% by number) from crab pot, surveyed in Aug. and Oct. 2020, A (mesh size mixed 1.5 and 2.5 inch), and B (mesh size 2.5 inch)

Table 3 The catch, bycatch, catch compositions (% by number), discard ratio and discard rate (BSC = Blue Swimming Crab, D = Discards, R = Retention)

Date	Total catch (No.)	BSC (Retained) (No.)	% of BSC	Bycatch (Retained) (No.)	Bycatch (Discarded) (No.)	Discard Ratio (D/R)	Discard Rate D/(D+R)
23-Aug-20	452	284	62.83	44	124	0.59	0.37
10-Oct-20	186	122	65.59	5	59	0.52	0.34

จากการศึกษาพบว่าลอบปูแบบพับได้ทั้งสอง 2 รูปแบบมีผลการศึกษาแตกต่างกันอย่างชัดเจนในเรื่องขององค์ประกอบทางชนิดของสัตว์น้ำและปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ จากการศึกษาโดยลอบรูปแบบ A พบว่า มีผลจับปูม้าและสัตว์น้ำพลอยจับได้น้อยกว่า ลอบรูปแบบ B ซึ่งพบว่ามีความสอดคล้องกับรายงานของกัญญารัตน์ ในเรื่องสัตว์

น้ำพลอยจับได้ที่พบมากที่สุดคือ ปูกะตอย (*Charybdis affinis*) โดยใช้ลอบปูม้าแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวน 2.5 นิ้ว (กัญญารัตน์, 2563) จากการเก็บตัวอย่างเดือนสิงหาคมพบสัตว์น้ำพลอยจับได้คือ กั้ง (*Oratosquilla* sp.) เป็นสัตว์น้ำขนาดใหญ่ที่พบมากที่สุด แต่ในเดือนตุลาคมใช้ลอบปูม้าแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวน 2.5 นิ้ว ซึ่งเป็นตาอวนที่มีขนาดใหญ่กว่าในเดือนสิงหาคม จึงไม่สามารจับสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กกว่าตาอวนได้ เป็นเพราะขนาดตาอวนที่ใหญ่ขึ้นทำให้สัตว์น้ำขนาดเล็กกว่าช่องตาอวนสามารถหลุดออกจากลอบได้

จำนวนปูม้าที่จับได้ในเดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม มีความแตกต่างกันเป็น 2.3 เท่าของจำนวนผลการจับที่จับได้ ค่าเฉลี่ยความกว้างของกระดองปูม้าจากการศึกษามีค่าเท่ากับ 100.6±9.3 มิลลิเมตร และ 101.1±7.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยห่างจากชายฝั่งประมาณเพียง 2.3 กม. ซึ่งมากกว่าช่วงความกว้างของกระดองของรายงานการวิจัยของสุดารัตน์ ที่กล่าวไว้ว่าปูม้าจะมีความกว้างกระดองในช่วง 61-90 มม. จะกระจายตัวห่างจากชายฝั่งไม่เกิน 3 ไมล์ (4.8 กม.) (สุดารัตน์, 2562) จากการศึกษาขนาดตาอวนที่แตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณ CPUE ของปูม้าที่จับได้แตกต่างกัน โดยจากการลงเรือสำรวจร่วมชาวประมงจะสังเกตได้ว่าเหยื่อภายในลอบที่มีขนาดตาอวน 2.5 นิ้ว จะถูกสัตว์น้ำกัดกินไปจนหมด จึงคาดว่าสัตว์น้ำสามารถหลุดรอดออกจากลอบไปได้ เหตุเนื่องมาจากการที่รัฐบาลออกกฎหมายและกำหนดมาตรการให้ชาวประมงใช้ลอบปูแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวนไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้ว (กรมประมง, 2560) เพื่อให้เป็นการเลือกจับสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าวัยแรกสืบพันธุ์เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการทำประมงปูม้าวัยอ่อน เพื่อให้เป็นการทำประมงอย่างยั่งยืน และเรื่องของขนาดของปูม้าที่จับได้พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (t=1.734, p= 0.432) เหตุนี้อาจเป็นผลมาจากการทำประมงในบริเวณแหล่งประมงเดียวกันซึ่งทำให้ได้ขนาดปูที่ไม่แตกต่างกัน

จากการออกเก็บตัวอย่างพบว่าบริเวณแหล่งประมงที่ใกล้สะพานของท่าเทียบเรือขนส่งสินค้าจะได้ปูม้าเป็นจำนวนมากกว่าบริเวณแพเลี้ยงหอยแมลงภู่ เนื่องจากในบริเวณสะพานท่าเทียบเรือขนส่งสินค้ามีชาวประมงน้อยรายที่มาทำการประมงในบริเวณนี้ เนื่องจากเสี่ยงต่อการสูญหายของลอบเพราะว่าเป็นบริเวณนี้มีเรือขนส่งสินค้าขนาดใหญ่สัญจรเข้าออกอยู่ตลอดเวลา เป็นไปได้ว่าจึงทำให้มีประชากรปูม้าอยู่กันอย่างหนาแน่น ส่วนในบริเวณแพหอยมีชาวประมงหลายรายที่ทำการประมงในบริเวณนี้จึงอาจเป็นเหตุผลส่วนหนึ่งที่ทำให้ได้ปูม้าน้อยกว่าบริเวณสะพานเทียบเรือขนส่งสินค้า และจากการลงพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างพบว่านอกจากการปล่อยสัตว์น้ำพลอยจับได้ หากพบปูม้าที่มีขนาดเล็กชาวประมงก็ทำการปล่อยคืนกลับไปเช่นเดียวกัน จากการรายงานที่ผ่านมาว่าบริเวณฝั่งอ่าวไทยปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ยเล็กสุดของจังหวัดชลบุรีเท่ากับ 85 มม. (กรวิทย์, 2555) และจากการค้นคว้าพบว่าปูม้าบริเวณใกล้ชายฝั่ง ในขนาดแรกสืบพันธุ์ที่คำนวณได้จะมีขนาดความกว้างกระดองประมาณ 87 มม. (จินตนา, 2554) แต่จากการศึกษาในครั้งนี้มีความกว้างกระดองเฉลี่ยประมาณ 101 มม. ซึ่งมากกว่าในการศึกษาของกรวิทย์และจินตนา จากรายงานการศึกษาชีววิทยาปูม้าเบื้องต้นในบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ขนาดตัวเล็กที่สุดที่ปูม้าสามารถสืบพันธุ์ได้ มีความกว้างกระดองเท่ากับ 45 มม.ซึ่งมีขนาดเล็กลงเมื่อเทียบกับรายงานการศึกษาจากในอดีต (สุดารัตน์, 2562)

จากการวิเคราะห์หาอัตราของสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไป (Discard ratio) ของการทำประมงจากเครื่องมือประมงลอบปูม้าแบบพับได้รูปแบบ A และ B พบว่าอัตราเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไป มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (t=1.734, p= 0.026) เป็น 0.59 และ 0.52 ตามลำดับ ในเดือน ส.ค. ลอบ A มีอัตราส่วนที่ถูกทิ้งไป (discard ratio) 0.59 แสดงให้เห็นว่าจะมีสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไป 0.59 กก. ต่อการจับปูม้า 1 กก. เมื่อ

เปรียบเทียบระหว่างลอบ A กับ B มีความแตกต่างของอัตราส่วนฯ เพียง 0.03 คิดเป็นจำนวนที่ถูกทิ้งไปได้ร้อยละ 37 และ 34 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าขนาดตาอวนที่แตกต่างกันที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ไม่มีผลต่ออัตราส่วนของสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไป จากการสัมภาษณ์ชาวประมงพบว่าสัตว์น้ำเหล่านี้ถูกทิ้งไปเป็นเนื่องมาจากสาเหตุ 3 ประการคือ สัตว์น้ำมีขนาดเล็ก (สัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำพลอยจับได้) สัตว์น้ำบางชนิดไม่มีมูลค่าหรือความสำคัญทางเศรษฐกิจ และจับได้เป็นปริมาณที่น้อย เช่น ปูหิน (*Thalamita crenata*), ปูใบ้ (*Menippe rumphii*), ปลาข้างตะเภา (*Terapon* sp.), ปูแมงมุม (*Doclca tetraptera*), ปลาปักเป้า (*Lagocephalus* sp.) และปลาวัวจมูกสั้น (*Tripodichthys blochii*)

จากการศึกษาของ กรวิทย์ และเสาวนีย์ (2552) พบว่าในบริเวณอ่าวไทยตอนในชาวประมงจะได้ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยจากการทำประมงประมาณ 1,786 บาท/วัน/ลำ แต่ในปัจจุบันนี้จากการสำรวจรายได้คิดเป็นผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยจากการทำประมงในครั้งนี้จะได้ประมาณ 660 บาท/วัน นั้นเห็นได้ว่ารายได้ของชาวประมงลดลงเป็นอย่างมาก การศึกษาในครั้งนี้จึงต้องการที่จะเสนอข้อมูลที่จะช่วยในการกำหนดมาตรการที่จะนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรปูม้า เนื่องจากการใช้ข้อบังคับทางกฎหมายนั้นจำเป็นต้องศึกษาหาแนวทางในการจัดการที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งการทำการประมง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประกอบการตัดสินใจและวางแผนการจัดการทรัพยากรปูม้าได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ศึกษา (สุดารัตน์, 2562) จากการลงเรือร่วมกับชาวประมงในครั้งนี้พบว่าในการจับสัตว์น้ำโดยลอบปูม้าแบบพับได้จริงอยู่ที่สัตว์น้ำที่ได้อาจมีสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากสัตว์น้ำเป้าหมาย หากแต่เมื่อชาวประมงกู้ลอบขึ้นมาจากน้ำจะพบว่าสัตว์น้ำทุกชนิดที่ติดมากับลอบนั้นล้วนแล้วแต่เป็นสัตว์น้ำที่ยังมีชีวิตอยู่ทั้งสิ้น เนื่องจากมีการวางลอบและกู้ลอบวันต่อวัน และในการกู้ลอบนี้ชาวประมงก็ได้ทำการคัดเลือกสัตว์น้ำเฉพาะสัตว์น้ำเป้าหมายและกลุ่มสัตว์น้ำที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจเท่านั้น หากมีการจับสัตว์น้ำกลุ่มอื่นหรือหากได้สัตว์น้ำเป้าหมายแต่มีขนาดเล็ก ชาวประมงจะปล่อยสัตว์น้ำเหล่านั้นกลับคืนสู่ธรรมชาติขณะกู้อวนและสัตว์น้ำที่ปล่อยไปนั้นส่วนใหญ่ยังมีชีวิตและอยู่ในสภาพที่แข็งแรง

สรุป

จากการศึกษาสัตว์น้ำที่ได้จากการทำประมงลอบปูม้าแบบพับได้บริเวณชายฝั่งบางพระ จังหวัดชลบุรี ระหว่างลอบปูม้าแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวนแตกต่างกัน พบว่าในเดือน ส.ค. เป็นการใช้ลอบขนาดผสมกันระหว่าง 1.5 นิ้ว และ 2.5 นิ้วในลอบเดียวกัน และ เดือน ต.ค. เป็นการใช้ลอบปูม้าแบบพับได้ที่มีขนาดตาอวน 2.5 นิ้ว มีผลการจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมง (CPUE) โดยมีจำนวนตัวเท่ากับ 1.33 ตัว/ลอบ และ 0.53 ตัว/ลอบ ตามลำดับ หรือคิดเป็นน้ำหนักเท่ากับ 83 กรัม/ลอบ และ 35 กรัม/ลอบ ตามลำดับ โดยขนาดของปูม้าในเดือน ส.ค. และ ต.ค. ความกว้างกระดองมีค่าเท่ากับ 100.6±9.3 มิลลิเมตร และ 101.1±7.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ พบสัตว์น้ำทั้งหมด 20 ชนิด เป็นสัตว์น้ำเป้าหมาย 1 ชนิด และสัตว์น้ำพลอยจับได้ 19 ชนิด สัตว์น้ำพลอยจับได้ที่พบมากที่สุดคือกั้ง (*Oratosquilla* sp.) และปูกะตอย (*Charybdis affinis*) ตามลำดับ สาเหตุของการทิ้งสัตว์น้ำได้แก่ สัตว์น้ำบางชนิดไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ปูแมงมุม (*Doclca tetraptera*), ปลาปักเป้า (*Lagocephalus* sp.) สัตว์น้ำมีขนาดเล็ก เช่น ปลาวัวจมูกสั้น (*Tripodichthys blochii*) และสัตว์น้ำบางชนิดจับได้น้อย เช่น ปูใบ้ (*Menippe rumphii*) อัตราเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่ถูกทิ้งไป 0.37 และ 0.34 ตามลำดับ อัตราส่วนที่ถูกทิ้งไป 0.59 และ 0.52 ตามลำดับ พบว่า สัตว์น้ำ

ที่ถูกทิ้งไปมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = 1.734$, $p = 0.026$) จากการศึกษาผลการจับสัตว์น้ำโดยการใช้ลอบที่มีขนาดตาอวนแตกต่างกันสองรูปแบบไม่มีผลต่อขนาดปูม้าที่จับได้ โดยพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = 1.73$, $p = 0.43$) แต่มีผลต่อประสิทธิภาพในการจับสัตว์น้ำด้านปริมาณมีจำนวนลดลง ด้วยเหตุนี้รายได้ของชาวประมงจึงลดลงเช่นกัน ปัญหานี้จึงควรได้รับการพิจารณาและทบทวนถึงสาเหตุอื่นๆ เพื่อการกำหนดแนวทางการจัดการหรือการกำหนดมาตรการต่างๆ ที่เหมาะสมร่วมด้วยเพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรประมงอย่างยั่งยืนควบคู่กับความอยู่รอดของชาวประมง และเพื่อประโยชน์ต่อการบริหารจัดการการประมงให้เหมาะสมต่อการพัฒนาเครื่องมือในการจับปูม้าต่อไปในอนาคต อนึ่งการศึกษานี้เป็นแนวทางพื้นฐานของการศึกษาข้อมูลเพื่อการวิจัยต่อยอดในอนาคต อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างและจำนวนซ้ำของการศึกษานี้ยังไม่มากพอ ที่จะสามารถสรุปให้ชัดเจนเพื่อจะนำไปใช้ในการพิจารณากำหนดขนาดตาอวนหรือมาตรการต่างๆ ในการบริหารทรัพยากรได้ จำเป็นต้องมีการศึกษาและเก็บข้อมูลและวิเคราะห์เพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2560. กำหนดเครื่องมือทำการประมง วิธีการทำการประมง และพื้นที่ทำการประมงที่ห้ามใช้ทำการประมงในที่จับสัตว์น้ำเขตทะเลชายฝั่ง. สำนักงานปลัดกระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2562. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560. กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง: กรมประมง, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2553. การประเมินปริมาณสัตว์น้ำต่อหน่วยการลงแรงประมงในแหล่งน้ำจืด (CPUE). คู่มือปฏิบัติงานกิจกรรมการประเมินปริมาณสัตว์น้ำต่อหน่วยการลงแรงประมงในแหล่งน้ำจืด(CPUE) ประจำปี 2553 : กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สุดารัตน์ นิลราช. 2562. ชีววิทยาและการประมงปูม้าในประเทศไทย Biology and Fisheries of Blue Swimming Crab in Thailand. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 21.

สันติพงษ์ ปุตสะ, อนุกรณ์ บุตรสนัติ์, สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ. 2556. การทดลองการประมงผีของลอบปูแบบพับได้; ผลกระทบต่อสัตว์น้ำและเศรษฐกิจ บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กัญญารัตน์ งามเจริญ, อภิรักษ์ สงรักษ์, สุวิทย์ วุฒิสุทธิเมธาวี, อมรศักดิ์ สวัสดี. 2563. องค์ประกอบชนิดและดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของสัตว์น้ำจากการประมงลอบปูม้าแบบพับได้ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 22.

กรวิทย์ จันทร์กุศล, เสาวนีย์ สิงหะไกรวรรณ. 2552. การประมงอวนจมปูและลอบปูแบบพับได้บริเวณอ่าวไทยตอนใน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2552, ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน, กรมประมง.

Inland fisheries of snakehead fish (*Channa striata*) in Yegyi Township, Ayeyarwady Region, Myanmar

Soe Myat Thu[a,b], Thanitha Darbanandana[a], Methee Kaewnern[a,*]

[a]Fisheries Science and Technology (International Program), Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation, Nay Pyi Taw, Myanmar.

* Corresponding author. E-mail address: ffismtk@ku.ac.th

Abstract

Snakehead fish (*Channa striata*) in Myanmar have been highly exploited, leading to production declination. This paper is the first study of snakehead fish's fishing activities to gather information for support long-term sustainable utilization of this species in Yegyi Township, Myanmar. The study focused on current status of snakehead fishing activities and its management issues in Yegyi Township. The research was conducted by field survey with total of 180 fishers in 6 fishing villages in 2019. The result showed that between 2015 and 2019, catch of snakehead fish reduced from 123.6 ton/year to 105 ton/year in this area, decreasing about 5% every year. Fishers used steel or wooden fishing boats with 13–15 ft long and powered by 3.5–7.5 hp engines and non-powered boats. The 69% of sampled fishers used bamboo traps as the primary fishing gears. Fishers operated their fishing for 20 days/month through the year according to lunar cycle. Production was 14.92±0.99 ton/month during low season (December to February) and 8.43±2.55 ton/month during high season (August to November). The average fishing cost and benefit for snakehead fish were 3,444±684 USD/year and 2,960±1,584 USD/year respectively. SWOT analysis result showed that Myanmar has a restricted Freshwater Fishery law and announced seasonal closure (May to July), but there is some weakness on implementation due to low awareness and participation in conservation of fishers. Together with the driven force from very high demand of the market for dried snakehead fish, it was found that during seasonal closure, fishers still operated their fishing with the catch of 6.02±1.47 ton/month, and total length ranged from 20-35 cm. Improvement of fisher's livelihood and sustainable fisheries supported by the international organization are opportunities for Myanmar government to consider the alternative fishery management measure in accordance with the realities of fishers. Awareness of fishers on snakehead fish conservation should be strengthen.

Keywords: Exploitation, Inland fisheries, Myanmar, Snakehead fish, Sustainable

Introduction

Myanmar is rich in natural resources such agriculture, forests and fisheries that contribute the largest portion of Myanmar's economy (FAO, 2010). In fisheries sector, the inland freshwater bodies cover 8.1 million hectares (Hsu et al., 2020) Therefore, inland capture fisheries provide a valuable contribution to food security of people in the country. The fisheries sector is vitally important for socio-economic development in Myanmar.

Fish is one of the most important sources of animal protein and micronutrients in Myanmar, with average consumption levels estimated to be approximately 60 kg/person in 2018. Total national fish production in 2018 was 5,877.46 thousand metric tons. Inland fisheries make up nearly 27% of Myanmar's fish production at 1,595 thousand metric tons to the national fish supply (DOF, 2018). Fish caught from inland waters are multi-species and vary in abundance depending on the productive status of water bodies. Fish are mainly traded fresh and, some of the cases are alive. Artisanal freshwater fishery products primarily consist of dried fish and minced fish. Common species made into dried fish are the snakehead, eel, and rasbora (ILO, 2015).

Snakehead fish (*Channa striata*) is a popular freshwater fish in Myanmar due to very high demand because of its delicate flesh, well-accepted flavor. In the local market, snakehead fish get the price ranged from 4,500 to 15,000 MMK (Myanmar Kyat)/kg (3.4 to 11.1 USD/kg) (From field survey). It is a prized fish eaten in various way. Snakehead fish is one of the most consumed fish in the country and dried snakehead fish is very famous. But in recent year, the snakehead population has been declining due to overfishing (Bai et al., 2014).

Generally, Myanmar government plays an important role to conserve natural fish species. The main organization which response in conservation and rehabilitation of fishery resources is the Department of Fisheries (DOF), Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation (DOF, 2018). However, it was found that reporting the production of capture fisheries statistics has been responded by the Planning Division of DOF and fisheries production were estimated at the township level rather than being actually measured (Xavier et al., 2018). Weakness on monitoring and data collecting systems led to having no scientific evidences for snakehead fish in Yegyi Township. It also led to insufficient policy attention and poor management across this sector (Wai et al., 2018). Beside the above problem, there is high demand for snakehead fish in the local market, which could be driving force to overfishing. To conserve snakehead fish species, an assessment of the snakehead fisheries' status is necessary.

Yekyi Township located in Ayeyarwady Region and has the highest freshwater fish production in Myanmar. The livelihood of people in Yegyi Township depends on fishing, agriculture, artisanal human food production and transportation. Most people in this area are either riverine fishers or fish processing workers. This study therefore aimed to investigate current status of snakehead fishing activities and management issues in Yegyi Township. The results of this study could provide useful information for related agencies and fishers to set up further appropriate management measures in this area.

Materials and Methods

Study area

Yegyi Township is located between the latitude 17.3406° N, longitude 95.1093° E and 1,297 km² of total area in the lower part of Myanmar. There are tributaries of the Ayeyarwady river such as Ngawun river, Pathine river, and Toe river in this area. There are 39 villages with a total population of 105,070 in the Yegyi Township in 2019. Normal temperature in Yegyi Township is 33.5°C, higher temperature is 41.5°C and lower temperature is 15.3°C. Fishing is one of the main occupations of people in Yegyi Township and fishing ground is located around the Ngwun river (Fig. 1).



Fig. 1 Location of study Area (Google Map, 2021)

Data collection

In this study, multistage sampling was used for the field survey, and sample villages were chosen using the cluster sampling method. After that, in each village, respondents were selected by random sampling from the fishing household list of DOF. Simplified formula for proportions (Taro Yamane, 1967), as below, was used to get the sample size of household which main income came from fishing by using 90% of confidence level. Number of samples showed in Table 1.

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (1)$$

n = sample size, N= total number (population) of fishing household

e = precision level (90% of confidence level)

Table 1 Number of samples

No	Villages	Number of households	Number of fishing households	Number of samples household
1	Tat sate	174	87	24
2	Kywon done	184	62	36
3	Sate thar	109	57	30
4	Phayar kone	132	79	30
5	Tite sone	186	82	30
6	Tharyar kone	152	74	30
Total number of samples		937	450	180

A total of 180 fishing households were interviewed by using structured questionnaire. The contents of questionnaire composed of demographic data of fishers fishing gears, fishing boats and fishing activities, production, marketing in the Yegyi Township and fisher's opinion about management issues. Prior to use the questionnaire for data collection, it was tested for the validity with DOF officers and fishers. In-depth interview to get opinions on laws and regulations was also conducted with the officers from DOF, Yegyi Township. The statistic of production, management aspects, laws and regulations, government policy that involved to this study was gathered from DOF.

Data analysis

The demographic data of fishers, fishing ground, fishing gear and utilization of snakehead fish, fisher's opinion about management issues and fishery law were analyzed by using descriptive statistics analysis such as mean, standard deviation and frequency. Analysis of variance (ANOVA) was used to study variations of the opinion on the law based on education level of fisher when education level was classified into four levels. SWOT analysis was conducted to synthesize the results of study and generate possible recommendation for related personnel and organization.

Results and Discussion

According to the field survey results within 180 households, the respondents were 76% of male and 24% of female. Fishing is male dominated activity in Yegyi Township but it appeared that women could assist their husbands during actual fishing operation. The age of respondents in this field survey ranged between 27 years and 71 years of age.

Fishing gear, boat and activities in the Yegyi Township

The main fishing ground was along Ngawun river and also known as an important tributary of the Ayeyarwady river. The other fishing grounds were inundated area, rice/field and stream.

Fishers used steel or wooden fishing boats with 13–15 ft long and powered by 3.5–7.5 hp engines or non-powered boats. Several fishing gears were found such as bamboo trap, gill

net, cast net, hook and line, horizontal cylinder trap, bamboo fence. However, bamboo trap, gill net, hook and line were commonly used in the study area. The 69% of sampled households mainly used bamboo trap as fishing gear, followed by gill net 17% and hook and line 14%. Generally, an average annual cost of bamboo trap (2,130.6 USD) was highest. Meanwhile, an average annual maintenance cost was 354.3 USD. Other fishing gears such as gillnet, cast net, hook and line were also used depend on season and fishing ground.

Production of snakehead fish capture in Yegyi Township

According to Myanmar Freshwater Fishery law, there are seasonal closure for inland capture fisheries, called closed season, during May to July. But the results indicated that during the closed season, fishers operated fishing activities illegally for their daily income. During open season (August to April), it could be subdivided into high season and low season according to production. According to the result of the study, it showed that the high season of snakehead was from December to February and low season was August to November.

According to data from the Department of Fisheries in Yekyi Township, the production of the snakehead fish reduced from 2015 to 2019 was 123.6 ton/year to 105 ton/year. The field survey result showed that the average annual changing rate of snakehead production was 5% decreasing every year during 2015 to 2019.

The livelihood of sampled fishing households in the six selected fishing villages depended on fishing activities and fishing was the main occupation. The result showed that snakehead fish caught was 14.92±0.99 ton/month during high season and 8.43±2.55 ton/month during low season. While, the average income form fishing activities with all species were 262.63 USD/month, ranged from 66.67 to 566.57 USD/month. Average income from snakehead fish caught was 37.28 USD/month, ranged from 4.20 USD to 70.88 USD/month in high season.

Size of snakehead fish caught by fishers was not different between open and closed season. The average size of fish was 30 cm/0.4 kg, minimum size was 20 cm/0.28 kg, maximum size 45 cm/1.40 kg. About 69% of samples pointed out that the size of snakehead fish has decreased, 24% of respondents informed that the size of snakehead fish was unchanged while only 7% said that snakehead fish size was bigger than before.

Over half of the fishers, who informed that the size of snakehead fish decreased, believed that the reasons of this declination were due to: (i) number of fishers was increasing (53%), (ii) illegal fishing (21%), (iii) fishers operated fishing illegally during closed season (17%) and (iv) very high demand for consumption (9%). Contentiously, only 7% of fishers said that size of snakehead fish was bigger.

Major operating cost for snakehead fishing activities

Major operating cost in fishing activities composed of fuel/oil, food expenditure, hired labor, interest on borrowed money, taxed and other expenses. The average major operating cost and benefit on fishing activities for snakehead fish per year was 3,444±684 USD and 2,960±1,584 USD, respectively. Average total cost on fishing activities per day per household was 14.35 USD. An average number of family labors were around 3 persons. If they hire labor, it would cost about 3.5 USD per day per person in the study area.

Borrowing and lending money were common in the rural areas in Myanmar. However, majority of small-scale fishers (92%) had to borrowed money for fishing and only 8% of fishers used their own money for fishing activities. Fishers in the study area were received loan form government bank, micro finance NGOs, local money lenders and fish collector/trader. The purpose of loan was mostly for fishing gears, boat engine, fuels etc. besides the loans could be used for buying daily living.

Marketing of snakehead fish in Yegyi Township

An average price of snakehead fish got by fishers was lower than wholesaler price. Selling prices of snakehead fish were 8.9 USD/kg in open season and 6.7 USD/kg in closed season. This indicated that average price of snakehead fish was not too much different between open and closed season. Considered to tendency of fish price, the result showed that about 82% of the sample fishing households mentioned that not only the snakehead fish but also all species of freshwater fish price were increased during the recent years. The reason of increasing price due to decreasing of stock in the natural water from day by day, very high consumption demand and high fishing operating cost.

Generally, production of captured snakehead fish was sold to local fish collectors (27%), local processors (15%) and fish retailers (35%) and sell by themselves at local market (16%) and the remain kept for household consumption (7%).

Fishers' opinions on fishery management in Yegyi Township

According to geographical situation, plenty of natural aquatic resources can increase the number of workers in the fishing industry. This is only the way to get income and one of the main reasons why people are choosing the fishing business as their daily subsistence. This situation is already created by nature for these communities.

According to the extensive knowledge sharing activities from DOF Myanmar, the results indicated that most of the fishers known about freshwater fisheries law. When investigating about the opinion on the freshwater fisheries law, it was found that 89% of sample fishing households strongly agreed on freshwater fisheries law. The reasons why the sample fishing households strongly agreed on the law such as: (i) to manage and take action of the fisheries accordance with the law (45%), (ii) to protect freshwater fishery water and environment form damage (20%), (iii) to develop systematic fisheries and community-based fisheries groups (15%), (iv) freshwater fishery law is needed for sustainable development (10%) and (v) to support livelihood of the fishers (10%).

Throughout the survey, it was noticed that the several reasons examine destructive to natural resources in this study area such as fishing during spawning season, using illegal fishing gear, using smaller mesh size of fishing net. Most of the fishers also pointed out problems relating to plastics and poison, forest depletion, erosion, which contribute to changes in fish migration, habitat degradation, and moving in people from other area.

SWOT analysis of snakehead fisheries in Yegyi Township

In general, education status in rural communities is lower than the urban communities. Most of the sample fishing households were educated until primary school. When they were growing up, the rural communities only focused on daily consumption. So, most of the people in this community did not encourage education due to their required daily income. They needed to help their parent in jobs and finally they were far away from school. According to the survey result, the education levels of the sample fishers were as follow: (i) monastery education (1%), (ii) primary school (62%), (iii) high school (28%) and (iv) graduated (9%).

As the result of statistical analysis on this study, it was found that opinions of the fishers were varied depending on education level ($p < 0.05$, F-7.16 > Fcrit-2.26 = P-3.8) and education of fishers among villages were not different ($p > 0.5$, F-3.11 < Fcrit-3.87 = P-0.03). Fishers with higher level of education were better in knowledge and skills and could affect to the management issue (Rinda et al., 2015). In addition, during the survey the authors noticed that self-capacity of fishers based on knowledge skill, ability, awareness of individual was better in highly educated fishers. Fishers who had higher education level tended to think systematically, this finding was similar to the report of Rinda et al. (2015).

After analyzing the data from survey result and in-depth interview with the officer from DOF in Yegyi Township, the major strengths, weaknesses, opportunities and threads in the study area are as follows:

(1) **Strengths**

Strict freshwater fishery law: DOF has already strict freshwater fisheries law that set out the terms and conditions.

Various fisheries resources: Abundant freshwater fisheries resources are remaining in the natural water.

Healthy and unpolluted water body: There are still a lot of healthy and unpolluted water bodies in the study area.

(2) **Weaknesses**

Lower education level fishers: Most of the fisher in the study area finished primary school. They had to help parent's job since they were young.

Lower living standard of fishers: Income of the fishers in the study area was insufficient and irregular.

Low value-added fish processing: Fishers in the study area did not make effort into value-added fish processing and sold the fish at landing site.

Over fishing: Due to lower daily income, for daily consumption and high demand in local market, fishers tended to overfished.

Insufficient political regulations regarding fishery sector: The freshwater fisheries law needed to be adjusted according to the realities of fishers' conditions.

Lack of people awareness and participation: Fishers did not obey the law and did not participate in fishery resources sustainable processes.

(3) **Opportunities**

Increasing fish demand: Freshwater fish was needed as one of main consumption commodities for rural people.

Potential for food security and reducing poverty: Fisheries played an important role as part of improving rural livelihood.

Assistance from NGOs: Currently, DOF had many offers from NGOs to promote Myanmar's freshwater fisheries sector such as SEAFDEC, FAO and JICA.

(4) **Threats**

Very high demand: Snakehead fish had higher demands in the market comparing to marine fish because of its flavor and smell. It was important driven force on fishing this species.

Increasing illegal fishing gears: Fishers used small mesh size net and operated prohibited fishing method to catch more fish.

According to the major strengths, weaknesses, opportunities and threads on fishery management in the study area, the strategics for snakehead fisheries are shown in the following Table 2.

Table 2 Strategics for snakehead fisherie*s* in Yegyi Township

SO strategy	**WO strategy**
1. Developing fisheries survey to conserve fisheries resources by collaboration with other international organizations 2. Collecting data of species and status of fisheries resources by government organization at the fishing ground.	1. Organizing a training on value-added fishery product production for local fisher. 2. Assisting fisher through funding from NGOs 3. Investigating about the status of fisher's social economic during closed season
ST Strategy	**WT Strategy**
1. Implementing good policy on the realities of rural fishermen 2. Collecting data on fish species at landing site from commercial fishing boats every year 3. Prohibiting all environmentally destructive fishing gear and practices, such as dynamite, cyanide and debearding	1. Cooperating DOF, boat owners, fishers to reduce overfishing 2. Reducing overfishing by imposing on illegal fishing gears 3. Implementing specific species protect areas and restricted fishing

According to the result, due to the carefully laid down policies and active cooperation among public and private sectors, the fishery sector is steadily developed year by year. In this

place, the people who are participating in policy implementation are important as significant players. Thus, it is important to create a reasonable and enjoyable environment for them. Enjoyable environment can accelerate the velocity of work and to improve the country's economic development within a short time.

The majority of fishing households were living in challenging socio-economic condition. Although they got loan, livelihood modify, and migrating in order to manage their daily living. One of the major constraints for fishing households was insufficient and irregular income. Myanmar has one of the least developed financial systems in the world and so these informal systems will continue to play a crucial role for some time (GIZ, 2013). Although most of these households derived the majority of their income from fishing, many of them had one or more other livelihood activities to support themselves during closed seasons and through the year.

Awareness of declining in snakehead abundance was 76% among survey respondents. They blamed this mostly on large-scale fishers, small mesh sizes, and illegal fishing gear, and seemed aware of the impacts of habitat degradation on snakehead populations. Yet they did not seem so aware of the potential impacts of their own actions, such as fishing for juvenile snakehead fish about to spawn, and using nets that block river channels (Wae et al., 2018). Efforts to raise awareness on the importance and status of the snakehead fishery and how specific regulations can benefit stocks have great potential to improve fishing regulations and spatial closures (Mariana et al., 2014). Fishery associations could also help to raise awareness at the community level. Socioeconomic conditions varied significantly between surveyed townships, which means that not all of these solutions will be equally suitable or effective in all communities.

Conclusion and Recommendation

The result showed that between 2015 and 2019 catch of snakehead fish has reduced due to high demand in the local market. Despite Myanmar government announced seasonal closure during May to July, fishers still operated fishing activities during closed season due to their needs for daily livelihood. According to the result, snakehead fish capture production was decreasing 5% every year. SWOT analysis result showed that Myanmar has a restricted freshwater fishery law but there were weaknesses on implementation due to low awareness and participation in conservation of fishers. This led to raising need for conservation and management for this species. The results indicated that market demand played a key role as influencer on harvesting this fish from nature, government should put their emphasis not only on the control section but also on investigating the market trends for the products. Improvement of fisher's livelihood and sustainable fisheries supported by the international organization are opportunities for Myanmar government to consider the alternative fishery management measure in accordance with the realities of fishers. Awareness of fishers on snakehead fish conservation should be strengthen.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

Authors would like to express our special gratitude and thank to Thailand International Cooperation Agency (TICA) for funding support for this study.

References

Department of Fisheries. 2018. Fishery Statistic 2018.

Food and Agriculture Organization. 2010. Fishery and Aquaculture Country Profile, The Republic of The Union of Myanmar. http://www.fao.org/fishery/facp/MMR/en, 5 January 2021.

GIZ. 2013. GIZ Sustainability Report 2013.

Htoo, H., Marnn, P., Claude, N.J., Wynn, K.S., Kyu, A.A., Al-Masnay, Y.A., Ali, H. 2020. Investigation of fishing gears and species diversity of fishes in Moe Yun Gyi constructed wetland, Bago Region, Myanmar. Science and Academic Publishing 10. doi:10.5923/j.re.20201002.02

International Labor Organization. 2015. Value chain analysis and competitiveness strategy: Freshwater capture fisheries. Pyapon. Myanmar.

Khaing, W.W., Akester, M., Garcia, E.M., Bladon, A., Mohammed, E.Y. 2018. Socioeconomic characteristics of hilsa fishers in the Ayeyarwady Delta, Myanmar: Opportunities and challenges. IIED. London, UK.

Maps, G. 2021. Yegyi Township, Myanmar, 23 March 2021. https://www.google.com/maps/place/Yegyi,+Myanmar+(Burma)/@17.3494071,95.0943088,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x30c083ce8c4127a3:0x2d83947eb5057161!8m2!3d17.3405755!4d95.109336.

Noviyanti, R., Wisudo, S.H., Wiyono, E.S., Baskoro, M.S., Hascaryo, B. 2015. Analysis of self-capacity and education level of fishermen at pasirbaru and cidadap villages, sukabumi regency. Developing Country Studies 5: 177–183.

Shaoyu, H., Lwin, U.T., Swe, U.T., Qiufen, D., Song, Z., Yong, Y. 2014. The Snakehead fish: a success in Myanmar. Aqua Culture Asia Pacific. 10: 4.

Tezzoa, X., Belton, B., Johnstone, G., Callow, M. 2018. Myanmar's fisheries in transition: Current status and opportunities for policy reform. Marine Policy 97: 91–100.

Velez, M., Adlerstein, S., Wondolleck, J. 2014. Fisher's perceptions, facilitating factors and challenges of community-based no-take zones in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. Marine Policy. 45: 171–181. doi.org/10.1016/j.marpol.2013.12.003

The assessment of hatchery and farmed production of tilapia in Khayan Township, Southern Yangon Region, Myanmar

Ei Mon Khaing[a,b], Methee Kaewnern[a,*], Suchart Ingthamjitr[a]

[a] Fisheries Science and Technology (International Program), Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b] Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation, Nay Phi Taw, Myanmar.

*Corresponding author. Email address: ffismtk@ku.ac.th

Abstract

Myanmar has very limited information on hatchery and farmed tilapia in the country. Therefore, base-line information is needed to promote tilapia culture. This study aimed to investigate the current situation of hatchery and tilapia farms in Khayan Township, Southern Yangon Region. Data has collected from a hatchery and 70 fish farms from 7 villages in 2019. Besides, participatory rural appraisal with focus group discussion and in-depth interviews were also conducted. The result showed that there was only one hatchery producing mono-sex tilapia fry. With a seed survival rate of 70%, the hatchery-produced 110,000 fries/week or 5.28 million fries/year for sale directly to farms with the size of 2 cm (TL) and 0.3 g in weight at 0.018 USD/pcs. Meanwhile, the result from the farm survey found that 96% of the sampled farms practiced polyculture and only 4% was a monoculture of tilapia or rohu. The total production of the two culture systems was 5,338 kg/acre/year. The main production from the polyculture with 4,603±3,656 kg/acre/year was much productive than the 735±458 kg/acre/year of the monoculture. Production of monoculture was accounting for only 14% of the total production. According to the results, the average annual income per acre from tilapia was 11% of total income. The income of tilapia, rohu, pangasius, mrigal, pacu, and calta were 909±405, 4,169±1,548, 1,423±475, 1,037±477, 629±410, and 535±358 USD/acre/year, respectively. SWOT analysis result indicated that hatchery farmers faced off serious problems on quantity and quality of broodstock, and less-skilled workers. Meanwhile, fish farmers' constraints were insufficient tilapia seeds, high costs of seed and feed, and poor management skills. Overcoming these limitations is possible when the government has a clear policy to support development of broodstock and mono-sex tilapia fry. However, a pre-requisite might be needed to be developed to have enough good quality fry to support the demand of grow-out farm. To promote tilapia farming, preparing good quality broodstock, training of farmers and workers on tilapia hatchery and farm practice, gradually change consumer perception by promoting tilapia consumption should be conducted.

Keywords: Farm, Hatchery, Khayan Township, Tilapia

Introduction

Tilapia farming is popular worldwide due to many advantages such as ease of breeding, rapid growth rate, the ability to efficiently convert organic and domestic wastes into high-quality protein, and good taste (Fitzsimmons et al., 2011). Moreover, tilapia is one of the most important fish in the many countries in Asian for domestic demand and export. The global aquaculture production of tilapia has been increasing steadily by 9.3 fold over the past 20 years (Belton et al., 2017a).

Tilapia is the main freshwater fish cultured in many countries. However, in Myanmar, tilapia (*Oreochromis niloticus*) contributes only 11% of production, meanwhile the predominant cultured species are rohu (*Labeo rohita*) (Belton et al., 2017b). According to the Department of Fisheries record, government hatcheries produced tilapia seed production 15.70 million fries in 2018–2019 which accounted for 3% of the total multi-species seed production. The current tilapia harvest is around 45,000 metric tons per year. Most of the production is sold on the domestic market due to the high demand of household consumers, restaurants, and barbecue shops (DOF, 2019).

Myanmar government has tried to promote tilapia farmed fish as an alternative species for farmers and has expected these to become more important commodity for domestic consumption. These fish product diversification will help to meet local demand, especially among poorer consumers. In addition, it will improve farm income, rural development and possibility to export, eventually. However, the country has very limited information on hatchery and farmed tilapia operations. Therefore, baseline information is a basic requirement. This is the first study on these issues that aimed to investigate the production of hatchery and farmed tilapia in Myanmar. The study was conducted in Khayan Township, Southern Yangon region, where is one of the main aquaculture fish production, especially tilapia production area of Myanmar. The analysis and synthesis of those gathered information benefit not only farmer who intends to operate tilapia culture business but also crucial for the government to set up suitable strategic planning to promote tilapia culture.

Materials and Methods

Study area

The study area is located in Khayan Township, Southern Yangon region (latitude 16° 54′ 18″ N and longitude 96° 33′ 37″ E). It is one of the main aquaculture pond fishery production regions and most of the tilapia production area of Myanmar (Figure 1). The township is subdivided into 53 villages with a total land area of 636 km^2. The minimum and maximum temperatures vary between 12°C–40.5°C. The normal yearly precipitation is about 3,185.16 mm. The livelihood of people in Khayan Township depends on fishing, fish processing, and agriculture and most of the economic activities in the area are at subsistence level (DOP, 2017).

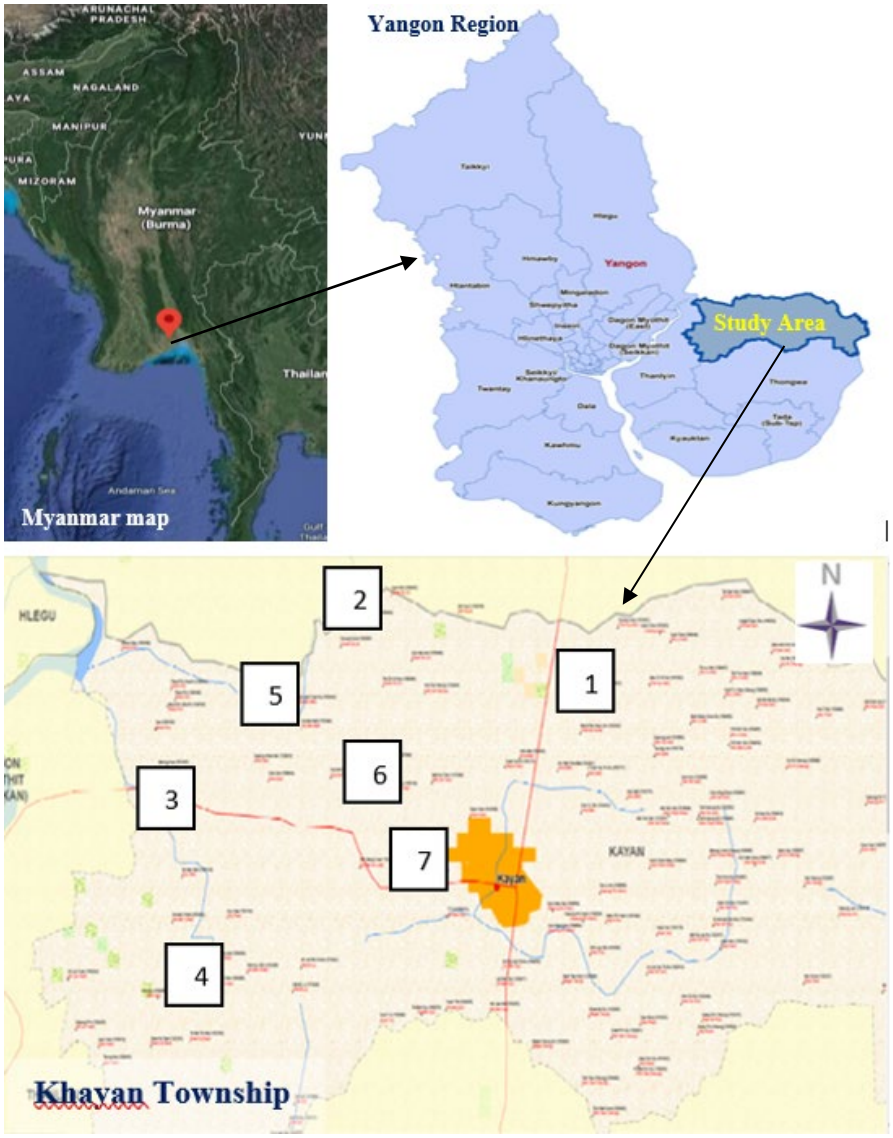


Fig. 1 Location of 1. Thet Kei Kone, 2. Thet Kei Kone, 3. Moung Ma, 4. Oke Hpo, 5. Ka Mar Mat,6. Kyone Kyone Kya,7. Ka Ma Ka Lu villages in Khayan Township, Yangon Region, Myanmar. Source: http://www.themimu.info

Sampling

In Khayan Township, Southern Yangon region, where 8 hatcheries and 270 fish farms were operating. Purposive sampling was applied for hatchery since, among 8 hatcheries, only one hatchery-produced only tilapia seed, and then it was selected as a sample for hatchery studying. Based on the results of preliminary survey, the questionnaires were developed and tested for validity and its compatibility with local situation. The number of farms was identified as the population for farm studying and multistage sampling was used for farms. To select targeted villages, cluster sampling was used, and then the farms were selected randomly. Some samples of the farm (Table 1) were calculated by using the Taro Yamane formula (Equation 1) (Yamane, 1967):

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

n = sample size, N= total number (population) of farms
e = precision level, (5% of error or, 95 confidence coefficient level)

Table 1 Distribution of the number of hatchery and farms in the study area

Village	No. of population		No. of sample	
	Hatchery	Farm	Hatchery	Farm
Thet Kei Kone	1	28	-	8
Kyaw Da Lin	1	27	-	8
Moung Ma	-	19	-	6
Oke Hpo	-	79	-	14
Ka Mar Mat	4	25	1	7
Kyone Kyone Kya	1	72	-	21
Ka Ma Ka Lu	1	20	-	6
Total	8	270	1	70

Data collection

A field survey was conducted during 2019. Data was collected from a hatchery which hatchery-produced tilapia seed and 70 fish farms in 7 villages of Khayan township namely Thet Kei Kone, Kyaw Da Lin, Moung Ma, Oke Hpo, Ka Mar Mat, Kyone Kyone Kya, and Ka Ma Ka Lu (Table 1) by using an interview with the constructed questionnaire. The content of the questionnaire is composed of tilapia hatchery and farm characteristics, production, income, cost, problem, and concerns in the study area. The secondary data obtained from the Department of Fisheries (DOF) of Myanmar. The participatory rural appraisal (PRA) approach with focus group discussion (FGD) and in-depth interview was also conducted involving the representative of hatcheries, culture farms, and DOF officers with a total number of 10 participants to gather information on the situation of seed production and fish farming practice. FGD session was held at farmer's houses where there were spontaneous gatherings and were easily observed.

Data analysis

Descriptive statistics such as mean, frequency and standard deviation were used to analyze data. The ANOVA analysis was also used for statistical analysis to determine the difference in production, income, and cost among the interviewed farms in different villages. SWOT analysis was conducted to investigate strengths, weaknesses, opportunities, and threats of tilapia hatchery and farm practices by using data gathered from PRA, FGD, and questionnaire results.

Results and Discussion

1. Hatchery

The investigation of the situation of tilapia hatchery in Khayan Township, Southern Yangon region was conducted with a hatchery, it was found that the hatchery producing mono-

sex tilapia seed and other fish species seed (Table 2). For tilapia hatchery, farmer prepared their broodstock by imported fry of mixed-sex tilapia *(Oreochromis niloticus, Chitralada strain* with the size of 1.5 cm (TL) and price of 0.07 USD/pcs from Nam Sai Farm, Thailand. After the fry was nursed for about 5 months, the farmer then used it as broodstock in the hatchery. The results found that the farmer used a sex ratio is 1:1 for breeding. With a tilapia seed survival rate of 70%, the hatchery-produced about 110,000 fries/week or 5.28 million fries/year for sale. Tilapia seeds were sold directly to fish farms with the size of 2 cm (TL) and 0.3 g in weight at 0.018 USD/pcs (Table 2). Tilapia mono-sex seed income is more than other fish seed income because mono-sex tilapia seed production is rare in the study area. The result indicated that there were inadequate seed production and seed quality, as well as other hatchery management problems.

Table 2 The fish seed production of hatcheries in the study area

Fish seed	Eggs obtained (millions/crop)	Survival rate (%)	Production (pcs/crop) (million)	Harvest size (cm/pcs)	Price (USD/pcs)	Total income (USD/year)
Tilapia	0.15	70%	0.11	2 cm	0.018	95,040
Rohu	0.5	50%	0.25	3 cm	0.004	24,000
Pangasius	0.3	50%	0.15	3 cm	0.004	14,400
Pacu	0.3	50%	0.15	3 cm	0.004	14,400
Common carp	0.3	50%	0.15	3 cm	0.004	14,400

2. Farms

2.1 Farm characteristic

According to data collection from farms, results show that more than 57% of the farm had fish pond areas ranged from 1 to10 acre. Meanwhile, 24 % of the farm had pond areas less between 10-30 acres and the rest had more than 30 acres. Most fish farmers practiced polyculture by rearing major carps with tilapia. 84.28 % of farm cultured only fish, meanwhile 15.72% of farm cultured fish and livestock in the farm. For daily fish feeding, 55.78 % of farmers used rice bran and peanut meal as feed while 44.22 % used pelleted feed. The feeding rate provided up to 2% to 5% of fish body weight.

Since most fish farms are located beside the irrigation canal, 52.86% of farms obtained water supply directly from an irrigation canal, the rest 27.14% drawn water from a reservoir in the farm, 17.14% from river and stream, and 2.86% used groundwater, respectively (Table 3). However, water resource from the irrigation canal was limited because of poor rainfall during September to April. According to the result, the farmer also concerned about the water quality aspect since there is an opportunity for contamination of chemical agents from agriculture activities. The water quality required regular monitoring because it affects the growth and well-being of fish. Water quality determines to a great extent the success or failure of a fish cultural operation (Das et al., 2015). Thus, these would require to follow by good aquaculture practices (GAP) for fisheries development and consumer safety.

Table 3 Summary of the key characteristics for farmed tilapia production in Khayan Township, Myanmar

Farm characteristics	% (n =70)
Farm area	
10 acres or less	57.14 (n=40)
> 10 -30 acres	24.29 (n=17)
> 30 acres	18.57 (n=13)
Crop	
1 crop per year	90.00 (n=63)
2 crops per year	10.00 (n=7)
Type of culture	
polyculture	97.14 (n=68)
Monoculture	2.96 (n=2)
Farm practice	
fish culture	84.28 (n=59)
fish and livestock culture	15.72 (n=11)
Feed	
pelleted feed	55.72 (n=39)
rice bran and oilcake	44.28 (n=31)
Water supply source	
surface water (river, stream)	17.14 (n=12)
irrigation canal	52.86 (n=37)
reservoir in farm	27.14 (n=19)
ground water	2.86 (n=2)

2.2. Farm production and income

The 96% of farm focused on producing many fish species. Production of Rohu (*Labeo Rohita*) accounted for more than 38% of the total production, meanwhile others production from tilapia (*Oreochromis niloticus*) 14%, pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) 16%, mrigal (*Cirrhinus cirrhosis*) 12%, pacu (*Colossoma macropomum*) 11% and catla (*Catla Catla*) 9%. Only 4% of the studied farm's cultured single species of either tilapia or rohu. The culture period ranged from 6-12 months with a mean weight of 0.48 ± 0.20 kg/pcs. Table 4.

Table 4 Fish harvesting period and weight

Fish Species	Culture Period (month)			Harvest weight (kg)			
	Min	Max	Mode	Min	Max	Mean	SD
Tilapia	6	12	8	0.32	0.56	0.48	0.20
Rohu	8	12	12	1.14	1.63	1.45	0.21
Pangasius	8	12	12	1.30	1.95	1.59	0.32
Pacu	8	12	12	0.97	1.30	1.20	0.12
Mrigal	8	12	12	1.30	1.63	1.39	0.48

The total tilapia production from the farm is 735.07±458.58 kg/acre/cycle. The total return from one acre per one crop cycle is 909.15±405.28 USD/acre/cycle. Meanwhile, the production of rohu, pangasius, mrigal, pacu and calta were 1,950.54±1,048.46, 830.22±579.99, 640.34±733.59, 550.54±855.90, and 450.34±605.51 while the income was 4,169.14±1,548.26, 1,423.24±475.06, 1,037.38±477.65, 628.86±410.39 and 534.98±358.10 USD/acre/year, respectively. The average farm-gate prices of tilapia varied between USD 1.47 and USD 1.79 per kg as shown in Table 5.

Table 5 Farm fish production and income in the study area

Item	Price (USD/kg)	Production (kg/Acre)	Income (USD/Acre)
		Average ± SD	Average ± SD
Tilapia	1.47 – 1.79	735.07 ± 458.58	909.15 ± 405.28
Rohu	1.84 – 2.13	1,950.54 ± 1,048.46	4,169.14 ± 1,548.26
Pangasius	1.62 – 1.86	830.22 ± 579.99	1,423.24 ± 475.06
Mrigal	1.62 – 2.15	640.34 ± 733.59	1,037.38 ± 477.65
Pacu	1.14 – 1.85	550.54 ± 855.90	628.86 ± 410.39
Catla	1.18 – 1.85	450.34 ± 605.51	534.98 ± 358.10
Total fish		**4,602.66 ± 3,656.15**	**6,577.69 ± 1,759.21**

2.3. Tilapia production, income, and cost by the village

Tilapia farms of different 7 villages had different production, income, and cost. The highest average tilapia production (kg/acre) was found in Kywe Da Linn (784.70) followed by Kyone Kyone Kya (630.40), Moung Ma (598.46), Ka Mar Ka Lu (522.32), That Kaw Khone (521.41), Oke Hpo (456.95) and Ka Mar Met village (421.27) (Table 6). There was not a significant difference of tilapia production among villages ($p > 0.05$, F (1,12) = 141.13, p = 5.40). The average tilapia production was higher in Kywe Da Linn and Kyone Kyone Kya villages than in the other five villages, due to high demand from consumers. However, production from Kywe Da Linn and Moung Ma villages are exported to Yangon San Pya fish market, while production from other villages was sold locally.

The income from tilapia was quite low, with an average of 718.72 (527.81-920.49) USD/acre/crop. Results from a one-way ANOVA indicated that there was not significant difference of tilapia income among villages ($p > 0.05$, F (1,12) = 116.99, p =1.52), the highest average income was found in Kywe Da Linn (920.49) followed by Moung Ma (900.16), Kyone Kyone Kya (843.80), Ka Mar Ka Lu (733.92), That Kaw Khone (719.98), Oke Hpo (584.91), and Ka Mar Met (527.82) USD/acre/crop (Table 6).

The average fish culture cost in Kywe Da Linn village was 14,937.77 USD/acre/year, while in Moung Ma, Ka Mar Met, That Kaw Khone, Ka Mar Ka Lu, Kyone Kyone Kya, and Oke Hpo were 13,379.49, 13,208.96, 13,139.80, 12,740.77, 11,199.95 and 8,585.95 USD/acre/year, respectively (Table 6). There was not significant difference in fish culture cost among villages ($p > 0.05$, F (1,12) = 49.89, p = 1.31). The fish culture cost was including the capital cost, operation cost, and maintenance cost. According to the survey results, capital cost for land and pond construction was the main investment for fish farmers. The average cost of Oke Hpo village was lower than that of the other six villages since most of the fish farms in this village had an area under 10 acres.

Table 6 Averaged tilapia production, income and cost

Village	Tilapia production (kg/acre)	Tilapia income (USD/acre)	Fish farm cost (USD/acre/year)
That Kaw Khone (n= 8)	521.41	719.98	13,139.80
Kywe Da Linn (n= 8)	784.70	920.49	14,937.77
Moung Ma (n= 6)	598.46	900.16	13,379.49
Oke Hpo (n= 14)	456.95	584.91	8,585.95
Ka Mar Met (n= 7)	412.27	527.81	13,208.96
Kyone Kyone Kya (n= 21)	630.40	843.80	11,199.95
Ka Mar Ka Lu (n= 6)	522.32	733.92	12,740.77

According to the above results, tilapia production and income in study area were still lower than the estimated numbers reported by Pensupara et al. (2015). Pensupara et al. (2015) studied on the investment potentials for the tilapia production in Myanmar and reported that the total production and income from farm was 6,400 kg/hectare/crop and 8,343.83 USD/hectare/crop when monoculture tilapia farmed was operated.

3. SWOT analysis of tilapia hatchery and farm

According to data gathered from PRA, FGD, and in-depth interviews, SWOT analysis was conducted to investigate strength, weakness, opportunity, and threat on promoting tilapia hatchery and farm in the study area. It was found that the important strengths of promoting tilapia hatchery and farm in the study area are 1) site accessibility due to favorable climatic condition and excellent fertile land available for further advancement of fish seed production and farming and 2) availability of local laborers with low costs. Meanwhile**,** irregular supply of good quantity brooder and fry were main weaknesses. These weaknesses were also found in other Asian countries (El-Sayed, 2019).

There is only one hatchery-produced mono-sex tilapia in the study area. Hatchery owners, therefore, have to imported tilapia seed from Thailand to prepare for broodstock. Other weaknesses were farmer's attitude on cultural practice since they do not want to change from traditional farming practice to use new technology and unavailability of synthetic hormones in the local market for the hatchery. Also, there was fewer skilled-worker and poor extension service due to various constraints such as the insufficient number and knowledge of extension staff, undeveloped rural extension system, and limited budget from the government, the extension services were not well delivered in the study area.

According to the above results, hatchery operators are facing many problems and other studies have generated similar findings (Ahmed et al., 2012; Nasr-Allah et al., 2014). Since hatchery owners had difficulty finding high-quality broodstock, therefore, imported it from Thailand. It resulted in a high price of mono-sex tilapia seed compared to other fish species seed in Myanmar. The study found that tilapia seed quality and quantity studies were fundamentally needed to promote tilapia culture. Good quality seed production is an important factor for sustainable fish production. A similar issue was also reported by Mohan (2007) and Pensupara et al. (2015) that the quality seed is a fundamental pre-requisite for sustainable and successful aquaculture both in small-scale or commercial farming.

The main opportunities to promote tilapia hatchery and farm in the study area were the following 1) increasing demand for fish seed and marketable fish both domestic and international market due to increasing of fish consumption and 2) tilapia culture is being promoted by the government. This was a good opportunity for farmers who were interested in cultural tilapia. The results indicated that an average annual tilapia production was only 14% of the total production meanwhile income per acre from tilapia was 11% of the total income. Fish farmers still pay more interest in traditional rohu fish farming because rohu fish has a high demand from both the domestic and export markets. It is difficult to change consumer perception and behavior.

Also, the cost of main fish feed ingredients like rice bran, broken rice, and groundnut cake has been increasing. The cost of pelleted feed is even more expensive than rice bran and groundnut cake but more benefit for fish growth and good pond water quality maintenance. The land cost has also increased, especially in peri-urban areas due to urbanization. These can be considered as threats for promoting tilapia hatchery and farm. The results were in Table 7.

Table 7 SWOT analysis results of tilapia hatchery and farm in Khayan Township, Southern Yangon, Myanmar

Strengths	% of responses	Weakness	% of responses
Site accessibility is high	90%	Irregular supply of quality brood and fry	90%
Tilapia can be cultivated with other carp fish	70%	Use the same brooder for many years, never restock the new brooder from other sources for hatchery	90%
Laborers with low labor costs are locally available	70%	Not want to change from traditional practice to use new technology	90%
High interest of farmer on for seed production	60%	Unavailability of synthetic hormones in the local market for hatchery	80%
		Fewer skilled-workers	80%
		Infrastructure was late developed and have a limitation on electricity	80%
		Poor extension services	80%
More demand for fish seed	90%	Rohu is ruling consumption	90%
Greater employment opportunities	90%	Implementation of international standards and certification	90%
High demand for the domestic market as well as international market	80%	The increasing cost of fish feed	60%
Good government support	70%	Increasing expense of culture practice	60%
Farmer wants to culture mono-sex tilapia	60%	Increasing land cost	60%

The PRA, FGD, and in-depth interview results showed that there was low productivity of tilapia culture in the study area. This because involved many factors; lack of proper stocking density, feed and feeding regime, farm design, and layout of ponds, knowledge of best management practices (BMPs) regarding feed and fish health management. Similar tilapia culture problems were reported by Eltholth et al. (2015). Another constraint for tilapia production was the competition by the low price of imported fish and the lack of exportation. The main constraints to tilapia exports in Myanmar were due to its inability to compete with other countries in terms of market, packaging, and international standard certification. According to Ahmed et al. (2012) and Eltholth et al. (2015), these constraints affect the success of commercial tilapia farming. Therefore, to promote tilapia culture in this area, focusing on domestic consumption will be the priority.

Conclusion

Tilapia hatchery and farming in Khayan Township of Myanmar are at the early development stage and need to further improve capability. Tilapia was not the main production fish due to limitations of broodstock, knowledge and skill on-farm practices, and consumer perception. Overcoming these limitations is possible when the government has a clear policy to support. Development of broodstock and mono-sex tilapia fry, however, might be a pre-requisite needed to be developed to have enough good quality fry to support the demand of grow-out farm. This improvement should be conducted simultaneously with many other programs. SWOT analysis results revealed that to promote tilapia farming, preparing good quality broodstock, training of farmers and workers on tilapia hatchery and farm practice, gradually change consumer perception by promoting tilapia consumption should be conducted. The sustainable development of mono-sex tilapia culture will further improve the supply of fish for local people, improve the livelihood of fish farmers and ensure future food security in Khayan Township, Southern Yangon region, Myanmar.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgments

Authors would like to thank Thailand International Corporation Agency (TICA) for generously providing full financial support during the study period.

References

Ahmed, N., Young, J.A., Dey., M.M., Muir, J.F. 2012. From production to consumption: A case study of tilapia marketing systems in Bangladesh. Aquaculture international. 20: 51–70.

Belton, B., Filipski, M., Hu, C. 2017a. Aquaculture in Myanmar: Fish Farm Technology, Production Economics and Management.

Belton, B., Hein, A., Htoo, K., Kham, L.S., Phyoe, A.S., Reardon, T. 2017b. The emerging quiet revolution in Myanmar's aquaculture value chain. Aquaculture. 493: 384–394.

Das, P., Khogen, S.S., Mandal, S.C., Bhagabati, S. 2015. Management of Water Quality in Fish Ponds for Maximizing Fish Production.

DOF. 2019. Myanmar Fisheries Statistic.

DOP. 2017. The 2014 Myanmar Population and Housing Census Yangon Region, Southern District Khayan Township Report.

El-Sayed, A.-F.M. 2019. Tilapia Culture. Academic Press.

Eltholth, M., Fornace, K., Grace, D., Rushton, J., Häsler, B. 2015. Characterisation of production, marketing and consumption patterns of farmed tilapia in the Nile Delta of Egypt. Food Policy. 51: 131–143.

Fitzsimmons, K., Martinez-Garcia, R., Gonzalez-Alanis, P. 2011. Why tilapia is becoming the most important food fish on the planet. Better Science, Better Fish, Better Life. 8.

Mohan, C.V. 2007. Seed Quality in Freshwater Fish Production. FAO Fisheries Technical Paper. pp. 499–517.

Nasr-Allah, A.M., Dickson, M.W., Al-Kenawy, D.A.R., Ahmed, M.F.M., El-Naggar, G.O. 2014. Technical characteristics and economic performance of commercial tilapia hatcheries applying different management systems in Egypt. Aquaculture. 426: 222–230.

Pensupara, K., Oob, P.G.K.Y. 2015. Investment Potentials for the Tilapia Production in Myanmar.

Yamane, T. 1967. Statistics: An Introductory Analysis, 2nd ed. Harper and Row. New York, USA.

องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาล *Temnopleurus toreumaticus* (Leske, 1778) ที่พบบริเวณอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี

Stomach content of brown decorated sea urchin, *Temnopleurus toreumaticus* (Leske, 1778) in Pattani Bay, Pattani Province

สอฟียูดีน มะแอ, จิติมา สุวรรณมาลา*, ซุกรี หะยีสาแม

Sofiyudin Maae, Jitima Suwanmala* , Sukree Hajisamae

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปัตตานี 94000

Technology, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail: jitima.s@psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาล *T. toreumaticus* ในอ่าวปัตตานี ทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างเม่นแต่งตัวน้ำตาลจำนวน 144 ตัว แบ่งตัวอย่างออกเป็น 4 ขนาด ได้แก่ ขนาดเล็ก (2.33–3.52 cm.), กลาง (3.53–3.81 cm.), ใหญ่ (3.82–4.01 cm.) และใหญ่มาก (4.02–4.92 cm.) นำมาผ่าตัดกระเพาะอาหารเพื่อศึกษาและประเมินปริมาณอาหาร พบว่าองค์ประกอบหลักของอาหารในกระเพาะอาหาของเม่นแต่งตัวน้ำตาลประกอบด้วย ไส้เดือนทะเล (29.82%) ครัสเตเชียน (24.26%) และ หอยทะเล (23.16%) ดัชนีการเต็มกระเพาะของอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาลทั้ง 4 ขนาด แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่จำนวนชนิดอาหารแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยเม่นแต่งตัวน้ำตาลขนาดเล็กมีจำนวนชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารสูงที่สุด (3.79±1.21) และขนาดใหญ่มากมีจำนวนชนิดอาหารน้อยที่สุด (2.39±1.18) จากการวิเคราะห์ดัชนีการซ้อนทับของอาหารพบว่ามีการทับซ้อนของอาหารระหว่างเม่นแต่งตัวน้ำตาลแต่ละขนาดสูง ข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการทรัพยากรเม่นแต่งตัวน้ำตาลและการประยุกต์ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงเม่นแต่งตัวน้ำตาลในอนาคต

คำสำคัญ: การซ้อนทับของอาหาร, ดัชนีการเต็มกระเพาะ, เม่นทะเลแต่งตัวน้ำตาล, องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะ

Abstract

This study is aimed to analyze stomach content of the brown decorated sea urchin *T. toreumaticus* found in Pattani bay. Altogether, 144 samples of live sea urchins were collected. They were categorized into four groups based on size; small (2.33–3.52 cm.), medium (3.53–3.81 cm.), large (3.82–4.01 cm.) and extra-large (4.02–4.92 cm.). The stomachs were cut and the food items contained were counted and identified and the data was statistically analyzed. It was found that polychaete (29.82%) crustacean (24.26%) and mollusc (23.16%) were the main food items found in the stomachs. Fullness index between the four size-classes of sea urchin were not significant difference ($p > 0.05$), but the numbers of food item were significant difference ($p < 0.001$). The highest number of food item was found in the small size class and the lowest was in the extra-large size class. Diet overlap between size classes was clearly observed. This scientific information is helpful for the management of sea urchin resources and their application for future sea urchin culture.

Keywords: diet overlap, fullness index, stomach content, *T. toreumaticus*

คำนำ

เม่นทะเล (Sea urchin) เป็นสัตว์น้ำกลุ่มเอคไคโนเดิร์มที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจมีการนำมาใช้บริโภคอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะไข่ของเม่นทะเล Roe หรือ Uni ในภาษาญี่ปุ่น (Kaneniwa and Takagi, 1986) สำหรับประเทศในแถบเอเชีย เมดิเตอร์เรเนียน และซีกโลกตะวันตก เช่น บาร์เบโดส และชิลี ไข่เม่นทะเลนับว่าเป็นอาหารมีราคาแพง เนื่องจากมีรสชาติอร่อยและหาบริโภคยาก (Lawrence et al., 1997) ในบางประเทศของภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกพบว่ามีการนำไข่เม่นทะเลมาใช้ในการรักษาโรคและเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ (Yur'eva et al., 2003) นอกจากนั้นไข่ของเม่นทะเลยังอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพทั้งที่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acids; PUFAs) เบต้าแคโรทีน (beta-carotene) (Dincer and Cakli, 2007) มีสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ polyhydoxylated, naphthoquinone และechinochrome A (Lebedev et al., 2001) เปลือกของเม่นทะเลมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด ได้แก่ polyhydroxylated, naphtoquinone และ spinochromes (Anderson et al., 1969) และหนามของเม่นทะเลมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพกลุ่ม echinochrome A, polyhydroxylated และ napthoquinone (Pena-Cabrera et al., 2002) เป็นต้น เม่นทะเลสามารถกินอาหารได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous) กินซากพืชซากสัตว์ (scavenger) และกินอินทรีย์สารที่ย่อยสลาย (detritus feeder) ด้วยการขูดสาหร่ายหรือหญ้าทะเลที่พบแพร่กระจายอยู่ตามบริเวณพื้นทะเล (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2553) โดยใช้ฟันที่มีลักษณะพิเศษ ที่เรียกว่า Aristotle's lantern ใช้บดเคี้ยวอาหาร มีรายงานว่าเม่นทะเลชนิด *Salmacis sphaeroides* กินอาหารจำพวก ไบรโอซัว สายหร่ายทะเล และเศษซากอินทรีย์สาร (Miskelly, 2002) นอกจากนี้ Nam and Jae (2012) ศึกษาชนิดของสาหร่ายที่พบในแหล่งที่อยู่อาศัยของเม่นทะเลสองชนิด คือ *Anthocidaris crassispina* และ *Hemicentrotus pulcherrimus* บริเวณหาดหินทงยอง ประเทศเกาหลีใต้ โดยพบสาหร่ายทะเลในแหล่งอาศัยของเม่นทะเลจำนวน 35 ชนิด และพบสาหร่ายทะเลและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกระเพาะอาหารของเม่นทะเลชนิด *A. crassispina* จำนวน 17 ชนิด พบชนิดของสาหร่ายทะเลและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกระเพาะอาหารของเม่นทะเลชนิด *H. pulcherrimus* จำนวน 13 ชนิด การศึกษาเม่นทะเลในประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด โดย Putchakarn and Sonchaeng (2004) รายงานว่าในน่านน้ำไทยพบเม่นทะเลทั้งสิ้น 67 ชนิด เม่นแต่งตัวน้ำตาล *T. toreumaticus* เป็นเม่นทะเลที่สามารถพบได้ในอ่าวปัตตานี ซึ่งเป็นอ่าวที่มีความสำคัญทางนิเวศวิทยา การประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแห่งหนึ่งของประเทศ อย่างไรก็ตามไม่พบรายงานการศึกษาทางด้านอาหารและพฤติกรรมการกินอาหารของเม่นทะเลชนิดนี้เลย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาลในอ่าวปัตตานีเพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านการสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางวิชาการ การจัดการทรัพยากรหรือการเพาะเลี้ยงเม่นแต่งตัวน้ำตาลในอนาคต

วิธีการศึกษา

สถานที่เก็บตัวอย่าง

บริเวณที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ บริเวณอ่าวปัตตานี โดยการเก็บตัวอย่างเม่นตัวแต่งน้ำตาลครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้ จุดที่ 1 (a) บริเวณละติจูด 6° 53.652' ลองจิจูด 101° 17.241' เป็นพื้นที่บริเวณด้านหน้า

แนวชายฝั่งของหมู่บ้านแหลมนก โดยลักษณะพื้นที่ทั่วไปเป็นโคลนละเอียดปนทรายในบางจุด และมีการทับถมของซากเปลือกหอย ความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลบริเวณนี้อยู่ที่ 25.05 ส่วนในพัน จุดที่ 2 (b) บริเวณละติจูด 6° 55.037' ลองจิจูด 101° 17.514' เป็นบริเวณที่ค่อนไปทางกลางอ่าว หรือ บริเวณดอนหอย โดยลักษณะพื้นที่ทั่วไปเป็นโคลนปนทรายละเอียด และเป็นบริเวณที่มีการทับถมของซากเปลือกหอยจำนวนมาก และหอยนานาชนิดอาศัยอยู่บริเวณนี้อย่างหนาแน่น บางบริเวณจะมีลักษณะเป็นดอนใต้น้ำ ที่มีหอยอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลบริเวณนี้อยู่ที่ 25.07 ส่วนในพัน จุดที่ 3 (c) บริเวณละติจูด 6° 56.011' ลองจิจูด 101° 16.561' เป็นพื้นที่บริเวณด้านหน้าแนวชายฝั่ง โดยลักษณะพื้นที่ทั่วไปเป็นโคลนปนทรายละเอียด ความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลบริเวณนี้อยู่ที่ 24.81 ส่วนในพัน (Fig. 1)

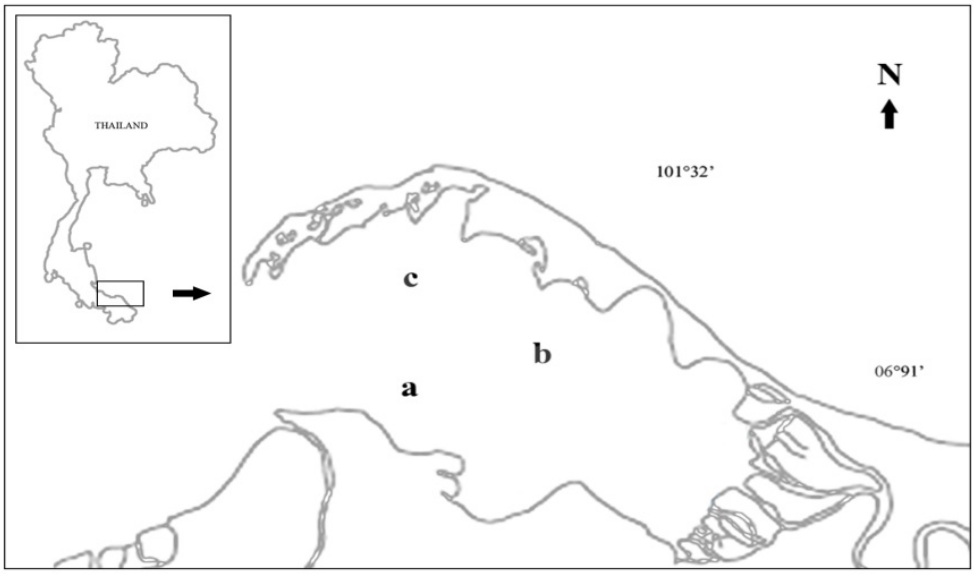


Fig. 1 Sites sampling in Pattani bay, Thailand

วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างแม่นแต่งตัวน้ำตาล *T. toreumaticus* ในอ่าวปัตตานี เดือนละ 2 ครั้ง ระหว่างเดือนเมษายน 2563–กรกฎาคม 2563 จำนวนทั้งหมด 144 ตัว โดยใช้คราดหอยแครงในการเก็บตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างแม่นแต่งตัวน้ำตาลมีชีวิตที่เก็บได้แช่ในน้ำเย็นจัดทันทีเพื่อทำให้แม่นแต่งตัวน้ำตาลตายโดยเร็วที่สุดและหยุดการย่อยอาหาร

2. นำตัวอย่างแม่นแต่งตัวน้ำตาลกลับไปยังห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และบันทึกข้อมูล

3. ผ่าตัดแม่นแต่งตัวน้ำตาลเพื่อแยกเอากระเพาะอาหารออกและนำกระเพาะอาหารของแม่นแต่งตัวน้ำตาลแช่ในสารละลายฟอร์มาลีน 10% เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

4. นำกระเพาะอาหารของแม่นทะเลมาล้างน้ำจืดและแช่ในน้ำจืดเป็นเวลา 1 คืน เพื่อล้างฟอร์มาลีนออก เนื่องจากขณะทำการศึกษาวิเคราะห์ชนิดอาหาร ฟอร์มาลีนอาจจะระเหยเป็นก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อผิวหนังและดวงตาได้

5. นำกระเพาะอาหารของแม่นแต่งตัวน้ำตาลที่ล้างด้วยน้ำจืดแล้วไปเก็บรักษาในสารละลายเอทธิลแอลกอฮอล์ 70% เพื่อรอการผ่าตัดกระเพาะอาหารต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร

นำกระเพาะอาหารของแม่นแต่งตัวน้ำตาล *T. toreumaticus* ที่เก็บรักษาไว้ในสารละลายเอทธิลแอลกอฮอล์ 70% มาผ่าตัดใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเสตอริโอใช้เข็มเขี่ยอาหารออกจากกระเพาะ เพื่อศึกษาจำนวนชนิดและปริมาณของอาหารด้วยวิธีดังนี้

1. การศึกษาชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของแม่นแต่งตัวน้ำตาลแต่งตัวน้ำตาล *T. toreumaticus* โดยการจำแนกชนิดอาหารที่พบในกระเพาะออกเป็นกลุ่ม ๆ

2. การศึกษาปริมาณของอาหารในกระเพาะอาหารของแม่นแต่งตัวน้ำตาล *T. toreumaticus* ประเมินปริมาณอาหารแต่ละกลุ่มที่พบด้วยวิธีการประเมินปริมาตรสัมพัทธ์ของอาหาร (volumetric method หรือ %V) (Hyslop, 1980) บันทึกข้อมูลทั้งหมด

2.1 ดัชนีกระเพาะอาหารว่าง (Vacuity index) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนของกระเพาะอาหารของแม่นแต่งตัวน้ำตาลที่วิเคราะห์แล้วไม่พบอาหารต่อจำนวนกระเพาะที่ศึกษาทั้งหมด คำนวณได้จาก Equation 1

$$V = E\frac{100}{TL} \quad (1)$$

V = ค่าดัชนี vacuity index; E = จำนวนกระเพาะอาหารที่ไม่มีอาหาร; TL = จำนวนกระเพาะอาหารทั้งหมด

2.2 ดัชนีการเต็มกระเพาะอาหาร (Fullness index; FL) หมายถึง ค่าดัชนีการเต็มกระเพาะอาหารของแม่นแต่งตัวน้ำตาล โดยพิจารณาจากปริมาณอาหารทั้งหมดที่พบในกระเพาะ โดยกำหนดพิสัยของตัวเลข ตั้งแต่ 0-8 โดยที่ 0 หมายถึง กระเพาะอาหารที่ไม่มีอาหารอยู่เลย และ 8 หมายถึง การมีอาหารโป่งเต็มกระเพาะ คำนวณได้จาก Equation 2

$$F = \sum_{i=1}^{n}\frac{Fs}{TL} \quad (2)$$

F = ดัชนีการเต็มกระเพาะ; Fs = ค่าความเต็มกระเพาะอาหารแต่ละตัว ; TL = จำนวนกระเพาะอาหารทั้งหมด

2.3 ค่าความกว้างของอาหาร (Diet Breadth) หมายถึง ค่าความกว้างหรือหลากหลายของอาหารที่แม่นแต่งตัวน้ำตาลบริโภคเข้าไป คำนวณโดยใช้สมการ Levin's Standardised index (Krebs, 1989) โดยมีสูตรดัง Equation 3

$$B_i = \left(\frac{1}{n-1}\right)\left(\left(\frac{1}{\sum_{i,j=1}^{n}P_i^2}\right)-1\right) \quad (3)$$

B_i = ดัชนี Levin's Standardised index สำหรับ *"i";* P_{ij} = สัดส่วนของอาหารในกระเพาะแม่นแต่งตัวน้ำตาล *"i"* ที่มีอาหาร "j"*;* n = จำนวนชนิดของอาหารทั้งหมด

2.4 *การซ้อนทับของอาหาร (Diet Overlap)* หมายถึง ค่าที่ระบุถึงการซ้อนทับของอาหารสำหรับตัวอย่างเม่นแต่งตัวน้ำตาลสองกลุ่ม หรือสองขนาดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใดๆ คำนวณโดยใช้สมการของ Morisita Horn index ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง *0-1 (*Horn, 1966 อ้างโดย ซุกรี*,* 2551*)* คำนวณได้จาก Equation 4

$$C_H = \frac{2(\sum P_{ij}P_{ik})}{\sum P_{ij}^2+\sum P_{ik}^2} \quad (4)$$

C_H = Morisita Horn *index* ระหว่างกลุ่มปลา "j" และ "k"; p_{ij} = สัดส่วนของอาหารในกระเพาะเม่นแต่งตัวน้ำตาล *"*i*"* ต่ออาหารทั้งหมดที่บริโภคโดยกลุ่มเม่นแต่งตัวน้ำตาล "j"

p_{ik} = สัดส่วนของอาหารในกระเพาะเม่นแต่งตัวน้ำตาล *"*i*"* ต่ออาหารทั้งหมดที่บริโภคโดยกลุ่มเม่นแต่งตัวน้ำตาล "k"; n = จำนวนชนิดของอาหารทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติ Analysis of variance (ANOVA) ทดสอบว่าขนาดของเม่นแต่งตัวน้ำตาลทั้ง *4* ขนาดมีค่าดัชนีการเต็มกระเพาะของอาหาร (Fullness index) และจำนวนชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาลแตกต่างกันหรือไม่ ทั้งนี้มีการแปลงรูปข้อมูลดิบโดยใช้รากที่สอง (Square Root Transformation, SQRT) ก่อนวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อให้ข้อมูลมีการแพร่กระจายแบบปกติ (normal distribution)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาล *T. toreumaticus* ทั้ง 4 ขนาด ได้แก่ ขนาดเล็ก (2.33–3.52 cm.) จำนวน 38 ตัว, ขนาดกลาง (3.53–3.81 cm.) จำนวน 36 ตัว, ขนาดใหญ่ (3.82–4.01 cm.) จำนวน 34 ตัว และขนาดใหญ่มาก (4.02–4.92 cm.) จำนวน 36 ตัว มีอาหารอยู่ 7 กลุ่มด้วยกัน คือ ไส้เดือนทะเล (29.82%) ครัสเตเชียน (24.26%) หอย (23.16%) ทราย (11.65%) ปลา (4.08%) กลุ่มพืช (3.80%) และฟองน้ำ (3.23%) ตามลำดับ ค่าดัชนีทางอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาลที่พบประกอบด้วย จำนวนชนิดอาหารเฉลี่ยต่อกระเพาะอาหารที่แสดงถึงจำนวนชนิดของอาหารเฉลี่ยที่พบในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาล แต่ละตัวมีค่าเท่ากับ 2.85±1.33 ค่าดัชนีการเต็มกระเพาะ 1.98±0.64 แสดงว่าเม่นแต่งตัวน้ำตาลที่ศึกษามีปริมาณอาหารในกระเพาะอาหารน้อย ค่าดัชนีกระเพาะอาหารว่าง 15.90 แสดงว่าเม่นแต่งตัวน้ำตาล ร้อยละ 15.90 ไม่พบอาหารใดๆ ในกระเพาะอาหารและเม่นแต่งตัวน้ำตาล ร้อยละ 84.1 มีอาหารอยู่ในกระเพาะอาหารขณะกำลังศึกษา ค่าความกว้างของอาหาร 0.59 แสดงว่าเม่นแต่งตัวน้ำตาล กินอาหารที่ไม่หลากหลายมากนัก (Table 1) จากการศึกษาเปรียบเทียบผลของขนาดที่มีต่อการกินอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาล พบว่าค่าดัชนีการเต็มกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาลทั้ง 4 ขนาด แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่จำนวนชนิดอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาล 4 ขนาด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยที่เม่นแต่งตัวน้ำตาล ขนาดเล็กมีจำนวนชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารมากที่สุด (3.79±1.21) และเม่นแต่งตัวน้ำตาล ขนาดใหญ่มากมีจำนวนชนิดอาหารน้อยที่สุด (2.39±1.18) ซึ่งแสดงว่าขนาดของเม่นแต่งตัวน้ำตาลมีผลต่อจำนวนชนิดอาหารที่เม่นแต่งตัวน้ำตาลเลือกกินแม้ว่าเม่นแต่งตัวน้ำตาลทั้งหมดอาศัยอยู่บริเวณเดียวกัน ผลจากการศึกษาพบว่าเม่นแต่งตัวน้ำตาลขนาดเล็กมีทรายเป็นองค์ประกอบในกระเพาะอาหารสูงมาก (19.69%) และสัดส่วนของทรายในกระเพาะอาหารลดลงเมื่อเม่นแต่งตัวน้ำตาลมีขนาดใหญ่ขึ้น

(19.69%, 6.82%, 6.34% และ 4.72%) เม่นแต่งตัวน้ำตาลมีแนวโน้มที่จะเลือกกินครัสเตเชียน (21.56%, 18.42%, 25.82% และ33.07%) และกลุ่มหอย (16.78%, 25.84%, 32.16 % และ 25.53%) ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนั้นผลจากการวิเคราะห์ดัชนีการซ้อนทับของอาหาร พบว่ามีการซ้อนทับของอาหารระหว่างเม่นแต่งตัวน้ำตาลแต่ละขนาดสูงมาก (Table 2) แสดงว่าเม่นแต่งตัวน้ำตาลทุกขนาดที่พบในบริเวณนี้กินอาหารคล้ายคลึงกันมาก เพียงแต่เม่นแต่งตัวน้ำตาลขนาดเล็กแต่ละตัวมีความสามารถในการกินอาหารที่หลากหลายกว่า อย่างไรก็ตามอาหารที่เม่นแต่งตัวน้ำตาลขนาดเล็กเลือกกินเป็นกลุ่มอาหารที่เม่นแต่งตัวน้ำตาลขนาดใหญ่เลือกกินเกือบทั้งหมดเช่นกันโดยพิจารณาจากค่าการซ้อนทับของอาหารในระหว่างเม่นแต่งตัวน้ำตาลแต่ละขนาด

ผลการศึกษาในครั้งนี้นับว่าเป็นรายงานองค์ประกอบชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาลชนิด *T. toreumaticus* เป็นครั้งแรก เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของอาหารที่เม่นทะเลชนิดอื่นกินจะเห็นได้ว่าอาหารส่วนใหญ่ที่พบในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาลชนิดนี้คล้ายคลึงกับอาหารในกระเพาะของเม่นทะเล *Paracentrotus gaimardi* ได้แก่ ไบรโอซัว, ครัสเตเชียน, หอยฝาเดียว, ฟองน้ำ, เศษซากอินทรีย์ และเม็ดทราย(Villaça, 1991) นอกจากนั้น Nam and Jae (2012) รายงานว่าในกระเพาะอาหารของเม่นทะเล *A. crassispina* และ *H. pulcherrimus* พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่มครัสเตเชียนสองชนิด คือ *Caprella mutica* และ *Balanus trigonus* ในขณะที่การศึกษาของ Vaitilingon et al. (2003) พบว่าเม่นทะเล *Tripneustes gratilla* เลือกกินหญ้าทะเล *Syringodium isoetifolium* เป็นอาหารหลัก

Table 1 Values of diet attributes and food composition of different size-classes of *T. toreumaticus*

Size of sea urchin	Small (2.333.52 cm)	Medium (3.53-3.81 cm)	Large (3.82-4.01 cm)	Extra large (4.02-4.92 cm)	Overall (2.33-4.92 cm)
Number of sample	38	36	34	36	144
Total food items	7	7	7	7	7
Number of food items (Mean±SD)	3.79±1.21	2.47±1.21	2.68±1.25	2.39±1.18	2.85±1.33
Fullness index (Mean±SD)	2.16±0.63	1.95±0.68	2.01±0.54	1.81±0.70	1.98±0.64
Vacuity index (VI)	5.41	16.67	19.05	22.50	16.13
Diet breadth (Bi)	0.67	0.51	0.53	0.44	0.59
Food items (%V)					
Fish	5.87	3.23	5.05	0.50	4.08
Crustaceans	21.56	18.42	25.82	33.07	24.26
Mollusc	16.78	25.84	32.16	25.53	23.16
Plant	4.16	6.94	2.00	2.01	3.80
Sand	19.69	6.82	6.34	4.72	11.56
Polychaete	28.31	36.72	24.88	31.16	29.82
Sponge	3.64	2.03	3.76	3.02	3.23

Table 2 Value of diet overlap of different size-classes of *T. toreumaticus* in Pattani bay

	Diet overlap			
Size	Small (2.33-3.52 cm.)	Medium (3.53-3.81 cm.)	Large (3.82-4.01 cm.)	Extra large (4.02-4.92 cm.)
Small	-	-	-	-
Medium	0.92	-	-	-
Large	0.90	0.95	-	-
Extra large	0.90	0.95	0.97	-

สรุป

อาหารที่พบในกระเพาะอาหารของเม่นแต่งตัวน้ำตาล *T. toreumaticus* ในอ่าวปัตตานี มีองค์ประกอบหลักได้แก่ ไส้เดือนทะเล (29.82%) ครัสเตเชียน (24.26%) และหอยทะเล (23.16%) ขนาดของเม่นแต่งตัวน้ำตาลไม่มีผลต่อค่าดัชนีการเต็มกระเพาะอาหาร ($p > 0.05$) แต่ส่งผลต่อจำนวนชนิดอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร ($p < 0.001$) โดยที่เม่นแต่งตัวน้ำตาลขนาดเล็กมีจำนวนชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารสูงที่สุด และมีการซ้อนทับของอาหารระหว่างเม่นแต่งตัวน้ำตาลทั้งสี่ขนาดสูงมาก ข้อมูลนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรเม่นทะเลและการประยุกต์ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงเม่นทะเลในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำ ขอบคุณชาวประมงหมู่บ้านแหลมนก จังหวัดปัตตานีที่คอยช่วยเหลือเรื่องการเก็บตัวอย่าง ขอบคุณสาขาวิชาวิทยาการเกษตรและประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ขอบคุณทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ขอบคุณโครงการวิจัยนิเวศวิทยา ความหลากหลาย และความชุกชุมของสัตว์พื้นทะเลกลุ่มเอคไคโนเดิร์มในอ่าวปัตตานี และขอบคุณโครงการวิจัยการใช้ฐานทรัพยากรชีวภาพของอ่าวปัตตานีสู่การใช้ประโยชน์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ที่สนับสนุนทำให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ซุกรี หะยีสาแม. 2551. นิเวศวิทยาของปลา: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้. โรงพิมพ์มิตรภาพ, ปัตตานี.

Anderson, A.H., Mathieson, J.W., Thomson, R.H. 1969. Distribution of spinochrome pigments in echinoids. Comp. Biochem. Physiol. 28: 333–345.

Dincer, T., Cakli, S. 2007. Chemical composition and biometrical measurements of the Turkish sea urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck, 1816). Crc. Cr. Rev. Food Sci. 47: 21–26.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411–429.

Kaneniwa, M., Takagi, T. 1986. Fatty acids in the lipid of food products from sea urchin. B. Jpn. Soc. Sci. Fish. 52: 1681–1685.

Krebs, C.J. 1989. Ecology Methodology. Happer & Row. New York, USA, pp. 428–269.

Lawrence, J.M., Olave, S., Otaiza, R., Lawrence, A.L., Bustos, E. 1997. Enhancement of gonad production in the sea urchin *Loxechinus albus* in Chile fed extruded feeds. J. World Aquacult Soc. 28: 91–96.

Lebedev, A.V., Levitskaya, E.L., Tikhonova, E.V., Ivanova, M. V. 2001. Antioxidant properties, autoxidation and mutagenic activity of echinochrome A compared with its etherified derivative. Biochemistry 66: 885–893.

Miskelly, A. 2002. Sea Urchins of and Indo-Pacific, Capricornica Publications. Sydney, Australia.

Nam, G.K., Jae, G.J. 2012. Stomach Contents of the sea urchins, *Anthocidaris crassispina* and *Hemicentrotus pulcherrimus* and characterization of the marine algal community along the Tongyeong coast of Korea. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 45: 686–693.

Pena-Cabrera, E., Liebeskind, L.S. 2002. Squaric acid ester-based total synthesis of Echinochrome A. J. Org. Chem. 67: 1689–1691.

Putchakarn, S., Sonchaeng, P. 2004. Fauna of Thailand: history and inventory reviews. ScienceAsia 30: 417–428.

Service, M., Wardlaw, A.C. 1984. Echinochrome-A as a bactericidal substance in the coelomic fluid of Echinus esculentus. Comp. Biochem. Physiol. 79: 161–165.

Villaça, R. 1991. Feeding Ecology of the Sea Urchin *Paracentrotus gaimardii* Blainville (Echinoidea) at Cabo Frio Region (Brazil). Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense. doi: 10.13140/RG.2.2.21357.03041

Vaıtilingon, D., Rasolofonirina, R., Jangoux, M. 2003. Feeding preferences, seasonal gut repletion indices, and diel feeding patterns of the sea urchin *Tripneustes gratilla* (Echinodermata: Echinoidea) on a coastal habitat off Toliara (Madagascar). Mar. Biol. 143: 451–458.

Yur'eva, M.I., Lisakovskaya, O.V., Akulin, V.N., Kropotov, A.V. 2003. Gonads of sea urchins as the source of medication stimulating sexual behavior. Russ. J. Mar. Biol. 29: 189–193.

การศึกษาเบื้องต้นเพื่อการเพาะพันธุ์ปลาพลวงชมพู

Preliminary study for the propagation of khela mahseer, *Tor douronensis* (Valenciennes, 1842)

ฮานาน หะยีมะดีเย๊าะ[a]*, ธำรงค์ อมรสกุล[a], Yutaka Takeuchi[b], Rossita Shapawi[c], ศราวุธ เจะโส๊ะ[d]

Hanan Hayimadeeyoh[a]*, Thumronk Amornsakun[a], Yutaka Takeuchi[b], Rossita Shapawi[c], Sarawuth Chesoh[d]

[a]Department of Technology and Industries, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand.

[b]Noto Marine Laboratory, Division of Marine Environmental Studies Institute, Kanazawa University, Ishikawa, Japan

[c]Borneo Marine Research Institute, University Malaysia Sabah, Jalan UMS 88400 Kota Kinabalu Sabah, Malaysia

[d]Department of Science, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: hanan22559@gmail.com

บทคัดย่อ

ปลาพลวงชมพู *Tor douronensis* เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งพบได้เฉพาะทางภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย เป็นปลาที่อยู่ในวงศ์ปลาตะเพียน มีลักษณะโดดเด่นที่เกล็ดเป็นสีชมพู การศึกษาเรื่องการเพาะพันธุ์ปลาพลวงชมพูจากแม่พันธุ์ปลาจำนวน 5 ตัว ที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวเฉลี่ย 1,080±130 กรัม และมีความยาวลำตัวทั้งสิ้นเฉลี่ย 43.70±2.20 เซนติเมตร พบว่าแม่ปลาที่สมบูรณ์เพศมีความดกไข่เฉลี่ย 6,974±1,647 ฟอง มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยร้อยละ 4.10±1.51 และมีค่าดัชนีของตับเฉลี่ยร้อยละ 2.59±0.41 หลังจากการฉีดฮอร์โมนเพื่อกระตุ้นแม่พันธุ์ปลาพลวงชมพูที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวเฉลี่ย 940±151.66 กรัม และมีความยาวลำตัวทั้งสิ้นเฉลี่ย 43.20±2.25 เซนติเมตร โดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ (BUS) ปริมาณ 30 ไมโครกรัม ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ (DOM) 10 มิลลิกรัม/แม่ปลา 1 กิโลกรัม พบว่าไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อมีอัตราการปฏิสนธิเฉลี่ยร้อยละ 89.56 มีระยะเวลาในการฟักไข่ปลาเฉลี่ยเท่ากับ 90 ชั่วโมง 40 นาที ที่อุณหภูมิของน้ำ 25–27 °C แม่ปลามีอัตราส่วนการขยายของช่องท้องเมื่อสมบูรณ์เพศก่อนฉีดเท่ากับ 6.29±0.53 มิลลิเมตร หลังฉีดฮอร์โมนเท่ากับ 6.46±0.58 มิลลิเมตร และพบว่าแม่ปลาที่พร้อมวางไข่มีอัตราการขยายช่องท้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.70

คำสำคัญ: ความดกไข่, ดัชนีความสมบูรณ์เพศ, ดัชนีตับ, ปลาพลวงชมพู, อัตราการขยายช่องท้อง

Abstract

Tor douronensis is a type of freshwater fish in the family *Cyprinidae* that is the economic fish of Southern-Thailand. They can be found only in the lower Southern of Thailand. The fish has a distinctive appearance by pink scale. Preliminary study for the propagation of *T. douronensis* was studied from 5 female broodstock. The average±standard variation of the broodstock weight and total length were ranged 1,080±130 g. and 43.70±2.17 cm, respectively. The result showed that the fecundity, gonadosomatic index and hepatosomatic index were 6,973±1,646 eggs, 4.10±1.51% and 2.59±0.41%, respectively. Moreover, the average±standard variation of the broodstock weight and total length were ranged 940±151.66g. and 43.20±2.25 cm, respectively. The females stimulated by 30 µg of (BUS) with (DOM) 10 mg/1 kg. It was found that the average fertilization rate of 89.56% and the hatching out was 90 hours 40 minutes at the water temperature of 25–27 ° C. of female fish showed the abdomen width increased from 6.29±0.53 mm to 6.46±0.58 mm or around 4.70% increment.

Keywords: abdomen increment, fecundity, gonadosomatic index, hepatosomatic index, *Tor douronensis*

คำนำ

ปลาพลวงชมพู (*Tor douronensis*) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีชื่อเรียกภาษาถิ่นหรือภาษามลายูว่า “กือเลาะฮ” ซึ่งพบได้เฉพาะทางภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย (Chesoh et al., 2018) ปลาพลวงชมพูเป็นปลาที่อยู่ในวงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มีรูปร่างคล้ายปลาเวียน (*Tor tambroides*) แต่ปลาพลวงชมพูมีลักษณะโดดเด่นที่เกล็ดเป็นสีชมพู และมีขนาดใหญ่ ลำตัวเพรียว รูปร่างทรงกระบอก ลำตัวด้านบนมีสีคล้ำอมน้ำตาลและด้านข้างลำตัวสีเงินเหลือบชมพูหรือทอง ลักษณะหัวค่อนข้างมน ริมฝีปากหนา ปากกว้างเล็กน้อย ใต้คางมีติ่งเนื้อสั้นๆ มีหนวด 2 คู่ อย่างเห็นได้ชัด ลักษณะเด่นคือมีหนวด 1 คู่ ที่ริมฝีปากก่อนถึงมุมปาก หนวดยาวเป็น 2 เท่าของความยาวตา ริมฝีปากล่างมีพูตรงกลางยาว แต่ไม่ถึงมุมปาก (Kottelat, 2013) เป็นปลาที่มีถิ่นอาศัยอยู่ในลำธารหรือบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนสูง น้ำค่อนข้างเย็น บริเวณน้ำตกหรือบริเวณต้นน้ำสายหลัก พบมากโดยเฉพาะในน้ำตกฮาลา-บาลา ภายในอุทยานฮาลา-บาลา จังหวัดยะลา ปลาพลวงชมพูจึงเป็นปลาประจำถิ่นที่มีชื่อเสียงของจังหวัดยะลา (Lal et al., 2013)

ในปัจจุบันปลาพลวงชมพูมีภาวะใกล้สูญพันธุ์ เนื่องจากการสร้างเขื่อนบางลางในอำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ทำให้สูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยจึงมีจำนวนน้อยลง ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดยะลาได้มีการรวบรวมพ่อแม่พันธุ์ปลาจากน้ำตกฮาลา-บาลา นำมาขยายพันธุ์โดยใช้วิธีการผสมเทียมด้วยการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ (BUS) อัตรา 5-8 ไมโครกรัมร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ (DOM) อัตรา 10 มิลลิกรัม/แม่ปลา 1 กิโลกรัม จนกระทั่งสามารถขยายพันธุ์ปลาและนำไปปล่อยพันธุ์ปลาลงในเขื่อนบางลางได้ แต่ก็ยังขยายพันธุ์ได้ปริมาณน้อย เนื่องจากปลาพลวงชมพูเป็นปลาที่อาศัยอยู่ในป่าลึก ตอนต้นแม่น้ำซึ่งเป็นพื้นที่มีความเสี่ยงภัยสูง โดยพื้นที่ดังกล่าวในปัจจุบันเกิดปัญหาความไม่สงบในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ อีกทั้งการลำเลียงมีระยะทางค่อนข้างไกล พ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมจากแหล่งน้ำธรรมชาติมักบอบช้ำ เกล็ดหลุด และตายง่าย จึงมีปัญหาในการขนย้ายปลาพลวงชมพูจากธรรมชาติ เพื่อนำมาขยายพันธุ์เป็นไปได้ค่อนข้างยาก จึงถือว่าข้อมูลทางชีววิทยาสืบพันธุ์เพื่อการขยายพันธุ์ปลาพลวงชมพูยังเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ควรมีการศึกษาเพื่อลดปัญหาการสูญพันธุ์ของปลาพลวงชมพูในอนาคต (Musikarune et al., 2016) หากไม่เร่งรีบศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาวิธีเพาะขยายพันธุ์ปลาพลวงชมพูเพื่อส่งเสริมอาชีพและการอนุรักษ์แล้ว ในอนาคตปลาพลวงชมพูในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้อาจเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ (Chesoh et al., 2018)

เพื่อเป็นข้อมูลและการพัฒนาการขยายพันธุ์เพื่อไม่ให้ปลาชนิดนี้สูญพันธุ์ไปในอนาคต งานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการศึกษาถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์ และมุ่งเน้นถึงลักษณะการสืบพันธุ์ของปลาชนิดนี้ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการขยายพันธุ์ อนุบาลลูกปลาให้มีเพียงพอต่อการบริโภคสำหรับอนาคต และเพื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือสามารถผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมปลาเพื่อการศึกษา

พ่อแม่พันธุ์ปลาพลวงชมพูที่นำมาใช้ในการศึกษาอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 2–3 ปี แม่พันธุ์ปลามีค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวเฉลี่ย 1,080±130 กรัม และมีความยาวลำตัวทั้งสิ้นเฉลี่ย 43.70±2.20

เซนติเมตร และปลาเพศผู้มีค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวเฉลี่ย 870±112 กรัม และมีความยาวลำตัวทั้งสิ้นเฉลี่ย 46.20±3.00 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ที่มีขนาด 50 ตารางเมตร ระบบหมุนเวียนแบบระบบปิด และเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปลอยน้ำที่มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 มื้อ เมื่อพ่อแม่พันธุ์ปลามีความสมบูรณ์เพศจะทำการคัดพ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์เพศ โดยจะทำการตรวจเช็คความสมบูรณ์เพศของแม่ปลาโดยการใช้สายยางสอดเข้าไปในช่องเพศของปลาและดูดไข่ออกมาบางส่วน ไข่ปลาที่นำมาเพาะต้องมีการพัฒนาถึงระยะ Germinal vesicle หลังจากนั้นนำไข่ปลาตรวจดูการเคลื่อนที่ของ Germinal vesicle สำหรับปลาเพศผู้จะทำการคัดเลือกโดยใช้วิธีการรีดน้ำเชื้อออกมา โดยใช้นิ้วมือกดออกมาบริเวณส่วนท้องเหนือช่องเพศเบาๆ จะมีน้ำเชื้อลักษณะสีขาวขุ่นไหลออกมาจากช่องเพศ (Musikarune et al., 2016)

การผสมเทียม

การผสมเทียมใช้วิธีการผสมแบบแห้ง (Dry method) (อุทัยรัตน์, 2538) หลังจากที่ทำการการฉีดฮอร์โมนและปล่อยให้พ่อแม่พันธุ์รัดกันเองตามธรรมชาติ โดยใช้ระยะเวลา 15 ชั่วโมงหลังจากฉีดฮอร์โมน เมื่อปลาเพศเมียพร้อมที่จะวางไข่ จะนำผ้าสะอาดมาเช็ดตัวปลาให้แห้ง หลังจากนั้นจะทำการรีดไข่ลงไปในกะละมังก้นเรียบ ส่วนปลาเพศผู้จะทำการรีดน้ำเชื้อลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ซี.ซี. หลังจากนั้นทำการผสมไข่ปลาและน้ำเชื้อ โดยใช้ขนไก่ที่สะอาดคนให้เข้ากันประมาณ 1 นาที จากนั้นทำความสะอาดโดยเติมน้ำที่สะอาดพอท่วมไข่ และรินน้ำทิ้งทำเช่นนี้ประมาณ 2–3 ครั้ง (Musikarune et al., 2016) จากนั้นทำการโรยไข่ที่ผสมกับน้ำเชื้อแล้วบนตะแกรงฟักไข่ที่เตรียมไว้ ซึ่งตะแกรงฟักไข่มีขนาด 80×120 เซนติเมตร ทำกรอบด้วยท่อพีวีซีขนาด ½ นิ้ว ขนาดตาอวน 16 ช่อง/นิ้ว แขวนตะแกรงฟักเหนือพื้นบ่อประมาณ 0.2 เมตร ภายในบ่อฟักไข่มีการให้อากาศและน้ำหมุนเวียนตลอดเวลาในอัตรา 9 ลิตรต่อนาที

การศึกษาความดกของไข่

ทำการศึกษาความดกของไข่โดยการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) โดยการนำแม่พันธุ์ปลาพลวงชมพูที่มีความสมบูรณ์เพศ นำมาชั่งน้ำหนัก วัดความยาวลำตัว และทำการผ่าท้องเพื่อนำรังไข่มาชั่งน้ำหนักทั้งหมด แล้วทำการสุ่มตัวอย่างไข่ จำนวน 1% ของน้ำหนักไข่ทั้งหมด หลังจากนั้นนำมานับจำนวนแล้วเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งหมด ทำการคำนวณหาค่าความดกของไข่ ซึ่งคำนวณได้จาก Equation 1 (วิทย์, 2521)

$$\text{Fecundity} = \frac{\text{Weight of ovary x Number of egg}}{\text{1\% weight of ovary}} \quad (1)$$

การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศ

ศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศ ซึ่งดัชนีความสมบูรณ์เพศของแม่พันธุ์ปลาที่พร้อมจะผสมพันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นทางชีววิทยา โดยการนำแม่พันธุ์ปลาที่มีความสมบูรณ์เพศ มาชั่งน้ำหนัก วัดความยาวลำตัว และทำการผ่าท้องเพื่อนำรังไข่ออกมาชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Amornsakun et al., 2018)

$$\text{Gonadosomatic index (\%)} = \frac{\text{Weight of ovary}}{\text{Weight of body}} \text{x} 100 \quad (2)$$

การศึกษาค่าดัชนีของตับ

ศึกษาค่าดัชนีของตับโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) นำแม่ปลาพลวงชมพูที่สมบูรณ์เพศ จำนวน 5 ตัว ทำการผ่าท้องปลาและนำตับมาชั่งน้ำหนักทั้งหมด บันทึกผลและนำมาคำนวณหาค่าดัชนีของตับดัง Equation 3

$$\text{Hepatosomatic index (\%)} = \frac{\text{Weight of liver}}{\text{Weight of fish}} \text{x} 100 \quad (3)$$

การศึกษาอัตราส่วนการขยายตัวของช่องท้องของแม่ปลา

นำแม่ปลาที่ไม่สมบูรณ์เพศ (รังไข่อยู่ระยะ Virgin หรือระยะ Maturing virgin) จำนวน 5 ตัว นำมาวัดความยาวลำตัว ความกว้างช่องท้อง ทำการฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการวางไข่ ซึ่งฮอร์โมนที่นิยมนำมาใช้ในการกระตุ้น คือ ฮอร์โมนสังเคราะห์ มีชื่อทางการค้าว่า Suprefact การใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ต้องใช้ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ มีชื่อทางการค้าว่า Domperidone เพื่อช่วยให้ฮอร์โมนที่ฉีดเข้าไปมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Amornsakun et al., 2018) ในการขยายพันธุ์ปลาพลวงชมพูจะใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ (BUS) ปริมาณ 30 ไมโครกรัมร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ (DOM) 10 มิลลิกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม (Musikarune et al., 2016) และทำการตรวจสอบแม่ปลาที่ผ่านการฉีดฮอร์โมนที่สมบูรณ์เพศพร้อมผสมพันธุ์จำนวน 5 ตัว นำมาวัดความยาวลำตัวและความกว้างช่องท้องจดบันทึกข้อมูล หลังจากฉีดกระตุ้นขยายพันธุ์ปลาแล้ว จะนำไปปล่อยลงในบ่อซีเมนต์ที่มีขนาด 2.5×4.0×0.5 ลูกบาศก์เมตร ระดับน้ำลึก 20 เซนติเมตร ระบบน้ำเป็นระบบไหลเวียนตลอดเวลาในปริมาณ 3 ลิตรต่อนาที

ผลการศึกษา

จากการศึกษาปลาพลวงชมพูเพศเมียจำนวน 5 ตัว น้ำหนักลำตัวเฉลี่ย 1,080±130 กรัม ความยาวลำตัวทั้งสิ้นเฉลี่ย 43.70±2.20 เซนติเมตร โดยปลาขนาดเล็กที่สุดน้ำหนัก 900 กรัม ความยาวลำตัวทั้งสิ้น 41 เซนติเมตร และปลาขนาดใหญ่ที่สุดมีน้ำหนัก 1,200 กรัม ความยาวลำตัวทั้งสิ้น 46 เซนติเมตร พบว่าแม่พันธุ์ปลาพลวงชมพูมีความดกของไข่เฉลี่ย 6,974±1,647 ฟอง มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศร้อยละ 4.10±1.51 มีค่าดัชนีของตับเฉลี่ยร้อยละ 2.59 และมีอัตราส่วนการขยายช่องท้องก่อนฉีดฮอร์โมนเฉลี่ย 6.17 และอัตราส่วนการขยายช่องท้องหลังฉีดฮอร์โมนเฉลี่ย 6.46 ร้อยละการขยายตัวของช่องท้องเท่ากับ 4.70 (Table 1, Table 2)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่ต่อน้ำหนักลำตัวพบว่ามีค่าตามสมการดังนี้ (Fig. 1)

$Y= 10.72x-4599.40$ โดยมีค่า $R^2= 0.72$, n=5

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่ต่อความยาวลำตัวทั้งสิ้นพบว่ามีค่าตาสมการดังนี้ (Fig. 2)

$Y= 663.52x-22022$ โดยมีค่า $R^2= 0.76$, n=5

การผสมเทียม

ในการขยายพันธุ์ปลาพลวงชมพูจะใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ (BUS) ปริมาณ 30 ไมโครกรัมร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ (DOM) 10 มิลลิกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม แม่ปลาวางไข่หลังจากฉีดฮอร์โมนแล้วประมาณ 15 ชั่วโมง พบว่าไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อมีอัตราการปฏิสนธิ (Fertilization rate) เฉลี่ยร้อยละ 89.56 และมีระยะเวลาในการฟักไข่ปลา (Hatching out) เฉลี่ยเท่ากับ 90 ชั่วโมง 40 นาที ที่อุณหภูมิของน้ำ 25–27 °C (Table 3)

Table 1 Total length, body weight, weight of ovary, weight of liver, fecundity, GSI and HSI of *T. douronensis* (n = 5)

No.	Total length (cm.)	Body weight (g.)	Weight of ovary (g.)	Weight of liver (g.)	Fecundity (egg)	GSI (%)	HSI (%)
1	46	1200	62.10	24.20	7891	5.18	2.01
2	42	1000	20.30	31.40	4803	2.03	3.14
3	44	1100	40.20	29.50	7361	3.65	2.68
4	46	1200	71.10	30.10	8951	5.92	2.50
5	41	900	33.30	23.80	5863	3.70	2.64
Mean	43.70	1080	45.40	27.80	6974	4.09	2.59
SD	2.20	130	20.87	3.54	1647	1.51	0.41

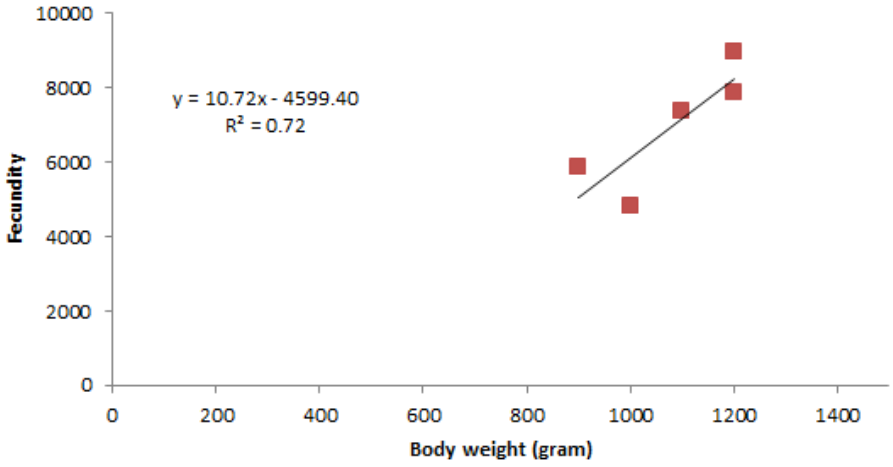


Fig. 1 Relationship between fecundity and body weight of *Tor douronensis*

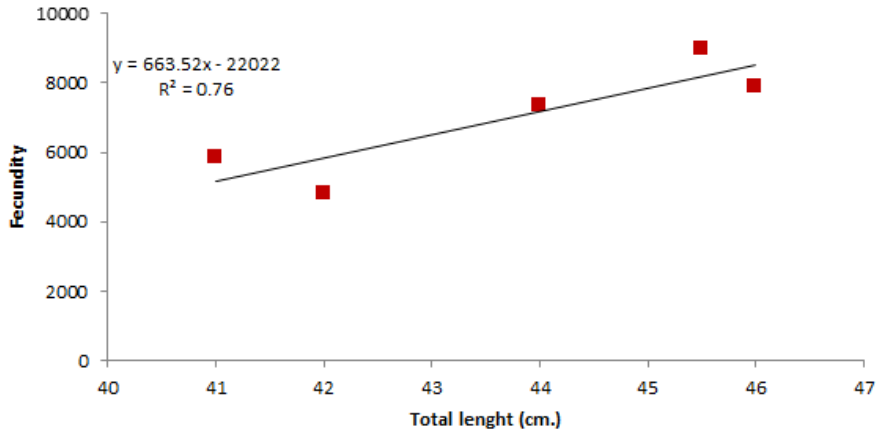


Fig. 2 Relationship between fecundity and total length of *Tor douronensis*

Table 2 Ratio abdomen increasing of maturity female fish (n = 5)

No. of fish	Abdomen increasing before injection	Abdomen increasing after injection
1	5.95	6.10
2	6.05	6.15
3	7.20	7.45
4	6.30	6.50
5	5.95	6.10
Mean	6.17	6.46
SD	0.53	0.58
Percentage	4.70	

Table 3 Fertilization rate of *T. douronensis* (n=300)

Repeat	No. of eggs unfertilized	No. of eggs fertilized	Fertilization (%)
1	28	272	90.67
2	19	281	93.67
3	47	253	84.33
Mean	31.33	268.67	89.56
SD	14.29	14.29	4.77

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

แม่พันธุ์ปลาพลวงชมพูมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 1,080 กรัม และมีความยาวลำตัวทั้งสิ้นเฉลี่ย 43.70 เซนติเมตร มีความดกของไข่เฉลี่ย 6,974 ฟอง น้อยกว่าปลาตะเพียนทองที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 65.70 กรัม ขนาดความยาวเฉลี่ย 16.70 เซนติเมตร มีความดกไข่เฉลี่ย 11,163 ฟอง (ณิชารินทร์ และชไมพร, 2557) พบว่าไข่ของปลาพลวงชมพูเป็นไข่ประเภทไข่จมไม่ติดกับวัตถุ (Demersal egg) ลักษณะรูปร่างเป็นรูปกลมสีใส ปลาพลวงชมพูเป็นปลาที่มีความดกไข่น้อยกว่า 10,000 ฟอง ซึ่งจัดเป็นปลาชนิดที่มีพฤติกรรมการดูแลไข่และตัวอ่อน (Amornsakun et al., 2011) ปลาพลวงชมพูมีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเท่ากับร้อยละ 4.10 สูงกว่าปลา *Capoeta damascina* ที่มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศร้อยละ 2.48 (Siami et al., 2017) ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศปลาพลวงชมพูมีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของตัวปลาที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 1,080 กรัม และมีความยาวลำตัวทั้งสิ้นเฉลี่ย 43.70 เซนติเมตร ทั้งนี้เพราะขนาดของรังไข่ของปลาพลวงชมพูไม่แปรผันตามน้ำหนักของตัวปลาและความยาวลำตัวทั้งสิ้นของตัวปลา ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศจึงไม่เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักของตัวปลาและความยาวลำตัวทั้งสิ้นของตัวปลาเพิ่มขึ้น ความสมบูรณ์เพศของปลาพลวงชมพูสามารถตรวจสอบได้ชัดเจนจากลักษณะภายนอก โดยเพศเมียจะมีอวัยวะเพศอูม และมีสีชมพู เพศผู้เมื่อใช้มือแตะเบาๆ บริเวณท้องเหนือช่องเพศจะมีน้ำเชื้อสีขาวขุ่นไหลออกมา การเพาะพันธุ์ปลาพลวงชมพูโดยวิธีฉีดกระตุ้นให้แม่ปลาพลวงชมพูวางไข่จะใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ (BUS) ปริมาณ 30 ไมโครกรัมร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ (DOM) 10 มิลลิกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม ปล่อยให้พ่อแม่พันธุ์รัดกันเองในอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:1 แม่ปลาวางไข่หลังจากฉีดฮอร์โมนแล้วประมาณ 15 ชั่วโมง พบว่าไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อมีอัตราการปฏิสนธิเฉลี่ยร้อยละ 89.56 เมื่อเปรียบเทียบกับปลามูดหน้านอ *Garra fuliginosa* ที่ใช้การฉีดกระตุ้นด้วยฮอร์โมนสังเคราะห์ (BUS) ปริมาณ 20 ไมโครกรัมร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ (DOM) 10 มิลลิกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม มีอัตราการปฏิสนธิเฉลี่ยร้อยละ 46.24 พบว่าปลาพลวงชมพูมีอัตราการปฏิสนธิสูงกว่าปลามูดหน้านอ *G. fuliginosa* จึงถือว่าปลาพลวงชมพูมีความเหมาะสมในอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:1 ที่จะใช้ในการฉีดกระตุ้นการวางไข่ ปลาพลวงชมพูมีระยะเวลาในการฟักไข่เฉลี่ย 90 ชั่วโมง 40 นาที ที่อุณหภูมิของน้ำ 25–27°C ซึ่งใช้ระยะเวลานานกว่าปลามูดหน้านอ *G. fuliginosa* ที่มีระยะเวลาในการฟักไข่เฉลี่ย 28 ชั่วโมง 45 นาที ที่อุณหภูมิของน้ำ 25.5–27.5°C (จรดล และพรโสภิณ, 2549) และปลาเลียหินที่มีระยะเวลาในการฟักไข่เฉลี่ย 15 ชั่วโมง 48 นาที (พรโสภิณ และจรดล, 2549) โดยที่ปลาพลวงชมพูมีอัตราส่วนการขยายช่องท้องก่อนฉีดฮอร์โมนเฉลี่ย 6.17 และหลังจากฉีดฮอร์โมนมีอัตราส่วนการขยายช่องท้องเฉลี่ย 6.46 ร้อยละการขยายตัวของช่องท้องเท่ากับ 4.70 และปลาพลวงชมพูมีค่าดัชนีของตับร้อยละ 2.59 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีของตับปลา *C. damascina* ที่มีค่าดัชนีตับร้อยละ 2.25 มีค่าดัชนีตับสูงสุดในเดือนมีนาคม (Siami et al., 2017) ปลาพลวงชมพูมีค่าความสมบูรณ์เพศสูงสุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม (Musikarune et al., 2016) และโดยทั่วไปมีความสัมพันธ์ผกผันระหว่าง GSI และ HSI ประมาณหนึ่งเดือนก่อนที่ GSI จะถึงจุดสูงสุด HSI จะลดลงเนื่องจากการบริโภคไขมันในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ทุนสนับสนุนบัณฑิตในสังกัดสาขาความเป็นเลิศทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน (Discipline of Excellence, DoE) ที่อนุมัติเงินทุนในการ

ดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสงขลาที่อนุเคราะห์พ่อแม่พันธุ์ปลาพลวงชมพูที่ใช้ในการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ประสาน พรโสภิณ, อุมาภรณ์ จรดล. 2549. การเพาะและอนุบาลปลาเลียหิน. เอกสารวิชาการ. 21: 2–10.

วิทย์ ธารชลานุกิจ. 2521. การเพาะและขยายพันธุ์ปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัฒนา วัตนกุล, อุไรสรรณ วัตนกุล, เจษฎา อิสเหาะ. 2560. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันร่วมกับน้ำนึ่งปลาเป็นส่วนผสมในอาหารปลากะพงขาวเพื่อลดต้นทุนการผลิต. วารสารวิจัยและพัฒนา. 2: 23-55.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2538. การเพาะขยายพันธุ์ปลา, พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. หน้า 26–27.

อุมาภรณ์ จรดล, ประสาน พรโสภิณ. 2549. การเพาะพันธุ์ปลามูดหน้านอ. เอกสารวิชาการ. 29: 7–13.

Amornsakun, T., Sriwatana, W., Promkaew, P. 2011. Some aspects in early life Stage of snake head fish, *Channa striatus* larvae. Songklanakarin J. Sci. Technol. 36: 671–677.

Amornsakun, T., Promkaew, P., Hassan, A.B. 2018. Some aspect in early life stage and female spawner of swamp eel, *Monopterus albus*. Songklanakarin J. Sci. Technol. 40: 1420–1427.

Chesoh, S., Yeesin, P., Musikarun, P., Jindaphan, N., Knoowkheaw, W. 2018. Commercial propagation and culture of *Tor douronensis* prime native fish of Sai Buri River in the Southernmost of Thailand. Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University Pattani Campus, Pattani.

Kottelat, M. 2013. The fishes of the inland waters of Southeast Asia: a catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. Raffles Bulletin of Zoology 27: 1–663.

Kaewrit, N., Kaewsritong, C. 2014. Reproductive biology of some economic fishes in the Tapi river. http://www.4fisheries.go.th, 25 December 2020.

Lal, K., Singh, R., Pandey, A., et al. 2013. Distributional records of *Tor* mahseer from Southern India. J. Appl. Ichthyol. 29: 1086–1090.

Musikarun, P., Jindaphan, N. and Knoowkheaw, W. 2016. Effect of synthetic hormone buserelin acetate on breeding of *Tor douronensis*. Research report. Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Siami, M., Keivany, Y., Farhadian, O. 2017. Reproductive characteristics of Siahmani, *Capoeta damascina* (Family: Cyprinidae) in Beheshtabad River, Tigris basin. Sri Lanka J. Aquat. Sci. 22: 21–27.

Truwan, W., Ruekaewma, P., Leknoy, R. 1999. Reproductive biology of some economic fishes in the Chi River. http://www.4fisheries.go.th, 25 December 2020.

สาขาประมง
Subject: Fisheries

ภาคโปสเตอร์
Poster Presentation

ผลของสารฟอกฆ่าเชื้อในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำพรมมิ

Effect of disinfectants in tissue culture of *Bacopa monnieri*

อานนท์ สิริสุริยกมลชัย[a]*, พรรณิภา โสประดิษฐ์[b]

Anon Sirisuriyakamonchai[a]*, Punnipa Sopradit[b]

[a]กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กรุงเทพฯ 10900

[b]คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร เพชรบุรี 76120

[a]Inland Fisheries Research and Development Division, Department of Fisheries, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi 76120, Thailand.

* Corresponding author. E-mail: anonsiri@gmail.com

บทคัดย่อ

พรมมิ *Bacopa monnieri* เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามและพืชสมุนไพร ที่มีความโดดเด่นด้านสรรพคุณทางยา เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นวิธีการเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์ในระยะเวลาสั้น ให้เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านเภสัชกรรม ซึ่งขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จึงทำการศึกษาเพื่อหาชนิด ความเข้มข้น และระยะเวลาของการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับพรมมิ โดยทดลองนำชิ้นส่วนตาข้างมาฟอกฆ่าเชื้อด้วย 3% PVP-I, 10% NaOCl และ 5% NaOCl ระยะเวลาการฟอกครั้งที่หนึ่ง นาน 15 นาที และครั้งที่สองนาน 10 นาที ทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง การทดลองละ 30 ซ้ำ แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าการฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวภายนอกตาข้างของพรมมิที่เหมาะสม ได้แก่ การฟอกฆ่าเชื้อครั้งแรกด้วย 10% NaOCl นาน 15 นาที และฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่สองด้วย 5% NaOCl นาน 10 นาที มีอัตราการรอดสูงสุด (20%) และพบอัตราการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ (80%) น้อยกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารฟอกฆ่าเชื้อจึงควรมีการศึกษาทดลองในเรื่องอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ชนิดสารฟอกในกลุ่มอื่น ๆ ชนิดของเนื้อเยื่อเริ่มต้น และการพัฒนาของเนื้อเยื่อเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาวิธีการสร้างต้นพันธุ์ปลอดเชื้อให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ต่อไป

คำสำคัญ: การฟอกฆ่าเชื้อ, พรมมิ

Abstract

Brahmi *Bacopa monnieri* are aquarium plants and herbs which are outstanding in medicinal properties. Tissue culture technology is a method for increasing plant numbers in a short period and sufficient for pharmaceuticals. The sterilization process is the first step which is important for plant tissue culture process. This experiment aimed to examine the effects of type, concentration and duration of disinfectants surface sterilization of Brahmi. The experiments were conducted to sterilize the lateral buds with 3% PVP-I, 10% NaOCl and 5% NaOCl, by the first sterilization for 15 minutes and the second sterilization for 10 minutes were conducted 6 treatments (30 replication/treatment) and were cultured on MS (Murashige and Skoog, 1962) medium for 4 weeks. The results showed that the suitable sterilization process for Brahmi was, the first sterilization with 10% NaOCl for 15 minutes and the second sterilization with 5% NaOCl for 10 minutes. It obtained the highest survival rate (20%) and the contamination rate (80%) which were less than the other experiments significantly ($p < 0.05$). Therefore, the further experiments should perform such as other disinfectants agents, types of explants and regeneration of tissues. These data will support the information for developing methods for produce sterile plants to serve sufficient quantities for their further utilization.

Keywords: *Bacopa monnieri*, sterilization

คำนำ

พรมมิ *Bacopa monnieri* เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามที่นิยมนำมาประดับในตู้ปลา รวมทั้งเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา โดยมีสารทุติยภูมิที่สำคัญหลายชนิดและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Russo and Borrelli, 2005) ซึ่งสารทุติยภูมิเหล่านั้นมีคุณสมบัติช่วยในการเรียนรู้และจดจำ เสริมสร้างการทำงานของสมองและระบบประสาท ด้วยสรรพคุณทางยาที่เป็นคุณลักษณะเด่นดังกล่าว ทำให้นักวิทยาศาสตร์เล็งเห็นถึงคุณค่าของพรมมิ จึงได้มีการค้นคว้าและวิจัยสารสกัดต่างๆ จากพรรณไม้น้ำชนิดนี้ ซึ่งการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (tissue culture) เป็นวิธีที่สำคัญที่ช่วยให้การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับชนิดและปริมาณสารทุติยภูมิที่มีอยู่ในพรรณไม้น้ำได้รวดเร็วขึ้น เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชบกถูกนำมาใช้ในการขยายพันธุ์พืชน้ำหรือพรรณไม้น้ำมาเป็นเวลานาน โดยใช้เนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำที่เหมาะสม สะอาดปราศจากเชื้อโรคมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและแสงสว่าง นอกจากการเลือกเนื้อเยื่อเริ่มต้น (explant selection) ที่เหมาะสมแล้ว การฟอกฆ่าเชื้อ (surface sterilization) เป็นสิ่งสำคัญมากอย่างหนึ่งในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งถ้าหากไม่สามารถใช้วิธีการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมแล้ว ก็ไม่สามารถทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำให้ประสบความสำเร็จได้ ดังนั้นการศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยการทดสอบประสิทธิภาพชนิดของสารฟอกฆ่าเชื้อความเข้มข้นของสารฟอกฆ่าเชื้อและระยะเวลาการฟอกที่เหมาะสมต่อสภาพปลอดเชื้อของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรมมิ จะเป็นวิธีการหนึ่งที่พัฒนารูปแบบการเพาะเลี้ยงให้สามารถผลิตต้นพันธุ์พรมมิได้ปริมาณมาก ในระยะเวลาอันสั้น ให้เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อการวิจัยทางเภสัชกรรม และงานวิจัยด้านอื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พรรณไม้น้ำที่ใช้ในการทดลอง

พรมมิ *Bacopa monnieri* จากแปลงปลูกพรรณไม้น้ำของโรงเรือนเพาะชำพรรณไม้น้ำกลุ่มวิจัยและพัฒนาสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำจืด กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง

วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design; CRD) โดยใช้ชนิดของสารฟอกฆ่าเชื้อพรรณไม้น้ำพรมมิ ในอัตราความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 6 ชุดการทดลอง (treatment) การทดลองละ 30 ซ้ำ (replication) โดยชุดควบคุม (control) คือ ฟอกฆ่าเชื้อครั้งแรกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10% นาน 15 นาที แล้วฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่สองด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5% นาน 10 นาที (Table 1) ตามรายงานการวิจัยของสุรียา และคณะ (2545)

Table 1 Treatments of sterilization process for *Bacopa monnieri*

Treatments	First sterilization (15 min.)	Second sterilization (10 min.)
1	3% PVP-I	-
2	10% NaOCl	-
3	5% NaOCl	-
4	3% PVP-I	10% NaOCl
5	3% PVP-I	5% NaOCl
6 (control)	10% NaOCl	5% NaOCl

วิธีการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำพรมมิ

1. นำพรรณไม้น้ำพรมมิล้างทำความสะอาด แล้วนำไปฟอกฆ่าเชื้อตามชุดการทดลองต่าง ๆ ที่มีการเติมสารลดแรงตึงผิวของน้ำ คือ tween-20 จำนวน 1 หยด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกฆ่าเชื้อในโพวิโดนไอโอดีน และโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เมื่อฟอกฆ่าเชื้อในสารแต่ละชนิดให้ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที

2. ใช้มีดที่คมและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ตัดรอยแผลที่สัมผัสกับสารฟอกฆ่าเชื้อ แล้วตัดชิ้นส่วนพรรณไม้น้ำพรมมิให้มีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร โดยมีส่วนข้อจำนวน 1 ข้อ จากนั้นนำมาเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) และนำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ช่วงการให้แสง 12 ชั่วโมงต่อวัน

การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกข้อมูลชิ้นเนื้อเยื่อโดยสังเกตการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ (contamination of microbial) อัตราการตาย (dead tissue) และอัตรารอด (survival rate) ทุกๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ รวมทั้งถ่ายภาพการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window version 16.0

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองนำชิ้นส่วนตาข้างของพรมมิมาทำการฟอกฆ่าเชื้อ โดยใช้ชนิดและปริมาณสารฟอกฆ่าเชื้อต่างกัน 6 ชุดการทดลอง แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหาร MS เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าการฟอกฆ่าเชื้อครั้งแรกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10% นาน 15 นาที แล้วฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5% นาน 10 นาที ซึ่งกำหนดเป็นชุดควบคุม (control) เป็นกระบวนการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับพรมมิ โดยมีอัตรารอด 20.00±7.43% มากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งพบการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ 80.00±7.43% และไม่พบอัตราการตายที่มีผลมาจากการได้รับอันตรายจากสารฟอกฆ่าเชื้อ เช่น เนื้อเยื่อตายซีดจนไม่พัฒนาเป็นต้นใหม่ (Table 2) โดยทุกชุดการทดลองไม่พบอัตราการตายเช่นกัน ส่วนประสิทธิภาพการใช้สารฟอกฆ่าเชื้อ พบว่าการใช้โพวิโดนไอโอดีน 3% เพียงอย่างเดียวในการฟอกไม่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ตั้งแต่สัปดาห์

แรก และอัตราการปนเปื้อนยังเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองจึงมีผลทำให้ไม่พบอัตรารอดในชุดการทดลองนี้ แม้ว่าโพวิโดนไอโอดีน เป็นสารฆ่าเชื้อที่มีส่วนประกอบของไอโอดีน มีประสิทธิภาพดีในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา เชื้อไวรัส และโปรโตซัว แต่ชนิดสารละลายที่มีจำหน่ายในประเทศไทยมีความเข้มข้นของโพวิโดนไอโอดีน 10% ซึ่งเทียบเท่ากับไอโอดีนความเข้มข้น 1% ดังนั้นในการทดลองใช้โพรวิโดนไอโอดีน 3% จึงเท่ากับความเข้มข้นของไอโอดีนเพียง 0.3% เท่านั้น โดยทั่วไปแล้วการฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อพืชนั้นใช้สารละลายไอโอดีน (iodine water) ความเข้มข้น 3% นาน 30 นาที (รังสฤษดิ์, 2540) ซึ่งทั้งความเข้มข้นและระยะเวลาการฟอกฆ่าเชื้อพรมมิในการทดลองนี้มีความเข้มข้นน้อยและใช้เวลาการฟอกที่สั้น ทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพการฟอกที่ลดลงด้วยเช่นกัน รวมถึงประสิทธิภาพการฟอกของสารโพรวิโดนไอโอดีนและโซเดียมไฮโปรคลอไรท์ ที่ความเข้มข้น และระยะเวลาการฟอกต่าง ๆ ในทุกชุดการทดลองมีอัตราการปนเปื้อนสูง (Table 2) และอัตราการรอดต่ำ (Table 3) ซึ่งนอกจากชนิด ความเข้มข้นของสาร และระยะเวลา ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการฟอกแล้ว (บุญยืน, 2547) ชนิดและแหล่งที่มาของพรรณไม้น้ำมีความสำคัญมากเช่นกัน โดยต้นพันธุ์ของพรมมิได้มาจากแปลงดินที่มีปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์สูงมาก นอกจากจุลินทรีย์ที่ติดอยู่ตามพื้นผิวของพรรณไม้ ยังมีจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ตามท่อลำเลียงน้ำและอาหารที่อยู่ภายในลำต้นของพรรณไม้น้ำ ซึ่งระหว่างการทดลองสามารถพบการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรียได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง (Fig. 1) ส่งผลต่อเนื่องให้อัตราการรอดของพรมมิมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จากสัปดาห์แรกจนสิ้นสุดการทดลอง (Table 4) หากเมื่อพิจารณาลักษณะการพัฒนาของเนื้อเยื่อตาข้าง พบว่าเนื้อเยื่อพรมมิที่รอดตายสามารถพัฒนาไปเป็นต้นใหม่ที่สมบูรณ์ แข็งแรง ลักษณะตรงตามสายพันธุ์ (Fig. 2)

อย่างไรก็ตามจากการทดลองจะเห็นได้ว่า พรรณไม้น้ำเป็นพืชที่ทำให้ปลอดเชื้อได้ค่อนข้างยาก และโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) เป็นสารฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพรรณไม้น้ำพรมมิ สอดคล้องกับรายงานการฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อปลายยอดและตาข้างของพรรณไม้น้ำขาไก่ด่าง (*Hygrophila polysperma*) ที่ฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10% นาน 15 นาที และตามด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5% นาน 10 นาที พบว่าเนื้อเยื่อของขาไก่ด่างไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และมีอัตราการรอดของเนื้อเยื่อ 100% (สุรียา และคณะ, 2545) และรายงานการฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อตาข้างของพรรณไม้น้ำดาวน้อย (*Pogostemon helferi*) ที่ฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 4% นาน 15 นาที และครั้งที่ 2 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 2% นาน 10 นาที สามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ถึง 50% และมีอัตราการพัฒนาเป็นต้นใหม่ได้ 80% (ทิพวรรณและคณะ, 2555) รวมถึงการฟอกฆ่าเชื้อผิวของผลหญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) ที่ฟอกฆ่าเชื้อด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 20% นาน 15 นาที มีประสิทธิภาพมากที่สุด (กฤติยา และคณะ, 2557) ดังนั้นการใช้สารฟอกฆ่าเชื้อจึงขึ้นอยู่กับชนิดและชิ้นเนื้อเยื่อของพืช รวมถึงชนิดสารฟอก ความเข้มข้น และระยะเวลาการฟอกฆ่าเชื้อ ที่จะทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพการปลอดเชื้อ

Table 2 Percentage of contamination of microbial, dead tissue and survival rate of *Bacopa monnieri* after 4 weeks of culturing on MS medium

First sterilization (15 min.)	Second sterilization (10 min.)	Contamination of microbial (%)	Dead tissue (%)	Survival rate (%)
3% PVP-I	-	100.00±0.00^{a}	0.00±0.00	0.00±0.00^{b}
10% NaOCl	-	90.00±5.57^{ab}	0.00±0.00	10.00±5.57^{ab}
5% NaOCl	-	96.67±3.33^{a}	0.00±0.00	3.33±3.33^{b}
3% PVP-I	10% NaOCl	86.67±6.31^{ab}	0.00±0.00	13.33±6.31^{ab}
3% PVP-I	5% NaOCl	93.33±4.63^{ab}	0.00±0.00	6.67±4.63^{ab}
10% NaOCl	5% NaOCl	80.00±7.43^{b}	0.00±0.00	20.00±7.43^{a}

Means±SE values in each column followed by different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)

Table 3 Percentage of contamination of microbial of *Bacopa monnieri* was cultured on MS medium for 4 weeks

First sterilization (15 min.)	Second sterilization (10 min.)	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
3% PVP-I	-	36.67±8.95^{a}	96.67±3.33^{a}	96.67±3.33^{a}	100.00±0.00^{a}
10% NaOCl	-	20.00±7.43^{a}	76.67±7.85^{ab}	86.67±6.31^{ab}	90.00±5.57^{ab}
5% NaOCl	-	43.33±9.20^{a}	96.67±3.33^{a}	96.67±3.33^{a}	96.67±3.33^{a}
3% PVP-I	10% NaOCl	26.67±8.21^{a}	83.33±6.92^{ab}	86.67±6.31^{ab}	86.67±6.31^{ab}
3% PVP-I	5% NaOCl	46.67±9.26^{a}	83.33±6.92^{ab}	90.00±5.57^{ab}	93.33±4.63^{ab}
10% NaOCl	5% NaOCl	33.33±8.75^{a}	70.00±8.51^{b}	73.33±8.21^{b}	80.00±7.43^{b}

Means±SE values in each column followed by different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)

Table 4 Percentage of survival rate of *Bacopa monnieri* was cultured on MS medium for 4 weeks

First sterilization (15 min.)	Second sterilization (10 min.)	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
3% PVP-I	-	60.00±9.10^{a}	3.33±3.33^{b}	3.33±3.33^{b}	0.00±0.00^{b}
10% NaOCl	-	80.00±7.43^{a}	23.33±7.85^{ab}	13.33±6.31^{ab}	10.00±5.57^{ab}
5% NaOCl	-	56.67±9.20^{a}	3.33±3.33^{b}	3.33±3.33^{b}	3.33±3.33^{b}
3% PVP-I	10% NaOCl	73.33±8.21^{a}	16.67±6.92^{ab}	13.33±6.31^{ab}	13.33±6.31^{ab}
3% PVP-I	5% NaOCl	53.33±9.26^{a}	16.67±6.92^{ab}	10.00±5.57^{ab}	6.67±4.63^{ab}
10% NaOCl	5% NaOCl	66.67±8.75^{a}	30.00±8.51^{a}	26.67±8.21^{a}	20.00±7.43^{a}

Means±SE values in each column followed by different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$)



Fig. 1 Contamination of microbial that occurs during tissue culture of *Bacopa monnieri*

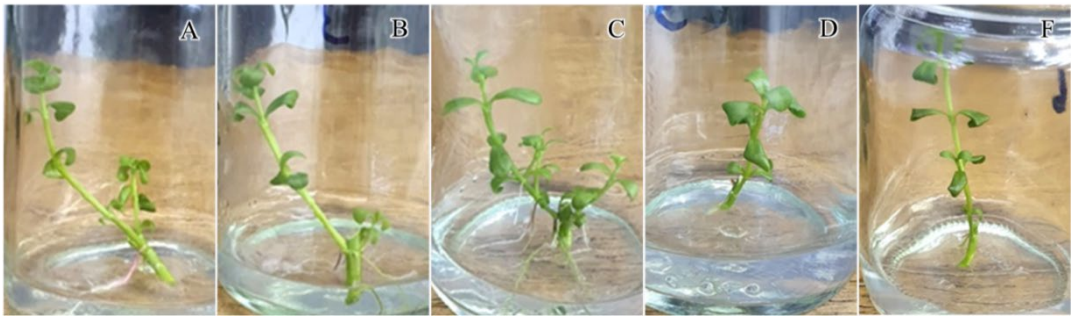


Fig. 2 The development of *Bacopa monnier* tissue after sterilization (A) 10% NaOCl (B) 5% NaOCl (C) 3% PVP-I, 10% NaOCl (D) 3% PVP-I, 5% NaOCl and (E) 10% NaOCl, 5% NaOCl for 4 weeks

สรุป

การฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อเนื้อเยื่อตาข้างของพรรณไม้น้ำพรมมิ คือ การฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10% นาน 15 นาที และฟอกฆ่าเชื้อครั้งที่ 2 ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5% นาน 10 นาที โดยมีอัตราการรอด 20.00±7.43% และพบอัตราการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ 80.00±7.43%

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารฟอกฆ่าเชื้อ จึงควรมีการศึกษาทดลองในเรื่องอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ชนิดสารฟอกกลุ่มอื่นๆ ชนิดของเนื้อเยื่อเริ่มต้น และการพัฒนาของเนื้อเยื่อ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาวิธีการสร้างต้นพันธุ์ปลอดเชื้อให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กฤติยา ธุระนนท์, จันทนา ไพรบูรณ์, ศุภพร เปรมปรีดิ์, ชัชรี แก้วสุรลิขิต. 2557. การฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวของผลหญ้าชะเงาเต่า *Thalassia hemprichii* (Ehrenberg) Ascheron. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 114–121.

ทิพวรรณ มหาวรรณ, ชัชรี แก้วสุรลิขิต, กาญจนรี พงษ์ฉวี. 2555. ผลของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ที่มีต่อการฟอกฆ่าเชื้อดาวน้อย *Pogostemon helferi* Hook f. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 375–383.

บุญยืน กิจวิจารณ์. 2547. เทคโนโลยีเบื้องต้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อการพัฒนาพันธุ์พืช. ภาควิชาชีววิทยา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช: หลักการและเทคนิค. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรียา ตันติวิวัฒน์, มาลี ณ นคร, นันทนิษฎ์ นุ่มนวล. 2547. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขาไก่ด่าง (*Hygrophila polysperma* T. And.) ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 560–567.

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

Russo, A., Borrelli, F. 2005. *Bacopa monniera*, a reputed nootropic plant: an overview. Phytomedicine 12: 305–317.

การกำจัดไนโตรเจนอนินทรีย์และฟอสเฟตจากน้ำทิ้งในการอนุบาลปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ด้วยสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*)

Removal of inorganic nitrogen and phosphate in effluent from sea bass (*Lates calcarifer*) nursery using sea lettuce (*Ulva rigida*)

ยงยศ หรี่คะนอง[a], พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล[a]*, อิสริยา วุฒิสินธุ์[a], ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์[b]

Yongyote Reekanong[a], Phongchate Pichitkul[a]*, Idsariya Wudtisin[a], Prapat Kosawatpat[b]

[a]ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี

[a]Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Phetchaburi Coastal Fisheries Research and Development Center

* Corresponding author. E-mail address: ffispcp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

น้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำมักมีปริมาณสารอาหารสูง หากไม่มีการบำบัดอาจก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ งานวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*) ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการอนุบาลปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ก่อนนำกลับมาหมุนเวียนใช้ในบ่อเลี้ยง ในการทดลองได้ใส่น้ำทิ้งจากการอนุบาลปลากะพงขาวในโหลทดลองโหลละ 10 ลิตร โดยมีจำนวน 5 ชุดทดลอง ในแต่ละชุดทดลองแบ่งออกเป็น 3 ซ้ำ ชุดที่ 1 ไม่ใส่สาหร่าย ชุดที่ 2-5 ใส่สาหร่ายในความหนาแน่น 0.1, 0.5, 1.0 และ 1.5 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสเฟต ก่อนเริ่มและหลังเริ่มการทดลองทุกวันเป็นระยะเวลา 5 วัน เพื่อให้นำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในการอนุบาลปลากะพงขาวได้เร็วที่สุด พบว่า สาหร่ายผักกาดทะเลที่ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีกว่าความหนาแน่น 1.0, 0.5 และ 0.1 กรัมต่อลิตร ที่ 2 วันโดยมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดปริมาณแอมโมเนียรวม มีค่าเท่ากับ 86, 75, 61 และ 29% ตามลำดับ และใน 1 วันมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดลงของปริมาณฟอสเฟต มีค่าเท่ากับ 45, 33, 24 และ 20% ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ของสาหร่ายผักกาดทะเลที่ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลิตร แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) กับสาหร่ายทะเลที่ความหนาแน่น 0.5 กรัมต่อลิตร (0.75 ± 0.08 และ 0.55 ± 0.17 กรัมต่อวัน ตามลำดับ) แต่อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ของสาหร่ายผักกาดทะเลที่ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลิตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับสาหร่ายทะเลที่ความหนาแน่น 1.0 และ 0.1 กรัมต่อลิตร (0.75 ± 0.08, 0.49 ± 0.15 และ 0.27 ± 0.08 กรัมต่อวัน ตามลำดับ)

คำสำคัญ: น้ำทิ้ง, ไนโตรเจนรวม, ฟอสเฟต, ผักกาดทะเล, สาหร่าย

Abstract

Effluents from aquaculture ponds are often loaded with nutrients, requiring proper treatment before releasing them to the environment or recirculating back in the culture system. This study aims at evaluating the nutrient removal efficiency of sea lettuce (*Ulva rigida*) in order to treat the effluent from sea bass nursery. The experimental containers were filled with 10 liters of effluent from a sea bass nursery. There were 5 treatments done in triplicates. Treatment 1 contained no seaweed while treatments 2-5 had seaweeds with densities of 0.1, 0.5, 1.0, and 1.5 g/l, respectively. After the seaweed were added, water quality in each experiment tank was monitored daily for its total ammonia, nitrite, nitrate and phosphate for the total duration of 5 days. We found that the highest seaweed density 1.5 g/l worked better at nutrient removal than 1.0, 0.5, and 0.1 g/l at 2 days with the most efficient treatment based on the percentage decrease of total ammonia at 86, 75, 61, and 29%, respectively and on the first day, it was the most efficient treatment based on the percentage decrease of phosphate at 45, 33, 24, and 20%, respectively. The average daily growth (ADG) of sea lettuce seaweed of 1.5 g/l density did not differ significantly (p>0.05) from 0.5 g/l (0.75 ±0.08 และ 0.55 ±0.17 g/day respectively) but the rate at density of 1.5 g/l were significantly (p<0.05) better than 1.0 and 0.1 g/l (0.75±0.08, 0.49±0.15 and 0.27±0.08 g/day respectively).

Keywords: effluent, phosphate, sea lettuce, seaweed, total nitrogen

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะสัตว์น้ำกร่อย เช่นปลากะพงขาวและปลากะรังดอกแดง เป็นต้น ทำให้การเลี้ยงสัตว์น้ำขยายตัวเพิ่มขึ้น และสิ่งที่ตามมาก็คือการระบายน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จากการสำรวจพบว่าส่วนใหญ่การเพาะเลี้ยงชายฝั่งมีการจัดการน้ำเสียน้อยมาก ในอดีตการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอาจไม่ค่อยประสบปัญหามากนักเนื่องจากแหล่งน้ำธรรมชาติยังอยู่ในสภาพดี แต่ในปัจจุบันสภาพแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลง ซึ่งอาจส่งผลต่อการทำการเพาะเลี้ยงในอนาคต (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีการพัฒนารูปแบบต่างๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตของสัตว์น้ำสูงขึ้น ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงให้ความสำคัญกับปริมาณผลผลิตและผลกำไรสูงสุด จึงทำให้การปล่อยลูกพันธุ์สัตว์น้ำในอัตราที่หนาแน่น แต่สิ่งที่เกิดขึ้นคือการเน่าเสียของอาหารสัตว์น้ำในบ่อ และส่งผลทำให้คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมกับความเป็นอยู่ของสัตว์น้ำก่อให้เกิดก๊าซพิษต่างๆในน้ำ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และซัลไฟด์ เป็นต้น (เจษฎา, 2550)

สาหร่ายทะเลเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาช่วยในการควบคุมและบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้มีคุณภาพดีขึ้น เกรียงไกร (2537) พบว่าสาหร่ายทะเล *Gracilaria fisheri* สามารถบำบัดน้ำโดยช่วยลดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งได้ Schuenhoff et al. (2003) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลากะพง (gilthead sea bream; *Sparus aurata*) โดยใช้สาหร่าย *Ulva lactuca* เป็นตัวกรองชีวภาพ (biofilter) ในระบบกรองสารอินทรีย์สามารถลดปริมาณธาตุอาหารที่ละลายน้ำลงสู่สิ่งแวดล้อมได้ 30 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาในครั้งนี้มีแนวคิดที่จะนำสาหร่ายผักกาดทะเล *Ulva rigida* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่สามารถพบได้ในประเทศไทยทำการทดลองเพื่อหาความหนาแน่นที่เหมาะสมและดีที่สุดในการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสเฟตในน้ำทิ้งจากการอนุบาลปลากะพงขาว

วิธีการทดลอง

การเตรียมการทดลอง

1.การเตรียมตัวอย่างสาหร่าย

คัดเลือกสาหร่ายผักกาดทะเล(*Ulva rigida*)ที่มีความสมบูรณ์ แข็งแรง จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งเพชรบุรี และทำความสะอาดสาหร่ายด้วยการนำสิ่งแปลกปลอมและสิ่งที่เกาะติด เช่น เพรียง หอยขนาดเล็ก และสาหร่ายชนิดอื่นที่ปะปนอยู่ออกไปให้หมด พักสาหร่ายไว้ในน้ำทะเลที่สะอาดความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน เป็นเวลา 7 วันก่อนที่จะนำมาชั่งน้ำหนักก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

2.การเตรียมน้ำ

น้ำทะเลจากบ่อพัก นำมาพักในบ่อคอนกรีตขนาด 5 ตัน นำมาผสมด้วยน้ำจืดปรับให้มีความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนความเข้มข้น 30 ส่วนในล้านส่วน ให้อากาศอย่างแรง 3 วัน เพื่อสลายคลอรีนที่ตกค้างก่อนปิดอากาศเพื่อให้ตกะกอน นำน้ำที่ผ่านการตรวจการตกค้างของคลอรีนและมีคุณภาพน้ำเหมาะสมไปพักเก็บไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

3.การเตรียมลูกปลากะพงขาวและการเตรียมน้ำที่ใช้อนุบาลลูกปลากะพงขาว

ปลาที่ใช้ในการทดลอง คือลูกปลากะพงขาว (*Lates calcalifer*) จากโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งเพชรบุรี ฝึกให้กินอาหารสำเร็จรูปวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ คัดขนาดปลาให้มีขนาดใกล้เคียงกันเฉลี่ย 2.5-3 เซนติเมต และมีสุขภาพแข็งแรง นำลูกปลากะพงขาวที่ได้มาอนุบาลต่อในถัง 500 ลิตร โดยเติมน้ำความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วนปริมาตร 300 ลิตรใช้ความหนาแน่นของลูกปลากะพงขาว 1 ตัวต่อลิตร เลี้ยงระยะเวลา 1 สัปดาห์ให้อาหารวันละ 2 ครั้งทำการดูดตะกอนของเสียก้นถังโดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ

วิธีการทดลองการกำจัดแอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสเฟต

1. วางแผนการทดลอง

   วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design CRD) โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ คือ

   ชุดการทดลอง A ไม่ใส่สาหร่าย (ชุดควบคุม)

   ชุดการทดลอง B ใส่สาหร่าย 0.1 กรัมต่อน้ำจากการอนุบาลลูกปลากะพงขาว 1 ลิตร

   ชุดการทดลอง C ใส่สาหร่าย 0.5 กรัมต่อน้ำจากการอนุบาลลูกปลากะพงขาว 1 ลิตร

   ชุดการทดลอง D ใส่สาหร่าย 1.0 กรัมต่อน้ำจากการอนุบาลลูกปลากะพงขาว 1 ลิตร

   ชุดการทดลอง E ใส่สาหร่าย 1.5 กรัมต่อน้ำจากการอนุบาลลูกปลากะพงขาว 1 ลิตร

2. เตรียมโหลอะคริลิคขนาดความจุ 12 ลิตร จำนวน 15 โหล และจัดเตรียมอุปกรณ์งานทดลอง พร้อมระบบให้อากาศ
3. ใส่น้ำทิ้งจากการอนุบาลลูกปลากะพงขาวปริมาตร 10 ลิตร ในโหลอะคริลิคขนาดความจุ 12 ลิตร ทุกชุดการทดลอง ทำการชั่งน้ำหนักสาหร่ายผักกาดทะเลตามแผนการทดลองข้างต้น พร้อมทั้งให้อากาศ ใช้เวลาในการทดลองรวม 5 วัน และระหว่างการทดลองไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ
4. การวัดคุณภาพน้ำก่อนเริ่มการทดลอง และหลังจากการทดลองการเลี้ยงสาหร่ายในการบำบัดคุณภาพน้ำแล้วทุกวันเป็นระยะเวลา 5 วัน โดยวัดคุณภาพน้ำดังนี้

   4.1 ความเค็มของน้ำ (Salinity) วัดด้วย Refractosalinometer (ยี่ห้อ ATAGO รุ่น S/mill100)

   4.2 ปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia) ใช้วิธี modified indophenol blue (Strickland and Parsons, (1972)

   4.3 ไนไตรท์ (Nitrite)ใช้วิธี Diazotization Method (Strickland and Parsons,(1972)

   4.4 ไนเตรท (Nitrate) ใช้วิธี Brucine Colorimetric Method (Association of Official Analytical chemists, 1980)

   4.5 ฟอสเฟต (Phosphate) ใช้วิธี Ascorbic Acid Method (Strickland and Parsons,(1972)

5. การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

   5.1 ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia, TAN) ไนเตรท (Nitrate, NO_3^-) และฟอสเฟต (Phosphate, PO_4^{3-}) และหลังเมื่อเวลาผ่านไป 5 วัน มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) แล้ว

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประสิทธิภาพการลดไนโตรเจนและฟอสเฟต

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{(Ci - Cf) \times 100}{Ci} \quad (1)$$

หมายเหตุ (Ci) = ความเข้มข้นของธาตุอาหารเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

(Cf) = ความเข้มข้นของธาตุอาหารเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

5.2 เก็บข้อมูลน้ำหนักของสาหร่าย ก่อนและหลังการทดลอง ทุกชุดการทดลองเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (Average Daily Growth) หรือ ADG (กรัมต่อวัน)} = \frac{W_2 - W_1}{t} \quad (2)$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักเมื่อเริ่ม

W_2 = น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)

t = ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate) หรือ SGR คำนวนโดยใช้สูตรการหาอัตราการเจริญเติบโต (Lobban *et al*, 1985)

$$\mu = \frac{100 \ln (N_t/N_0)}{t} \quad (3)$$

เมื่อ μ = อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักคิดเป็นเปอเซ็นต์ของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยเวลาเปรียบเทียบกับน้ำหนักเริ่มต้นเลี้ยง

N_0 = น้ำหนักเมื่อเริ่มเลี้ยง (กรัม)

N_t = น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)

t = เวลาเป็นวัน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

แอมโมเนียรวม ทุกชุดการทดลองปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมลดลงตั้งแต่วันแรกของการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และลดลงต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลอง โดยชุดการทดลองสาหร่ายผักกาดทะเลที่ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลิตร ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันแรกของการทดลอง

ไนเตรท ทุกชุดการทดลองปริมาณไนเตรทไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลา 2 วันแรก แต่พบว่าในวันที่ 3 ชุดการทดลองสาหร่ายผักกาดทะเลที่ความหนาแน่น 0.5 และ 1.0 กรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งโดยทั่วไปสาหร่ายจะดึงไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมาใช้ก่อนไนโตรเจนในรูปอื่น (Fong et al., 1996)

ฟอสเฟต ทุกชุดการทดลองปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตลดลงตั้งแต่วันแรกของการทดลอง และลดลงต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลอง โดยชุดการทดลองสาหร่ายผักกาดทะเลที่ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลิตร ปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันแรกของการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจนและฟอสเฟต (Table 1)

Table 1 Change in concentration of inorganic nitrogen and phosphate in effluent water over the course of 5 days after seaweed addition

Water quality	Treatment	Time (days)				
		Day1	Day2	Day3	Day4	Day5
Total Ammonia (mg/l)	NO seaweed	2.236±0.22^{c}	1.747±0.144^{c}	1.172±0.166^{b}	1.192±0.133^{c}	0.856±0.140^{c}
	seaweed 0.1g/l	1.957±0.275^{c}	1.862±0.414^{c}	1.549±0.113^{b}	0.624±0.08^{b}	0.435±0.080^{b}
	seaweed 0.5g/l	1.832±0.264^{bc}	1.047±0.146^{b}	0.459±0.227^{a}	0.046±0.053^{a}	0.015±0.017^{a}
	seaweed 1.0g/l	1.436±0.229^{ab}	0.696±0.275^{ab}	0.313±0.114^{a}	0.091±0.03^{a}	0.016±0.009^{a}
	seaweed 1.5g/l	1.110±0.348^{a}	0.353±0.088^{a}	0.206±0.078^{a}	0.037±0.033^{a}	0.029±0.029^{a}
Nitrite (mg/l)	NO seaweed	0.838±0.075^{a}	0.773±0.071^{a}	0.775±0.005^{a}	0.822±0.035^{a}	0.817±0.081^{a}
	seaweed 0.1g/l	0.813±0.021^{a}	0.7623±0.044^{a}	0.7832±0.045^{a}	0.799±0.058^{a}	0.804±0.063^{a}
	seaweed 0.5g/l	0.0838±0.071^{a}	0.762±0.034^{a}	0.802±0.047^{a}	0.809±0.039^{a}	0.693±0.129^{a}
	seaweed 1.0g/l	0.801±0.057^{a}	0.784±0.069^{a}	0.839±0.050^{a}	0.807±0.089^{a}	0.829±0.038^{a}
	seaweed 1.5g/l	0.827±0.050^{a}	0.770±0.065^{a}	0.830±0.053^{a}	0.821±0.021^{a}	0.845±0.058^{a}
Nitrate (mg/l)	NO seaweed	1.840±0.089^{c}	1.773±0.095^{c}	1.712±0.104^{b}	1.635±0.184^{c}	1.814±0.161^{c}
	seaweed 0.1g/l	1.860±0.06^{c}	1.786±0.156^{c}	2.026±0.140^{b}	1.948±0.228^{b}	2.156±0.166^{b}
	seaweed 0.5g/l	1.813±0.236^{bc}	1.954±0.045^{b}	2.441±0.301^{a}	2.507±0.354^{a}	2.746±0.284^{a}
	seaweed 1.0g/l	1.853±0.130^{ab}	1.868±0.241^{ab}	2.097±0.322^{a}	2.484±0.252^{a}	2.623±0.386^{a}
	seaweed 1.5g/l	1.873±0.077^{a}	1.803±0.119^{a}	1.888±0.058^{a}	1.894±0.070^{a}	1.774±0.184^{a}
Phosphate (mg/l)	NO seaweed	0.241±0.026^{c}	0.093±0.026^{c}	0.026±0.006^{b}	0.016±0.017^{c}	0.001±0.010^{c}
	seaweed 0.1g/l	0.242±0.009^{c}	0.114±0.052^{c}	0.051±0.026^{b}	0.014±0.014^{b}	0.001±0.002^{b}
	seaweed 0.5g/l	0.231±0.008^{bc}	0.158±0.014^{b}	0.104±0.09^{a}	0.052±0.018^{a}	0.015±0.019^{a}
	seaweed 1.0g/l	0.204±0.019^{ab}	0.159±0.020^{ab}	0.125±0.028^{a}	0.091±0.031^{a}	0.052±0.029^{a}
	seaweed 1.5g/l	0.166±0.016^{a}	0.105±0.022^{a}	0.065±0.025^{a}	0.043±0.035^{a}	0.029±0.029^{a}

Note: Different superscript letters in the same column each parameter of water quality indicate significant difference ($p < 0.05$).

การเปลี่ยนแปลงของสาหร่ายผักกาดทะเลในแต่ละชุดการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลองสาหร่ายผักกาดทะเลในชุดการทดลองทุกความหนาแน่นมีน้ำหนักของสาหร่ายเพิ่มสูงขึ้น และชุดการทดลองที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยดีที่สุดคือ ชุดการทดลองสาหร่ายผักกาดทะเลความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.75±0.08 กรัมต่อวัน รองลงมาคือที่ความหนาแน่น 0.5, 1.0 และ 0.1 กรัมต่อลิตรตามลำดับ (Table 2)

Table 2 The growth average weight, (ADG) and (SGR) of *Ulva rigida*

Growth parameters	Treatment			
	seaweed 0.1 g/l	seaweed 0.5 g/l	seaweed 1.0 g/l	seaweed 1.5 g/l
Weight (before)/g	1.04±0.017^{d}	5.03±0.029^{c}	10.09±0.09^{b}	15.15±0.02^{a}
Weight (after)/g	2.43±0.45^{d}	7.78±0.82^{c}	12.52±0.78^{b}	18.90±0.42^{a}
ADG(g/day)	0.27±0.08^{c}	0.55±0.17^{ab}	0.49±0.15^{bc}	0.75±0.08^{a}
SGR (%)	16.78	8.66	4.28	4.41

Note: Different superscript letters in the same row indicate significant difference ($p < 0.05$).

สรุป

สาหร่ายผักกาดทะเลที่ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีกว่าความหนาแน่น 1.0, 0.5 และ 0.1 กรัมต่อลิตร ใน 1 วันหลังจากที่เติมสาหร่ายในการทดลอง พบว่าการลดลงของปริมาณฟอสเฟตมีค่าเท่ากับ 45, 33, 24 และ 20% ตามลำดับ ในขณะที่หลังจาก 2 วันที่เติมสาหร่ายในการทดลองสามารถลดปริมาณแอมโมเนียรวม มีค่าเท่ากับ 86, 75, 61 และ 29% ตามลำดับ จากการทดลองปริมาณไนเตรทผลค่อนข้างจะคงที่ ถึงแม้ว่าปริมาณแอมโมเนียจะลดลงไปมากแล้วก็ตาม

ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนและฟอสเฟตในชุดควบคุมสามารถลดลงได้ เช่นเดียวกับชุดการทดลองอื่นๆ แต่อาจต้องใช้ระยะเวลาที่มากกว่า โดยดูจากผลของการลดลงของแอมโมเนียรวมเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 5 ชุดการทดลองควบคุมยังพบปริมาณแอมโมเนียรวมสูงกว่าชุดการทดลองที่มีการใส่สาหร่ายอยู่มาก ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าวอาจจะยังมีสิ่งมีชีวิตอื่นปะปนมาเกี่ยวข้อง เช่น แพลงก์ตอน แบคทีเรีย ซึ่งทำหน้าที่เหมือนสาหร่ายแต่เนื่องจากน้ำที่ใช้ทดลองได้ผ่านการกรองมาระดับหนึ่งแล้วจึงมีปริมาณน้อยทำให้ต้องใช้เวลาหลายวันในการลดปริมาณแอมโมเนียรวม นอกจากนั้นยังมียังมีกระบวนการบำบัดแอมโนนียรวม ไนเตรท โดยกระบวนการ Nitrification ก็เป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่สามารถเกิดควบคู่กันไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี ที่ให้การสนับสนุน อุปกรณ์และสถานที่ทำการวิจัย รวมถึงเจ้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือต่างๆในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. คู่มือแนวปฏิบัติการจัดการสิ่งแวดล้อม สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

เกรียงไกร แก้วสุรลิขิต. 2537. การใช้สาหร่าย *Gracilaria fisheri* (Xia & Abbott) ช่วยลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรทและฟอสเฟต ในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจษฎา อิสเหาะ. 2550. อาหารและการให้อาหารสัตว์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, เชียงใหม่.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1980. Brucine Colormetric Method. In: Horwitz, W. (Ed.). Methods of Analysis, 13th ed. Washington, DC., USA, pp. 554–555.

Fong, P., Boyer, K.E., Desmond, J.S., Zedier, J.B. 1996. Salinity stress, nitrogen competition, and facilitation: What control seasonal succession of two opportunistic green macroalgae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 206: 203–221.

Lobban, C.S., Harrison, P.J., Duncan, M.J. 1985. The Physiological Ecology of seaweeds. Cambridge University Press. London, UK..

Schuenhoff, A., Shpigelb, M., Lupatschb, I., Ashkenazib, A., Msuyab, F.E., Neorib, A. 2003. A semi-reciculating, integrated system for the culture of fish and seaweed. Aquaculture 221: 167–181.

Strickland, J.D.H., Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of sea water analysis, 2nd ed. Fisheries Research Board of Canada Bulletin No.167, Ottawa, Canada.

ชนิดและการกระจายของปลาหมึกในอ่าวไทย สำรวจโดยเรือ M.V.SEAFDEC 2 ปี 2561

Species and Distribution of Cephalopod in the Gulf of Thailand Surveyed by M.V. SEAFDEC 2, 2018

นิภา กุลานุจารี[a], สนธยา ผุยน้อย[b], เยาวลักษณ์ มั่นธรรม[b], จรวย สุขแสงจันทร์[b,*]

Nipa Kulanujaree[a], Sonthaya Phuynoi[b], Yaowaluk MonThum[a], Charuay Sukhsangchan[b,*]

[a]ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอ่าวไทยตอนบน สมุทรปราการ 10130

[b]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a]Upper Gulf Fisheries Research and Development Center, Samut Prakan 10130, Thailand.

[b]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ffiscrs@ku.ac.th, charuay44@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดและการกระจายของปลาหมึกในอ่าวไทย ดำเนินรวบรวมปลาหมึกจากเครื่องมือประมงอวนลาก ในเวลากลางวัน ทำการลากครั้งละ 30 นาที โดยเรือ M.V.SEAFDEC 2 ระหว่างวันที่ 17 สิงหาคม ถึง 18 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ทั้งสิ้น 71 สถานีรอบอ่าวไทย ความลึกน้ำทะเลอยู่ระหว่าง 20.8–76.3 เมตร คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน พบปลาหมึกทั้งหมด 4 วงศ์ 11 สกุล 18 ชนิด กระจายอยู่ทั่วอ่าวไทย ได้แก่ 1) วงศ์ Sepiidae พบ 7 ชนิด ได้แก่ *Metasepia tullbergi, Sepia aculeata, Sepia recurvirostra, Sepia pharaonis, Sepia brevimana, Sepia kobiensis,* และ*Sepiella inermis* 2) วงศ์ Sepiolidae พบ 1 ชนิด *Sepiola* sp., 3) วงศ์ Loliginidae พบ 5 ชนิด ได้แก่ *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii, Uroteuthis (Photololigo) chinensis, Uroteuthis (Photololigo)* sp., *Sepioteuthis lessoniana,* และ *Loliolus* sp. และ 4) วงศ์ Octopodidae พบ 5 ชนิด ได้แก่ *Amphioctopus aegina, Amphioctopus rex, Octopus sp., Cistopus indicus* และ *Hapalochlaena maculosa.* โดยหมึกที่พบมากที่สุดคือ หมึกกล้วยชนิด *U. duvaucelii* รองลงมาคือ หมึกกระดองมือชนิด *S. brevimana* และหมึกกล้วยชนิด *U. chinensis* จำนวนทั้งสิ้น 2,353, 517 และ 490 ตัว ตามลำดับ

คำสำคัญ: ชนิดและการกระจาย, ปลาหมึก, อ่าวไทย, M.V.SEAFDEC 2

Abstract

The study on species and distribution of cephalopods in the Gulf of Thailand was collected during 17 August – 18 October 2018 by M.V. SEAFDEC 2. There were trawling operation during the daytime for 30 minutes, 71 sampling stations with depth range between 20.8–76.3 m and the water quality within standard for alive aquatic animals of Thailand. The specimens of cephalopods were collected by trawl net and identified into 4 families 11 genus and 18 species. There were distribution around the Gulf of Thailand such as 1) Family Sepiidae were 7 species such as *Metasepia tullbergi, Sepia aculeata, Sepia recurvirostra, Sepia pharaonis, Sepia brevimana, Sepia kobiensis,* and *Sepiella inermis,* 2) Family Sepiolidae was 1 species such as *Sepiola* sp., 3) Family Loliginidae were 5 species such as *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii, Uroteuthis (Photololigo) chinensis, Uroteuthis (Photololigo)* sp., *Sepioteuthis lessoniana,* and *Loliolus* sp., and 4) Family Octopodidae were 5 species such as *Amphioctopus aegina, Amphioctopus rex, Octopus sp., Cistopus indicus* and *Hapalochlaena maculosa.* The most common species were *U. duvaucelii, S. brevimana* and *U. chinensis* and there were 2353, 517 and 490 specimens, respectively.

Keywords: cephalopods, M.V. SEAFDEC 2, species and distribution, gulf of Thailand

คำนำ

ปลาหมึกเป็นสัตว์น้ำที่มีพบกระจายอยู่ในทะเลเท่านั้น จัดเป็นสัตว์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับหอย เนื่องจากมีเนื้อเยื่อแมนเติล (mantle) แผงฟัน (radula) และเหงือก (gill) (จรัสศรี และคณะ, 2550; จรวย, 2558) ปลาหมึกเป็นสัตว์น้ำที่มีกระจายอยู่ในทะเลตามภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก มีการรายงานว่าปลาหมึกที่ค้นพบและได้รับการตั้งชื่อแล้วมีไม่น้อยกว่า 1,000 ชนิด (Roper et al, 1984) ในประเทศไทยมีรายงานว่ามีปลาหมึกที่พบทั้งฝั่งอ่าวไทย มหาสมุทรแปซิฟิก และฝั่งทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย มีรวมกันไม่น้อยกว่า 115 ชนิด (Nabhitabhata, 2009; Nabhitabhata et al., 2019) แบ่งเป็นเฉพาะที่พบในฝั่งอ่าวไทย 16 ชนิด พบเฉพาะฝั่งอันดามัน 24 ชนิด และพบทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามันอีก 75 ชนิด (จรวย, 2558)

ปลาหมึกเป็นสัตว์น้ำที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งการบริโภคสด หรือการแปรรูปเพื่อให้ได้เมนูอาหารที่หลากหลาย (Boyle and Rodhouse, 2005) นอกจากนี้ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของปลาหมึกยังสามารถนำไปประกอบเป็นอาหารหรือใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย เช่น น้ำหมึก ที่ปัจจุบันนิยมทำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารหลายประเภท หรือโครงร่างแข็งที่เป็นสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต นำมาใช้เป็นส่วนผสมของยาแผนโบราณหรือนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ปลาหมึกจัดเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560 รายงานว่ามีการจับปลาหมึกทั้งหมด จำนวน 98,200 ตัน แบ่งเป็นหมึกกล้วย 68,100 ตัน หมึกกระดอง 14,700 ตัน หมึกหอม 7,600 ตัน และหมึกสาย 7,800 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวม 11,727.2 ล้านบาท แยกเป็นมูลค่าหมึกกล้วย 8,343.1 ล้านบาท มูลค่าหมึกกระดอง 1,631.7 ล้านบาท มูลค่าหมึกหอม 1,122.4 ล้านบาท และมูลค่าหมึกสาย 630 ล้านบาท (กรมประมง, 2562)

จรวย และปภัสวรรณ (2556) ได้รายงานชนิดและการกระจายของปลาหมึกบริเวณอ่าวไทยตอนกลาง ระหว่างวันที่ 14 มีนาคม-12 เมษายน พ.ศ. 2556 โดยเรือ M.V.SEAFDEC โดยใช้เครื่องมือประมง 4 ชนิด ได้แก่ เบ็ดตกด้วยมือ เครื่องตกหมึกอัตโนมัติ ลอบ และคราด สามารถรวบรวมตัวอย่างได้ทั้งหมด 478 ตัว แบ่งเป็น 4 ครอบครัว 7 สกุล 10 ชนิด ได้แก่ หมึกศอก (*Uroteuthis (Photololigo) chinensis)* หมึกหลอด *(Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii)* หมึกกล้วย (*Uroteuthis (Photololigo) singhalensis*) หมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*) หมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*) หมึกกระดองหางแหลม (*Sepia aculeata*) หมึกกระดองก้นไหม้ (*Sepiella inermis*) หมึกสายขาว (*Amphioctopus aegina*) หมึกสาย (*Octopus* sp.)และหมึกการ์ตูน (*Euprymna* sp.) ตัวอย่างปลาหมึกที่พบมากที่สุดคือ หมึกศอก ลองลงมาคือหมึกหลอด และหมึกหอมตามลำดับ

การศึกษาชนิดและการกระจายของหมึกในน่านน้ำไทยนั้นยังมีการศึกษาอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากปัญหาต่างๆ ทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ในปี 2561 ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAFDEC) ได้ดำเนินการสำรวจอ่าวไทยขึ้นโดยเรือ M.V.SEAFDEC 2 ระหว่างวันที่ 17 สิงหาคม ถึง 18 ตุลาคม การสำรวจในครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่อ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดตราด ถึงจังหวัดนราธิวาส ซึ่งนับว่าครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดครั้งหนึ่งเท่าที่เคยทำการสำรวจมา โดยการสำรวจในครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อม คุณภาพน้ำ และสิ่งมีชีวิตทั้งกลุ่มแพลงก์ตอน สัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมี

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและการกระจายของสัตว์น้ำกลุ่มปลาหมึกที่พบในอ่าวไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน่านน้ำไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

รวบรวมตัวอย่างปลาหมึกจากการเครื่องมืออวนลากโดยเรือ M.V.SEAFDEC 2 ระหว่างวันที่ 17 สิงหาคม ถึง 18 ตุลาคม พ.ศ. 2561 จำนวนทั้งสิ้น 73 สถานี (Fig. 1) โดยดำเนินการลากอวนเพื่อเก็บตัวอย่างในเวลากลางวัน ทำการลากครั้งละ 30 นาที มีสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำจำนวน 71 สถานี เก็บข้อมูลสัตว์น้ำแบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 ช่วง เพื่อความสะดวกในการเก็บและดูแลตัวอย่าง ตลอดจนการผลัดเปลี่ยนนักวิทยาศาสตร์ในการเก็บรวบรวมตัวอย่าง ได้แก่ ช่วงที่ 1 ระหว่างวันที่ 17-26 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ดำเนินการสำรวจสถานีที่ 1-13 ช่วงที่ 2 ระหว่างวันที่ 27 สิงหาคม ถึง 7 กันยายน พ.ศ. 2561 ดำเนินการสำรวจสถานีที่ 14-29 ช่วงที่ 3 ระหว่างวันที่ 8-16 กันยายน พ.ศ. 2561 ดำเนินการสำรวจสถานีที่ 30-41 ช่วงที่ 4 ระหว่างวันที่ 17-25 กันยายน พ.ศ. 2561 ดำเนินการสำรวจสถานีที่ 41-49 และช่วงที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 กันยายน ถึง 16 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ดำเนินการสำรวจสถานีที่ 50-73 ทำการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ และความลึกในทุกสถานีที่สำรวจ นำตัวอย่างปลาหมึกที่รวบรวมได้แช่แข็งเพื่อรักษาสภาพในตู้แช่ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และนำกลับมาวิเคราะห์โดยการ ชั่งน้ำหนัก (หน่วยเป็นกรัม) วัดขนาดความยาวลำตัว (หน่วยเป็นเซนติเมตร) และจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธาน โดยอ้างอิงเอกสารของ FAO (Roper et al., 1984; Jereb and Roper, 2010) ณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้มาสรุปการศึกษาจำนวนชนิด การแพร่กระจาย และจำนวนที่พบปลาหมึกในแต่ละสถานี

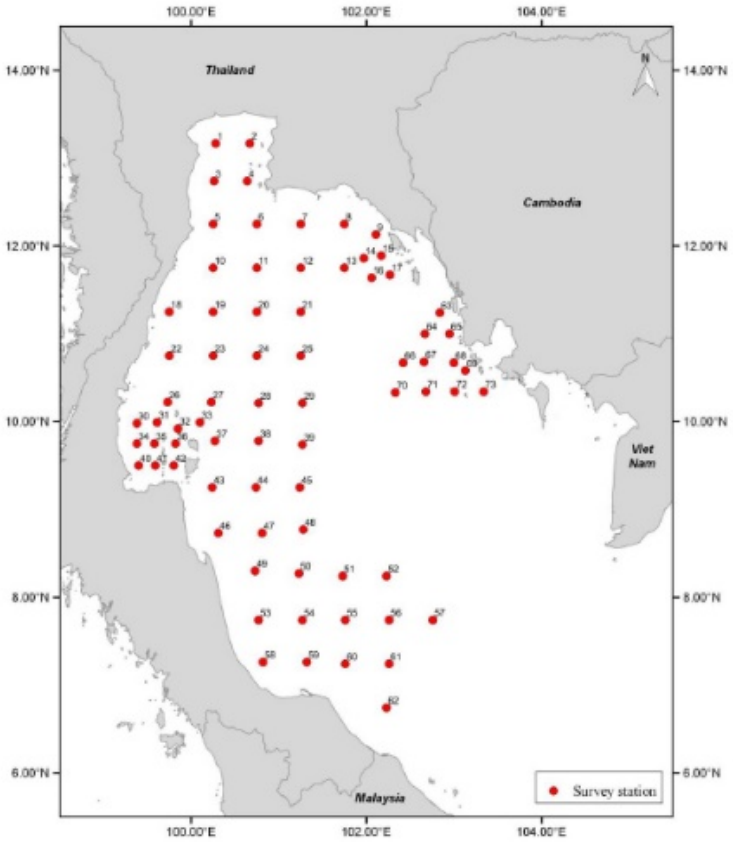


Fig. 1 Surveyed station around the Gulf of Thailand

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละสถานีที่ทำการสำรวจโดยมีอุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง และค่าความลึกน้ำ มีค่า 28.21-30.04 °C, 26.71-32.82 psu., 7.80-8.30 และ 20.8-76.3 เมตร พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) โดยสถานีที่ตื้นที่สุดคือสุดคือสถานีที่ 1 และสถานีที่ลึกที่สุดคือสถานีที่ 39 (Table 1)

Table 1 Surveyed station and water quality at 5 meters above the surface

Station	Position for Bongo net		Water quality (5 m. above surface)			
	Latitude	Longtitude	Tepm. (C)	Salinity (psu)	pH	Depth (m)
1	13°10.63′N	100°19.82′E	29.07	26.71	-	20.8
2	13°10.58′N	100°41.64′E	28.66	27.71	8.30	23.0
3	12°45.13′N	100°16.07′E	28.96	30.71	8.09	23.9
4	12°45.06′N	100°39.34′E	28.75	28.90	8.16	29.0
5	12°22.12′N	100°14.14′E	28.59	31.90	7.98	33.0
6	12°16.06′N	100°45.88′E	28.21	31.96	8.17	29.5
7	12°17.03′N	101°11.12′E	28.42	32.13	8.16	32.8
8	12°16.02′N	101°46.16′E	28.37	32.36	8.20	30.2
9	11°48.01′N	100°19.96′E	28.65	27.71	8.19	41
10	11°44.69′N	100°47.76′E	28.39	32.89	8.28	44
11	11°45.80′N	101°17.83′E	28.51	32.60	8.25	57
12	11°44.27′N	101°46.23′E	28.42	28.21	8.22	56.4
13	11°45.02′N	102°16.34′E	28.52	28.34	8.22	46
14	11°15.25′N	99°46.19′E	-	32.21	7.86	42
15	11°15.11′N	100°15.98′E	28.79	31.76	8.13	51.8
16	11°15.79′N	100°46.41′E	28.94	32.32	-	54.7
17	11°15.54′N	101°07.57′E	28.61	31.27	8.06	58.3
18	10°44.90′N	99°46.12′E	29.42	32.87	8.14	50.2
19	10°45.05′N	100°16.66′E	29.05	32.49	-	57
20	-	-	-	-	-	-
21	10°44.25′N	101°06.92′E	29.06	31.47	8.16	67
22	10°22.59′N	99°40.58′E	29.50	32.78	8.19	46.8
23	10°06.32′N	100°11.62′E	29.30	32.66	8.02	54

Table 1 (continued).

Station	Position for Bongo net		Water quality (5 m. above surface)			
	Latitude	Longtitude	Tepm. (C)	Salinity (psu)	pH	Depth (m)
24	10˚12.25′N	100˚46.08′E	29.37	32.60	8.15	66.4
25	10˚11.42′N	101˚06.13′E	28.90	31.91	7.89	70
26	09˚55.69′N	99˚39.33′E	29.01	33.11	8.07	27.6
27	09˚45.36′N	100˚16.84′E	29.44	32.55	8.07	30.4
28	09˚47.42′N	100˚46.44′E	29.45	32.70	7.80	60.4
29	09˚46.95′N	101˚04.98′E	29.23	32.40	7.97	68
30	09˚13.53′N	100˚16.19′E	29.42	32.75	8.08	30.2
31	09˚15.26′N	100˚43.39′E	29.65	32.46	8.19	39
32	09˚14.48′N	101˚04.74′E	29.77	32.38	8.22	60
33	08˚43.62′N	100˚18.94′E	29.97	32.82	8.19	24
34	08˚44.40′N	100˚49.95′E	29.50	32.18	8.22	35
35	08˚42.73′N	101˚04.04′E	29.63	32.36	8.22	53
37	08˚16.34′N	101˚04.68′E	29.70	32.35	8.20	46
38	08˚11.81′N	101˚40.26′E	29.06	32.44	8.21	60
39	08˚21.98′N	102˚02.49′E	29.41	32.48	8.20	76.3
40	07˚43.49′N	100˚46.36′E	29.83	32.51	8.19	27
41	07˚43.88′N	101˚18.94′E	29.41	32.34	8.22	49.5
42	07˚42.68′N	101˚48.11′E	29.11	32.34	8.14	58
43	07˚44.36′N	102˚12.11′E	28.88	32.47	8.15	70
44	07˚14.11′N	102˚39.61′E	29.00	32.48	8.15	53.5
45	07˚14.46′N	100˚51.07′E	29.08	32.49	8.13	23
46	07˚16.39′N	101˚17.00′E	29.44	32.33	8.13	42
47	07˚14.21′N	101˚45.65′E	29.40	32.40	8.16	50.9
48	07˚15.19′N	102˚17.67′E	29.40	32.41	8.16	51.9
49	06˚44.47′N	102˚14.45′E	29.09	32.47	8.17	50.2
50	-	-	-	-	-	-
51	11˚04.49′N	102˚40.27′E	29.89	31.49	8.14	46
52	11˚02.41′N	102˚52.52′E	30.04	31.21	8.14	29

Table 1 (continued).

Station	Position for Bongo net		Water quality (5 m. above surface)			
	Latitude	Longtitude	Tepm. (C)	Salinity (psu)	pH	Depth (m)
53	10°41.29′N	102_24.95′E	29.90	32.35	8.18	64
54	10°42.38′N	102_37.25′E	29.63	31.47	8.18	53
55	10°40.18′N	102°59.48′E	29.90	29.63	8.14	34
56	10°37.14′N	103°05.84′E	29.70	32.07	8.10	28
57	10°20.58′N	102°20.54′E	29.43	32.35	8.16	67
58	10°24.18′N	102°40.58′E	29.52	31.65	8.14	58
59	10°22.22′N	103°01.38′E	29.74	31.39	8.15	38
60	10°27.24′N	103°19.86′E	29.48	31.84	8.11	26
61	10°23.84′N	103°36.27′E	29.07	32.28	8.20	26
62	10°00.54′N	102°02.07′**E**	29.22	32.20	8.13	75
63	10°00.30′N	102°19.16′E	29.26	31.96	8.14	69
64	10°00.67′N	102°41.83′E	29.78	31.56	8.20	56
65	10°01.04′N	102°58.70′E	29.41	31.89	8.21	39
66	09°40.27′N	102°02.61′E	29.15	32.03	8.14	73
67	09°39.24′N	102°19.97′E	29.31	31.44	8.10	70
68	09°43.40′N	102°39.79′E	29.41	31.74	8.20	59
69	09°40.30′N	103°00.00′E	29.49	31.95	8.20	52
70	09°22.74′N	102°01.89′E	29.45	31.73	8.20	75
71	09°20.57′N	102°19.17′E	29.18	32.13	8.21	70
72	09°20.51′N	102°38.03′E	29.14	31.90	8.22	65
73	09°06.41′N	102°27.80′E	29.13	32.05	8.21	69

การศึกษาชนิดและการกระจายของปลาหมึกบริเวณอ่าวไทย โดยเรือสำรวจ M.V.SEAFDEC 2 จำนวน 71 สถานี สามารถรวบรวมปลาหมึกได้ทั้งหมด 4,738 ตัว จำแนกชนิดได้ 4 วงศ์ 11 สกุล 18 ชนิด ได้แก่ วงศ์ Sepiidae เช่น *Metasepia tullbergi, Sepia aculeata, Sepia recurvirostra, Sepia pharaonis, Sepia brevimana, Sepia kobiensis, Sepiella inermis* วงศ์ Sepiolidae เช่น *Sepiola* sp., วงศ์ Loliginidae เช่น *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii, Uroteuthis (Photololigo) chinensis, Uroteuthis (Photololigo)* sp., *Sepioteuthis lessoniana, Loliolus* sp., และวงศ์ Octopodidae เช่น *Amphioctopus aegina, Amphioctopus rex, Octopus* sp., *Cistopus indicus* และ *Hapalochlaena maculosa* รายละเอียดดังต่อไปนี้ (Table 2)

Table 2 Species and distribution of Cephalopods around the Gulf of Thailand separated by family and species of each station

Family	Species	Station	Number
Sepiidae	*Metasepia tullbergi*	46, 62-63	3
	Sepia aculeata	1-3, 13, 15, 24, 26-27, 30, 33, 35-37, 40, 51-52,58-59, 63, 69	165
	Sepia recurvirostra	3-10, 13-14, 27, 31, 36, 38-40, 45, 49-54, 56, 60-62, 64-68, 70-73	179
	Sepia pharaonis	9	2
	Sepia brevimana	10-12, 14-19, 21, 23, 27-39, 41-43, 46-49, 52-54, 57-58, 60-64, 66-68, 70-73	502
	Sepia kobiensis	11, 15-19,23, 28, 32, 35, 37-39, 43, 46-49, 62-64, 66-67, 70, 72	77
	Sepiella inermis	33	2
Sepiolidae	*Sepiola* sp.	27-28, 38-39, 47	6
Loliginidae	*Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii*	1-15, 17-18, 21, 23-30, 32-38, 40, 42-43, 45-4951-73	2,353
	Uroteuthis (Photololigo) chinensis	2-6, 8-19, 21-23, 26-27, 30, 32-47, 49-68, 70-73	490
	Uroteuthis (Photololigo) sp.	14, 16, 18-19, 22-23, 27, 36-66	136
	Sepioteuthis lessoniana	3-6, 8, 10, 14, 19, 31, 36, 38-39, 41, 45-46, 52, 55-56, 61, 65,	45
Octopodidae	*Amphioctopus aegina*	1-4, 6-7, 9, 11, 33, 36, 40, 45, 51-52, 56, 60-61	26
	Amphioctopus rex	5, 7-19, 22-23, 26-28, 30-33, 35, 37-40, 53, 63, 68, 70-71, 73	119
	Octopus sp.	1	1
	Cistopus indicus	36-37	2
	Hapalochlaena maculosa	5	1

การศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีจำนวนวงศ์ของปลาหมึก 4 วงศ์ สอดคล้องกับผลการศึกษาในปี 2556 (จรวย และปภัสวรรณ, 2556) อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีจำนวนสกุลและชนิดมากขึ้นกว่าการศึกษาในปี 2556 ทั้งนี้อาจเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมตัวอย่างปลาหมึกมีความแตกต่างกัน โดยการศึกษาในปี 2556 เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ เบ็ด เครื่องตกหมึกอัตโนมัติ ลอบ และคราด ส่วนการศึกษาในครั้งนี้ใช้เครื่องมืออวนลาก ที่เป็นเครื่องมือประสิทธิภาพสูงในการจับสัตว์น้ำ

ทั้งนี้การศึกษาในครั้งนี้นับว่าเป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาการด้านทรัพยากรสัตว์น้ำ โดยเฉพาะสัตว์น้ำกลุ่มปลาหมึกเป็นอย่างมาก เนื่องจากการศึกษาและรวบรวมตัวอย่างปลาหมึกพบว่ามีปลาหมึกชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ทั่วอ่าวไทย จาก Table 2 แสดงให้เห็นว่ามีปลาหมึกหลายชนิด เช่น หมึกกระดองชนิด *Sepia aculeata, S. recruvirostra, S. brevimana, S. Kobiensis* หมึกกล้วยชนิด *U. duvaucelii, U. chinensis* หมึกหอมชนิด *Sepioteuthis lessoniana* หมึกสายชนิด *A. aegina* และ*A. rex* มีการกระจายตัวในวงกว้างโดยมีการพบปลาหมึกในแต่ละชนิดมากกว่า 10 สถานี ทั้งสถานีที่ใกล้ฝั่งและไกลฝั่ง อีกทั้งการศึกษาในครั้งนี้ยังพบจำนวนปลาหมึกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในปริมาณที่สูง เช่น หมึกศอก หมึกหลอด หมึกกระดอง และหมึกสาย โดยพบว่าหมึกหลอด (*Uroteuthis (Photololigo) duvauvelii*) มีจำนวนที่ถูกจับมากที่สุด รองลงมาคือ หมึกกระดองมือสั้น (Shortclub cuttlefish: *Sepia brevimana*) และหมึกศอก (Mitre squid: *Uroteuthis (Photololigo) chinensis* จำนวนทั้งสิ้น 2,353 ตัว 517 และ490 ตามลำดับ

สรุป

การศึกษาชนิดและการกระจายของปลาหมึกบริเวณอ่าวไทย โดยเรือสำรวจ M.V.SEAFDEC 2 ระหว่างวันที่ ระหว่างวันที่ 17 สิงหาคม ถึง 18 ตุลาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 71 สถานี สามารถรวบรวมปลาหมึกได้ทั้งหมด 4,738 ตัว มีปลาหมึกแพร่กระจายอยู่ใน 4 วงศ์ 11 สกุล 18 ชนิด ได้แก่ วงศ์ Sepiidae เช่น *Metasepia tullbergi, Sepia aculeata, Sepia recurvirostra, Sepia pharaonis, Sepia brevimana, Sepia kobiensis, Sepiella inermis* วงศ์ Sepiolidae เช่น *Sepiola* sp., วงศ์ Loliginidae เช่น *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii, Uroteuthis (Photololigo) chinensis, Uroteuthis (Photololigo)* sp., *Sepioteuthis lessoniana, Loliolus* sp., และ วงศ์ Octopodidae เช่น *Amphioctopus aegina, Amphioctopus rex, Octopus sp., Cistopus indicus* และ *Hapalochlaena* maculosa .

การรวบรวมตัวอย่างชนิดและการกระจายตัวของปลาหมึกในครั้งนี้ ได้ดำเนินการเก็บรวมรวมคุณภาพน้ำ ได้แก่ความลึก ความเค็ม ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความลึกของน้ำในแต่ละสถานี รายละเอียดแสดงใน Table 1 โดยพบว่า ปลาหมึกที่รวบรวมได้ส่วนใหญ่ทั้งหมึกกล้วย หมึกกระดอง และหมึกสาย มีการกระจายตัวในพื้นที่กว้างตั้งแต่ใกล้กับชายฝั่งจนถึงพื้นที่บริเวณกลางอ่าวไทย ซึ่งจากข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละสถานีพบว่าปลาหมึกส่วนใหญ่สามารถอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน แต่อาจมีปลาหมึกบางชนิด เช่น หมึกกระดองดอกไม้ (*Metasepia tullbergi*) ซึ่งจัดเป็นหมึกกระดองขนาดเล็กและพบได้ค่อนข้างยาก สามารถรวบรวมตัวอย่างได้ในพื้นที่ชายฝั่งภาคใต้และชายฝั่งภาคตะวันออกของประเทศไทยที่มีความลึกน้ำมากกว่า 40 เมตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมประมง และศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAFDEC) ที่สนับสนุนการเก็บตัวอย่างของปลาหมึก ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณบุคลากรและเจ้าหน้าที่ของกรมประมง และศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAFDEC) ตลอดจนนิสิตของคณะประมงที่ช่วยเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาหมึกในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2563. มาตรฐานคุณภาพน้ำ. www.pcd.go.th/info_surv/reg_std_water.html, 15 พฤศจิกายน 2563.

กรมประมง. 2562. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560. กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เอกสารฉบับที่ 9/2562.

จรัสศรี อ๋างตันญา, ศิรินทิพย์ สังข์จีน, วัชราภรณ์ ไตรพาณิชย์กุล, กาญจนา บุษบงค์, ปรียาพัฒ คงถาวร. 2550. ตัวอย่างปลาหมึกในพิพิธภัณฑ์สัตว์และพืชทะเล สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่ง. เอกสารเผยแพร่ กลุ่มพิพิธภัณฑ์และสถานแสดงพันธุ์สัตว์และพืชทะเล ลำดับที่ 5. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

จรวย สุขแสงจันทร์. 2558. หมึกทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

จรวย สุขแสงจันทร์, ปภัสวรรณ สุนทรเกตุ. 2556. ชนิดและการแพร่กระจายของปลาหมึกบริเวณอ่าวไทยตอนกลาง. การสัมมนาวิชาการเรื่อง “ผลการสำรวจทรัพยากรประมงและสิ่งแวดล้อมทางทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนกลางโดยเรือสำรวจซีฟเดค ปี 2556”.

Boyle, P., Rodhouse, P. 2005. *Cephalopods: Ecology and Fisheries*. Blackwell Science Ltd., USA.

Jereb, P., Roper, C.F.E. 2010. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. 4:2. Rome.

Nabhitabhata, J. 2009. *Checklist of Mollusca Fauna in Thailand*. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. Bangkok, Thailand.

Nabhitabhata, J., Tuanapaya, S., Tongtherm, K., Promdam, R., Aungtonya, C. 2019. First record of seven Neritic Cephalopods (Sepiidae, Loliginidae, Octopodidae) new to Thai waters with taxonomic list of Thai Teuthofauna. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin. 76: 45–66.

Roper, C.F.E., Sweeney, M.J., Nauen, C.E. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis 125: 277 pp.

ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*)

Effect of light intensity on growth of sea lettuce (*Ulva rigida*)

สิตานันท์ คงเวียง[a], พงษ์เชฏฐ์ พิชิตกุล[a]*, อิสริยา วุฒิสินธุ์[a], ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์[b]

Sitanan Kongwieng[a], Phongchate Pichitkul[a]*, Idsariya Wudtisin[a], Prapat Kosawatpat[b]

[a]ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี

[a]Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Phetchaburi Coastal Aquaculture Research and Development Center

* Corresponding author. E-mail address: ffispcp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายผักกาดทะเลที่ความเข้มแสงระดับต่าง ๆ กันโดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 21 วัน ที่ความเข้มแสง 4 ระดับ ได้แก่ 2,000, 4,000, 6,000 ลักซ์ และแสงธรรมชาติ (8,710±1,250 ลักซ์) สาหร่ายผักกาดทะเลนำมาเลี้ยงใน acrylic glass ที่ความหนาแน่นเริ่มต้น 1 กรัม/ลิตร ความเค็ม 27 psu และช่วงมืด: สว่าง 12:12 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าสาหร่ายผักกาดทะเลสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ ชุดการทดลองแสงธรรมชาติและความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 75.25±4.73 และ73.51±1.83 ตามลำดับโดยน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับที่ระดับความเข้มแสง 2,000 และ 4,000 ลักซ์ ซึ่งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 44.00±8.75 และ 60.70±8.56 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ยของสาหร่ายที่เลี้ยงด้วยความเข้มแสงธรรมชาติและความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ มีค่าเท่ากับ 2.67±0.12และ 2.62±0.05 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ จากผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบี ของชุดการทดลองแสงธรรมชาติและความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติมีปริมาณเท่ากับ 24.66±0.70, 29.50±3.18 mg/g DW และ 24.92±0.85, 29.88±1.90 mg/g DW ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ปริมาณแสงและระยะเวลาที่ได้รับแสงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโของสาหร่ายผักกาดทะเล

คำสำคัญ: คลอโรฟิลล์ บี, คลอโรฟิลล์ เอ, ความเข้มแสง, สาหร่ายผัดกาดทะเล, อัตราการเจริญเติบโต

Abstract

The objective of this study was focused on light intensity on growth of Sea lettuce. Cultivations were done in 21 days under 4 levels of various light intensity (fluorescent lamps light intensity of 2,000, 4,000, 6,000 lux and sunlight of (8,710±1,250 lux). Sea lettuce were cultured in acrylic glass with density of 1 g/l at salinity of 27 psu and light treatment with 12:12 h light and dark photoperiod. The results indicated that the growth rate of *U. rigida* cultured within condition in sunlight and in 6,000 lux intensity was higher than the others. At day 21 of culture, the average weight of seaweed cultured in sunlight and 6,000 lux conditions increased by 75.25±4.73% and 73.51±1.83% respectively. The percentage of weight increase were significantly different ($p < 0.05$) from light intensity of 2,000 and 4,000 lux treatments which showed just 44.00±8.75% and 60.70±8.56% of weight increase respectively. The relative growth rate average of sunlight and 6,000 lux conditions were 2.67±0.12 and 2.62±0.05 %/day respectively. The results indicated chlorophyll a and chlorophyll b contents in sunlight and in light intensity 6,000 lux did not differ were 24.66±0.70, 29.50±3.18 mg/g DW and 24.92±0.85, 29.88±1.90 mg/g DW respectively. However, quantity and light duration time are important for the growth in sea lettuce.

Keywords: chlorophyll a, chlorophyll b, growth rate, light intensity, sea lettuce

คำนำ

ปัจจุบันสาหร่ายทะเลมีบทบาทสำคัญทั้งในแง่อาหารเพื่อสุขภาพ มีคุณประโยชน์ทางโภชนาการ (หมั่น, 2529) สาหร่ายทะเลเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือก วิตามิน กรดไขมันไม่อิ่มตัว แร่ธาตุ รวมทั้งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Ortiz et al., 2006) ตลอดจนมีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ทางภูมิคุ้มกัน(Cruz-Suarez et al., 2008)

สาหร่ายผักกาดทะเล หรือ Sea Lettuce คือสาหร่ายสีเขียวสกุล *Ulva* ซึ่งอยู่ในครอบครัว Ulvaceae พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามชายฝั่งทะเลของประเทศไทย สาเหตุที่เรียกว่าสาหร่ายผักกาดทะเลเนื่องจากแผ่นใบของสาหร่ายชนิดนี้แผ่กว้างใบหยักคล้ายใบผักกาด การศึกษาก่อนหน้านี้รายงานการเกิดสาหร่าย *Ulva* บริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดภูเก็ต โดยเฉพาะในพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลมักพบสาหร่ายสกุลนี้ขึ้นปะปนอยู่ในแนวหญ้าทะเลหรือหลุดลอยตามผิวหาด และมักพบเคลือบทับบนแนวหญ้าทะเลใน ช่วงเวลาน้ำลงทางฝั่งตะวันออกของเกาะภูเก็ต (Buapet et al., 2008) สาหร่ายผักกาดทะเล มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ดีมีความสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Msuya and Neori, 2002) สาหร่ายผักกาดทะเลมีทัลลัสเป็นแผ่นแบนบางและมีรอยจีบอยู่ตรงขอบเจริญเติบโตโดยการแบ่งเซลล์ทั้งในแนวกว้างและแนวยาว (Lewmanomont and Ogawa, 1995) Lüning (1973) รายงานว่าคุณภาพแสงนั้นมีความสำคัญมากเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตมีอิทธิพลต่อการพัฒนาทางสรีรวิทยาด้วย (Lüning and Dring, 1985; McLachlan and Bidwell, 2011) ความเข้มของแสง วัฏจักรของแสงตลอดจนปัจจัยด้านอุณหภูมิยังมีบทบาทสำคัญในการเติบโตของสาหร่าย การสะสมชีวมวล (Singh and Singh, 2015)

ดังนั้นการศึกษาความเข้มแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายผักกาดทะเล เพื่อให้สามารถนำมาพัฒนาการเลี้ยงสาหร่ายผักกาดทะเลด้วยแสงแดดเทียมเพื่อนำใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมการทดลอง

เตรียมโหลอะคริลิคจำนวน 12 โหล เตรียมสาหร่ายผักกาดทะเลที่มีความแข็งแรง กำจัดสิ่งปนเปื้อน พักในน้ำทะเลความเค็ม 27 ส่วนในพันส่วน ในถังพลาสติก 200 ลิตร 7-10 ก่อนการทดลอง แบ่งส่วนทัลลัสของสาหร่ายผักกาดทะเลให้มีขนาด 5-6 เซนติเมตรเตรียมน้ำทะเลปรับความเค็มที่ระดับ 27 ส่วนในพันส่วน

2. วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design : CRD) ศึกษาความเข้มแสงที่แตกต่างกัน 4 ระดับ แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (treatments) แต่ละชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replicates) ควบคุมความเข้มแสงด้วยหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ เพื่อให้ความเข้มแสงอยู่ในระดับที่ 2,000, 4,000 และ 6,000 ลักซ์ วัดด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง ยี่ห้อ TM-209M Multi-LED Light Mater ความเค็ม 27 psu โดยให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง ปิดด้วยพลาสติกสีขาวคุมด้วยผ้าสีดำเพื่อป้องกันแสงจากภายนอก

ชุดการทดลองที่ 1 แสงธรรมชาติ

ชุดการทดลองที่ 2 ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์

ชุดการทดลองที่ 3 ความเข้มแสง 4,000 ลักซ์

ชุดการทดลองที่ 4 ความเข้มแสง 6,000 ลักซ์

โหลอะคริลิคจำนวน 12โหลใส่น้ำเค็ม 27 ส่วนในพันส่วน ปริมาตร 10 ลิตร ให้อากาศด้วยหัวทรายเบาๆ ชั่งน้ำหนักสาหร่ายเริ่มต้น 10 กรัมต่อโหล ระหว่างการทดลองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 70 เปอร์เซ็นต์ทุกสัปดาห์ ใส่ปุ๋ย TMRL ปริมาณ 0.1 ml สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ชั่งน้ำหนักสาหร่ายทุกชุดการทดลองทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยพักสาหร่ายในแต่ละซ้ำ 3 นาที แล้วชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า บันทึกผล

3. การวัดการเจริญเติบโต

วิเคราะห์หาอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative Growth Rate : RGR) ในแต่ละสัปดาห์ จากวันเริ่มต้นเพื่อหาระยะการเลี้ยงที่มีการเจริญเติบโต ตามสูตรการคำนวณของ (Glenn & Doty, 1992) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์/วัน

$$RGR = [100 \ln (W_t/W_0)] t^{-1} \quad (1)$$

W_t = น้ำหนัก ณ เวลาที่ใช้คำนวณ t

W_0= น้ำหนัก ณ เวลาเริ่มต้น

4. การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

สกัดและวิเคราะห์คลอโรฟิลล์โดยวิธีการ (Arnon, 1949) ชั่งน้ำหนักสาหร่าย *U. rigida* 0.5 g หลังจากนั้นเติม 80% acetone 10 ml บดให้ละเอียดและปั่นเหวี่ยง ที่ 3,000 rpm เป็นเวลา 15 นาที นำตัวอย่างสารสกัดจากสาหร่ายมาวัดค่า absorbance ด้วยเครื่องวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาว คลื่น 645, 663 nm

คำนวณค่า Chlorophyll โดยใช้สมการต่อไปนี้ (Arnon, 1949)

Chlorophyll a (mg/g) = 12.7 (A_{663}) - 2.69 (A_{645})

Chlorophyll b (mg/g) = 22.9 (A_{645}) - 4.68 (A_{663})

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลแต่ละชุดการทดลองวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการทดลอง โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแจกแจงทางเดียว (One Way Analysis Variance) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองเปรียบเทียบโดย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สาหร่ายผักกาดทะเลที่เลี้ยงในความเข้มแสงระดับต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 21 วันผลการศึกษาพบว่าในชุดการทดลองแสงธรรมชาติระดับ 8,710±1,250 ลักซ์ และความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 75.25±4.73 และ73.51±1.83 ตามลำดับโดยน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับที่ระดับความเข้มแสง 2,000 และ 4,000 ลักซ์ ซึ่งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 44.00±8.75 และ 60.70±8.56 ตามลำดับ แสดงดัง Fig. 1 ซึ่งสอดคล้องกับ Barr (2007) การเลี้ยงสาหร่ายทะเล *U. pertusa* ที่อัตราการเจริญเติบโตในแสงธรรมชาติดีกว่าในการเลี้ยงที่มีร่มเงา ปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับแสงมีอิทธิพลต่อการเมแทบอลิซึมและการพัฒนาของสาหร่ายทะเล (Wu, 2016) จากการศึกษา Worasing (2017) รายงานว่าสาหร่ายผักกาดทะเลที่เลี้ยงความเข้มแสงในช่วง 12,120 ลักซ์ การเจริญเติบโตมีอัตราสูงกว่า ซึ่งสาหร่ายแต่ละชนิดจะต้องการแสงในการเจริญเติบโตต่างกัน (สรวิศ, 2543) อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ยของสาหร่ายในชุดการทดลองแสงธรรมชาติมี

ค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 2.67±0.12 เปอร์เซ็นต์/วัน ขณะที่ในชุดการทดลองที่ความเข้มแสง 2,000, 4,000 และ 6,000 ลักซ์ มีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ย 1.73±0.29, 2.24±0.25 และ 2.62±0.05 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ แสดงตาม Table 2 งานวิจัยของ Leliaert et al. (2012) รายงานว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าปัจจัยทางกายภาพ เช่น แสงและอุณหภูมิ มีความสำคัญต่อการควบคุมเซลล์ และการเพิ่มขยายของทัลลัสของสาหร่ายทะเลสีเขียวที่มีขนาดใหญ่

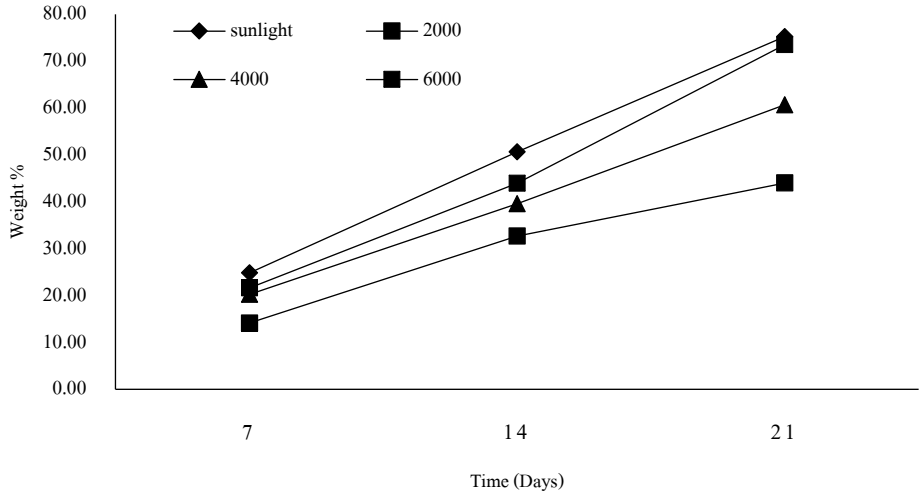


Fig. 1 Average weight of *Ulva rigida* subjected to four different light intensity treatments

Table 1 Relative growth rate of *Ulva rigida* subjected to four different light intensity treatments (sunlight, 2000 Lux, 4000 Lux and 6000 Lux) for three weeks

Duration (days)	Relative growth rate ±SD (%/day)				
	sunlight	2000 Lux	4000 Lux	6000 Lux	*p*-value
7	3.15±0.53^{b}	1.87±0.59^{a}	2.61±0.18^{ab}	2.79±0.06^{b}	0.028
14	2.98±0.29^{c}	2.01±0.08^{a}	2.36±0.22^{ab}	2.59±0.24^{bc}	0.005
21	2.67±0.12^{c}	1.73±0.29^{a}	2.24±0.25^{b}	2.62±0.05^{bc}	0.002

Mean ± SD values within a row followed the different superscript were significantly at ($p < 0.05$)

จากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในสาหร่ายผักกาดทะเลที่เลี้ยงที่ความเข้มแสงแตกต่างกันพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) แต่ในชุดการทดลองแสงธรรมชาติและชุดการทดลองที่ความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยที่ 24.66±0.70 mg/g DW และ 24.92±0.85 mg/g DW ตามลำดับ ซึ่งไม่มีแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนชุดการทดลองที่ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ มีปริมาณ

คลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่ความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย 8.70±2.26, 12.06±3.36 mg/g DW ตามลำดับ (Fig. 2)

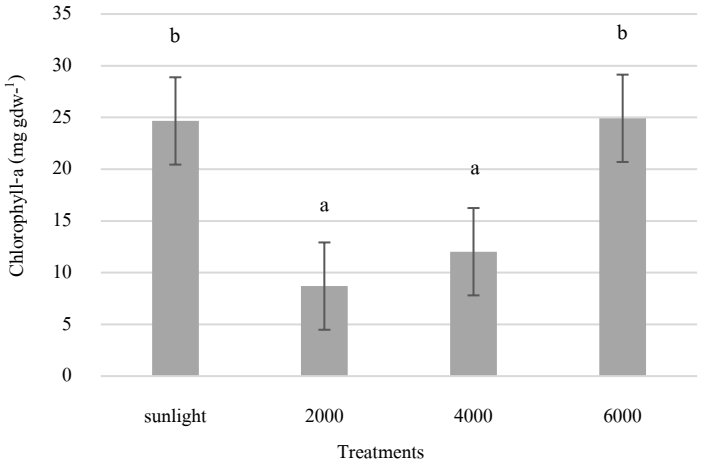


Fig. 2 Chlorophyll- a of *Ulva rigida* subjected mg (g dw)$^{-1}$to four different light intensity treatments (sunlight, 2000 Lux, 4000 Lux and6000 Lux) Different letters indicate statistical significance ($p < 0.05$). Error bars are standard deviations

จากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในสาหร่ายผักกาดทะเลที่เลี้ยงที่ความเข้มแสงแตกต่างกันพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) แต่ในชุดการทดลองแสงธรรมชาติและชุดการทดลองที่ความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยที่ 29.50±3.18 mg/g DW และ 29.88±1.90 mg/g DW ตามลำดับ ซึ่งไม่มีแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนชุดการทดลองที่ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่ความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เฉลี่ย 6.19±1.90, 12.92±4.25 mg/g DW ตามลำดับ (Fig 3) ความเข้มของแสงมาก อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์เม็ดสีของสาหร่าย (Singh and Singh, 2015)

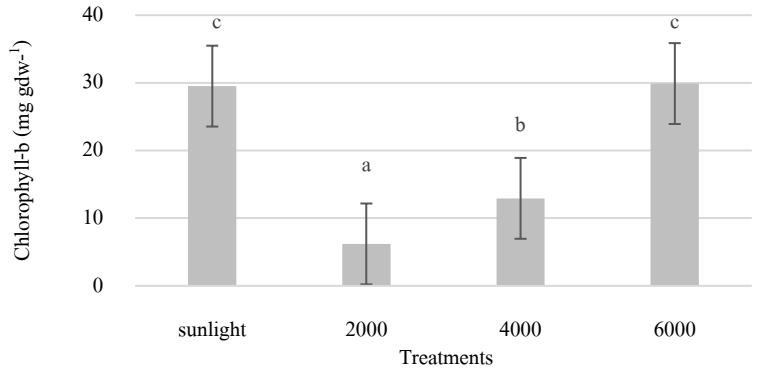


Fig. 3 Chlorophyll- b of *Ulva rigida* subjected mg (g dw)$^{-1}$to four different light intensity treatments (sunlight, 2000 Lux, 4000 Lux and6000 Lux) Different letters indicate statistical significance ($p < 0.05$). Error bars are standard deviations

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยของความเข้มแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายผักกาดทะเลพบว่าความเข้มแสงในช่วง 8,710±1,250 ลักซ์ และความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าความเข้มแสง 2,000 และ 4,000 ลักซ์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มร้อย 75 และ73 ตามลำดับ ดังนั้นควรเลี้ยงสาหร่ายผักกาดทะเลที่ความเข้มแสงในช่วง 6,000–8,710 ลักซ์ เพื่อให้ผลผลิตเท่ากับแสงธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ทำการวิจัย รวมถึงเจ้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สรวิศ เผ่าทองสุข. 2543. สาหร่าย: ศักยภาพการวิจัยและพัฒนาเพื่อประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

หม่ัน โพธิ์วิจิตร. 2529. สมุทรศาสตร์เบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Arnon, D.I. 1949. Coppre enzymes in isolated chlorplasts. polyphenploxidase in beta vulgaris. Plant Physiology, 24:1–15.

Barr, N. 2007. Aspects of nitrogen metabolism in the green alga Ulva: developing an indicator of seawater nitrogen loading.

Buapet, P., Hiranpan, R., Ritchie, R.J., Prathep, A. 2008. Effect of nutrient inputs on growth, chlorophyll and tissue nutrient concentration of Ulva reticulata Forsskal from a tropical habitat. ScienceAsia 34: 245–252.

Cruz-Suarez, L., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M., Ricque, D. 2008. A review of the effects of macroalgae in shrimp feeds and co-culture. Avances En nutrición acuícola X - Memorias Del X Simposio Internacional De nutrición acuícola, 304–333.

Glenn, E.P., Doty, M.S. 1992. Water motion affects the growth rates of Kappaphycus alvarezii and related red seaweeds. Aquaculture 108: 233–246.

Leliaert, F., Smith, D., Moreau, H., et al. 2012. Phylogeny and molecular evolution of the green algae. Critical Reviews in Plant Sciences 30: 1–46.

Lewmanomont, K., Ogawa, H. 1995. Common Seaweeds and Seagrasses of Thailand: Faculty of Fisheries, Kasetsart University.

Lüning, K. 1973. The influence of light quality on the development of the brown algae Petalonia and Scytosiphon. British Phycological Journal 8: 333–338.

Lüning, K., Dring, M. 1985. Action spectra and spectral quantum yield of photosynthesis in marine macroalgae with thin and thick thalli. Mar. Biol. 87: 119–129.

McLachlan, J., Bidwell, R. 2011. Effects of colored light on the growth and metabolism of Fucus embryos and apices in culture. Canadian Journal of Botany 61: 993–2003.

Msuya, F., Neori, A. 2002. Ulva reticulata and Gracilaria crassa: Macroalgae that can biofilter effluent from tidal fishponds in Tanzania. Western Indian Ocean J. Mar. Sci. 1: 117–126.

Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., et al. 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds Ulva lactuca and Durvillaea antarctica. Food Chemistry 99.

Singh, S.P., Singh, P. 2015. Effect of temperature and light on the growth of algae species: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 50: 431–444.

Worasing, S. 2017. Effect of Light Intensity, Temperature, Nitrogen and Phosphate on Growth of Sea Lettuce (Ulva rigida C. Agardh,1823). Bangkok: Coastal Aquaculture Research and Development.

Wu, H. 2016. Effect of different light qualities on growth, pigment content, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzyme activity in the red Alga Pyropia haitanensis (Bangiales, Rhodophyta). BioMed Research International 2016: 7383918.

การเปรียบเทียบแพลงก์ตอนทะเลจากถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 21 และ 70 ไมโครเมตร: กรณีศึกษาบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี

Comparison of marine plankton samples between 21 and 70 μm mesh-sized plankton net: A case study in Angsila, Chonburi Province

เยาวลักษณ์ มั่นธรรม*, แพรวา คงมีผล, นวรัตน์ นิคมประศาสน์

Yaowaluk Monthum*, Praewa Kongmeephol, Nawarat Nikomprasart

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ffisywl@ku.ac.th

บทคัดย่อ

เปรียบเทียบแพลงก์ตอนทะเลจากถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 21 และ 70 ไมโครเมตร ด้วยวิธีตักกรองน้ำปริมาตร 50 ลิตร 2 สถานี บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี พบว่าเมื่อใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนที่มีขนาดตาใหญ่ขึ้น องค์ประกอบชนิดส่วนใหญ่ของแพลงก์ตอนพืช เปลี่ยนจากกลุ่มเซนทริคเป็นกลุ่มเพนเนตไดอะตอม ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์เปลี่ยนจากกลุ่มโปรโตซัวเป็นกลุ่มอาร์โธรพอด ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ลดลง จาก $43,756 \pm 5,740 \times 10^3$ เป็น $8,965 \pm 490 \times 10^3$ หน่วยต่อลูกบาศก์เมตร และจาก $1,334 \pm 824 \times 10^3$ เป็น $16 \pm 23 \times 10^3$ ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยมีกลุ่มเพนเนตไดอะตอมและโปรโตซัวเป็นกลุ่มเด่น แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น เป็นชนิดเดียวกัน คือ *Nitzschia longissima* และ *Chaetoceros pseudocurvisetus* ค่าดัชนีความหลากหลายและความชุกชุมทางชนิดของแพลงก์ตอนพืช พบว่า มีค่าลดลง จากค่าอยู่ในช่วง 1.55–2.03 เป็น 1.21–1.41 และค่าอยู่ในช่วง 0.75–1.02 เป็น 0.28–0.36 ตามลำดับ ดังนั้น การใช้ขนาดตาถุงแพลงก์ตอนที่แตกต่างกันในการเก็บตัวอย่างมีผลต่อค่าวิเคราะห์ทางนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนทะเล

คำสำคัญ: ถุงกรองแพลงก์ตอน, แพลงก์ตอนพืช, แพลงก์ตอนสัตว์, อ่างศิลา

Abstract

This paper reveals the comparative results of marine plankton which was sampled from two stations at Angsila, Chonburi Province by filtering 50 liters of sea water with 21 and 70 μm mesh-sized plankton nets. The result showed that when using the plankton net with the larger mesh size, the majority of phytoplankton species composition was changed from centric diatom to pennate diatom group whereas the one of zooplankton samples was changed from protozoa to arthropod group. The density of phytoplankton and zooplankton was decreased from $43,756 \pm 5,740 \times 10^3$ to $8,965 \pm 490 \times 10^3$ units/$m^3$and from $1,334 \pm 824 \times 10^3$ to $16 \pm 23 \times 10^3$ ind./m^3, respectively. It was found that pennate diatom group and protozoa group could be defined as the dominant ones. Furthermore, the predominant phytoplankton species were the same species; *Nitzschia longissima* and *Chaetoceros pseudocurvisetus.* The species diversity and richness index of phytoplankton were also decreased. It ranged from 1.55–2.03, reduced to 1.21–1.41 and from 0.75–1.02, reduced to 0.28–0.36, respectively. Therefore, the choices of mesh size of plankton net effects the ecological indices of sampled marine plankton.

Keywords: Angsila, phytoplankton, plankton net, zooplankton

คำนำ

แพลงก์ตอนพืช เป็นสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ มีรงควัตถุที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสง สร้างอาหารด้วยตนเอง จัดเป็นผู้ผลิตของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศทางทะเล (ลัดดา, 2544) สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้กระแสน้ำในมหาสมุทรและปรากฏการณ์ต่าง ๆในทะเลได้ หากน้ำเกิดมลภาวะอาจมีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการบลูม หรือน้ำทะเลเปลี่ยนสี ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) แพลงก์ตอนพืชบางชนิดมีความสามารถในการสร้างสารชีวพิษที่มีผลต่อสัตว์น้ำหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ซึ่งอาจทำให้เกิดความเจ็บป่วยในมนุษย์และทำให้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตาย (Geraci et al., 1989) เช่น ไดอะตอมสกุล *Pseudo-nitzschia* และ *Nitzschia* สามารถผลิตกรดโดโมอิกที่เป็นสาเหตุของ Amnesic shellfish poisoning (ASP) ซึ่งเป็นสารพิษที่ส่งผลต่อระบบประสาท ส่งผ่านเข้าสู่มนุษย์โดยการบริโภคหอยและปลาที่ปนเปื้อน (กรมควบคุมมลพิษ, 2546; อรอิงค์, 2560)

แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยตามกระแสน้ำ ไม่สามารถสร้างอาหารเอง ดำรงชีวิตด้วยการกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร ถือว่าเป็นผู้บริโภคอันดับแรกในระบบนิเวศ แพลงก์ตอนสัตว์มีบทบาทในการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร โดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้บริโภคขั้นต้นและผู้บริโภคระดับสูงขึ้นไป หากแพลงก์ตอนสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงไปย่อมส่งผลต่อผู้บริโภคลำดับสูง (ลัดดา, 2543) นอกจากนี้ยังเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ด้านทรัพยากรทางประมงและสภาพแวดล้อมทางทะเล (ณรงค์ฤทธิ์ และไพรินทร์, 2557)

แพลงก์ตอนทะเล แบ่งออกเป็นขนาดต่างๆ ได้ดังนี้ คือ พิโคแพลงก์ตอน (Picoplankton) มีขนาด 0.2-2 ไมโครเมตร นาโนแพลงก์ตอน (Nanoplankton) มีขนาด 2–20 ไมโครเมตร ไมโครแพลงก์ตอน (Microplankton) มีขนาด 20–200 ไมโครเมตร มีโซแพลงก์ตอน (Mesoplankton) มีขนาด 0.2–20 มิลลิเมตร มาโครแพลงก์ตอน (Macroplankton) มีขนาด 2–20 เซนติเมตร และ เมกาโลแพลงก์ตอน (Megaloplankton) มีขนาดใหญ่กว่า 20 เซนติเมตร ขึ้นไป (Omori and Ikeda, 1992)

ชายฝั่งทะเลบริเวณอ่างศิลา ตั้งอยู่ตำบลอ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ประมาณ 11,625 ไร่ โดยในพื้นที่นี้ประกอบด้วยหมู่บ้านประมงริมทะเลที่มีอายุเก่าแก่ มีสะพานท่าเทียบเรือเพื่อให้ชาวบ้านนำผลผลิตทางประมงขึ้นมาจำหน่าย จังหวัดชลบุรีถือว่าเป็นพื้นที่ที่มีป่าชายเลนมากที่สุดในภาคตะวันออก (ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลน เพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี) โดยในพื้นที่อ่างศิลามีพื้นที่ป่าชายเลน 186.20 ไร่ ซึ่งป่าชายเลนเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน จึงทำให้ในพื้นที่มีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์มาก ซึ่งสิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่

การศึกษาแพลงก์ตอนทะเลในพื้นที่อ่างศิลาและพื้นที่ใกล้เคียง มีการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี พบ *Chaetoceros* spp. ความหนาแน่น 1,480,024 เซลล์/ลิตร ส่งผลให้แมงดาทะเล ปลาลิ้นหมาลอยหายใจที่ผิวน้ำ ข้อมูลจาก http://www.mkh.in.th ในช่วง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี พบ *Noctiluca scintillans* ส่งผลให้น้ำทะเลเป็นสีเขียวที่ทะเลตราด จ.ตราด (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2560) และปี พ.ศ. 2553 สุพัตรา และคณะ (2557) ศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่แหล่งเลี้ยงหอยบริเวณอ่าวชลบุรี แพลงก์ตอนพืชสกุลที่มีความหนาแน่นเซลล์เฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ *Chaetoceros* สุพัตรา และคณะ (2559) ศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณหมู่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี และหมู่เกาะมัน เกาะสะเก็ด จังหวัดระยอง สกุลที่มีการแพร่กระจายและความหนาแน่นสูงสุด คือ *Skeletonema* อลงกรณ์ (2556) บริเวณอ่าวไทยตอนใน พบแพลงก์

ตอนสัตว์ในไฟลัม Arthropoda มากที่สุด โดยมี copepod เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ทะเลกลุ่มเด่น อลงกรณ์และสมถวิล (2560) ในพื้นที่หาดวอนนภาถึงสะพานอ่างศิลา พบแพลงก์ตอนสัตว์ทะเล 4 กลุ่ม คือ ตัวอ่อนกุ้ง ตัวอ่อนหอยฝาเดียว ตัวอ่อนหอยสองฝา ตัวอ่อนปลากับไข่ปลาและตัวอ่อนปู โดยบริเวณสะพานปลาอ่างศิลาจะพบตัวอ่อนกุ้งและตัวอ่อนปูมากที่สุด เบ็ญจมาศ (2561) ในช่วงฤดูหนาวบริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง พบแพลงก์ตอนสัตว์ทะเล กลุ่ม copepod ตัวอ่อนกุ้ง ปู และเพรียง

การวิจัยในครั้งนี้ มุ่งเน้นเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ทางนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนทะเลที่ได้จากถุงกรองแพลงก์ตอนที่มีขนาดตาแตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านนิเวศวิทยา หรือเพื่อการนำทรัพยากรทางทะเลไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลได้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษาและวันเก็บตัวอย่าง

ศึกษาแพลงก์ตอนทะเลจาก 2 บริเวณ ได้แก่ บริเวณจุดชมวิวค้างคาวแม่ไก่ (*Pteropus iylei* Bat Viewpoint, สถานี B) พิกัด 13° 20’ 19.84” N, 100° 55’ 56.28” E และบริเวณท่าเทียบเรือประมง (Fishing Port, สถานี P) พิกัด 13° 20’ 8.77” N, 100° 55’ 20.50” E ตำบลอ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (Fig. 1) ในวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2563



Fig. 1 Sampling stations of marine plankton at Angsila, Chonburi Province

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนทะเลจากสถานี B และสถานี P สถานีละ 4 ซ้ำ ด้วยวิธีตักกรองน้ำทะเลปริมาตร 50 ลิตร ผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนที่มีขนาดช่องตา 21 และ 70 ไมโครเมตร เก็บรักษาตัวอย่างในสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ ความเข้มข้น 4–6 เปอร์เซ็นต์

ศึกษาองค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนทะเลแต่ละตัวอย่าง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง จำแนกชนิดตามเอกสาร ดังนี้ ลัดดา (2544) และเยาวลักษณ์ (2562)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ ANOVA ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel วิเคราะห์ค่าดัชนีทางนิเวศของแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener’s diversity index;

H′) ค่าความมากชนิด (Species richness; d) และค่าความสม่ำเสมอของชนิด (Species evenness; J') วิเคราะห์โดยใช้ log ฐาน e ด้วยโปรแกรม PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) version 5.0

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนทะเล

เมื่อใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนที่มีขนาดตาใหญ่ขึ้น จาก 21 ไมโครเมตร เป็น 70 ไมโครเมตร ร้อยละของจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชมีแนวโน้มเปลี่ยนจากกลุ่มเซนทริคไดอะตอม (centric diatom) จากร้อยละ 67 ที่สถานี B และร้อยละ 52 ที่สถานี P เป็นกลุ่มเพนเนตไดอะตอม (pennate diatom) ร้อยละ 48 ที่สถานี B และร้อยละ 50 ที่สถานี P (Fig. 2) โดยทั่วไปไดอะตอมเป็นองค์ประกอบหลักของแพลงก์ตอนพืชทะเล (ภูริภัทร, 2551; วิชญา และคณะ, 2557; เสถียรพงษ์ และคณะ, 2558; บุษยา และคณะ, 2559; สุพัตรา และคณะ, 2559; Hoppenrath et al., 2009) มีขนาดเซลล์อยู่ในช่วง 50–500 ไมโครเมตร (มาลินี และ ชิดชัย, 2548) กลุ่มเซนทริคไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่น และมีความหลากหลายทางชนิดสูงในน้ำทะเล ชายฝั่งทะเลและเขตน้ำกร่อย (เฉลิมชัย และคณะ, 2549; เสถียรพงษ์ และคณะ, 2558) สกุลเด่นที่พบในหลาย ๆ การศึกษาในน่านน้ำไทย เช่น สกุล *Chaetoceros* มีขนาดอยู่ในช่วง 10-75 ไมโครเมตร ขึ้นกับชนิด (มาลินี และ ชิดชัย, 2548) โดย เฉลิมชัย และคณะ (2549) ใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอนขนาดตา 22 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ได้ *Chaetoceros* เป็นสกุลเด่น และ เสถียรพงษ์และคณะ (2558) ใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมโครเมตร บริเวณแหลมผักเบี้ย มิถิลา และคณะ (2557) บริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี ระยอง ตราด อณัศยา และคณะ (2560) บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีได้ *Chaetoceros* เป็นสกุลเด่น เช่นกัน เพนเนตไดอะตอม เช่นสกุล *Nitzchia* มีขนาดอยู่ในช่วง 5–700 ไมโครเมตร (มาลินี และ ชิดชัย, 2548) ทำให้ เมื่อเก็บตัวอย่างด้วยถุงแพลงก์ตอนที่มีขนาดช่องตาใหญ่ขึ้น ส่งผลให้พบกลุ่มเพนเนตไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่น ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์เปลี่ยนจากกลุ่มโปรโตซัว (protozoa) จากร้อยละ 57 ที่สถานี B และร้อยละ 50 ที่สถานี P เป็นกลุ่มอาร์โธรพอด (arthropod) ร้อยละ 58 ที่สถานี B และร้อยละ 40 ที่สถานี P (Fig. 3) โปรโตซัวส่วนใหญ่ขนาด 30–300 ไมโครเมตร (ลัดดา, 2543) ส่วนอาร์โธรพอด เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายสูง ประกอบด้วยสัตว์ในหลายไฟลัม มีขนาดลำตัวจากการสุ่มวัดในการศึกษาบริเวณอ่าวไทยตอนใน อยู่ในช่วง 191–2900 ไมโครเมตร (วรนัท, 2563) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของมลธิรา (2560) ได้เก็บตัวอย่างด้วยถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมโครเมตร ในแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา พบโปรโตซัว เป็นกลุ่มเด่น และเมื่อเก็บตัวอย่างด้วยถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 70 ไมโครเมตร พบอาร์โธร พอด (โคพีพอด) เป็นกลุ่มเด่น การศึกษาส่วนใหญ่ที่มีการเก็บตัวอย่างด้วยถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 70 ไมโครเมตร จะพบโคพีพอด ซึ่งเป็นสัตว์ในกลุ่มอาร์โธรพอด เป็นกลุ่มเด่น (ภูริภัทร, 2551; เตือนตา และคณะ, 2560 จิตรา, 2536)

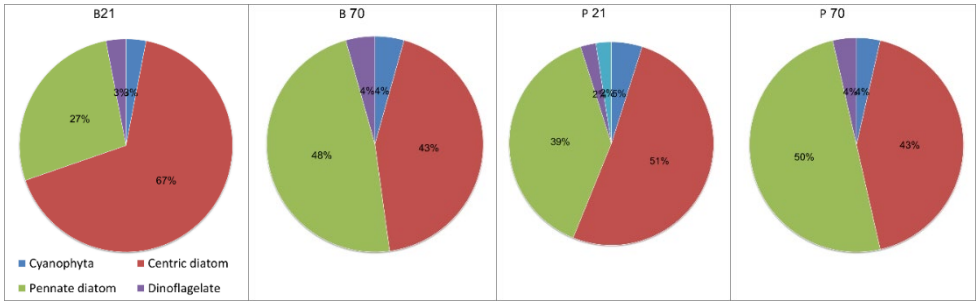


Fig. 2 Percentage of phytoplankton species composition at 2 stations in 21 and 70 µm mesh size of plankton net

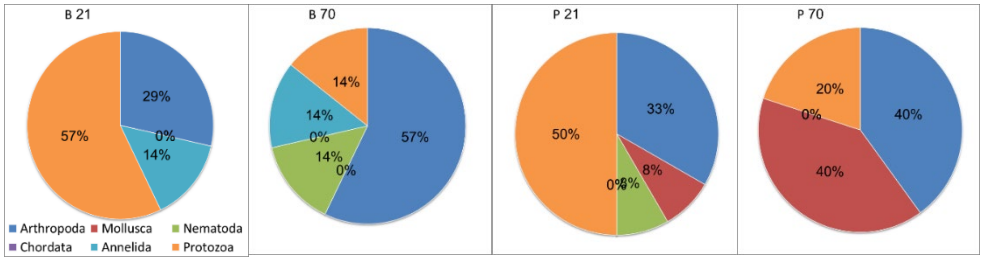


Fig. 3 Percentage of zooplankton species composition at 2 stations in 21 and 70 µm mesh size of plankton net

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนทะเล

เมื่อใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนที่มีขนาดตาใหญ่ขึ้น จาก 21 ไมโครเมตร เป็น 70 ไมโครเมตร ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ลดลง จาก 43,756±5,740×10^3 เป็น 8,965±490×10^3 หน่วยต่อลบ.ม. และจาก 1,334±824×10^3 เป็น 16±23×10^3 หน่วยต่อลบ.ม. ตามลำดับ โดยความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชที่สถานี B และ P ลดลงจาก 14,763×10^3–65,631×10^3 เป็น 2,070×10^3–5,226×10^3 หน่วยต่อลบ.ม. และ 28,055×10^3–62,784×10^3 เป็น 3,146×10^3–5,880×10^3 หน่วยต่อลบ.ม. ตามลำดับ มีเพนเนตไดอะตอม เป็นกลุ่มเด่น (Fig. 4) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ในถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 21 และ 70 ไมโครเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่สถานี B และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ที่สถานี P ส่วนความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์ ที่สถานี B และ P ลดลงจาก 929×10^3–2,662$10^3$ เป็น 135×10^3 ตัวต่อลบ.ม. และ 465×10^3–1,085×10^3 เป็น 0 ตัวต่อลบ.ม. ตามลำดับ มีโปรโตซัวเป็นกลุ่มเด่น (Fig. 5)

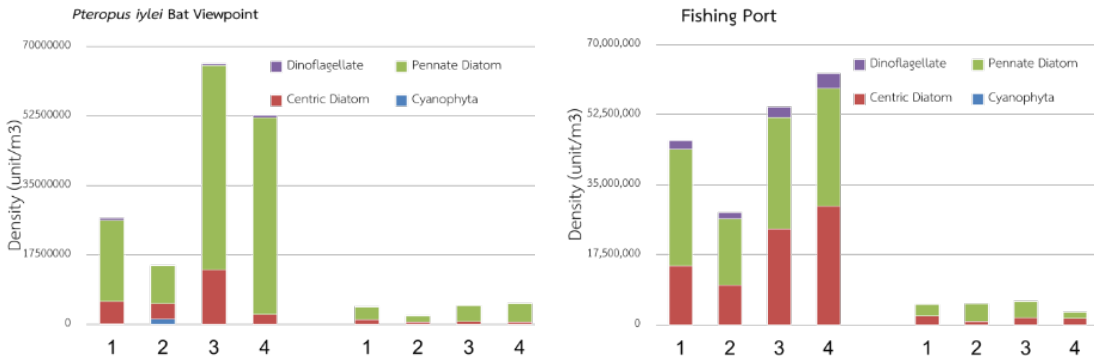


Fig. 4 Density of phytoplankton in 21 (left) and 70 µm (right) mesh size of plankton net at station B and P

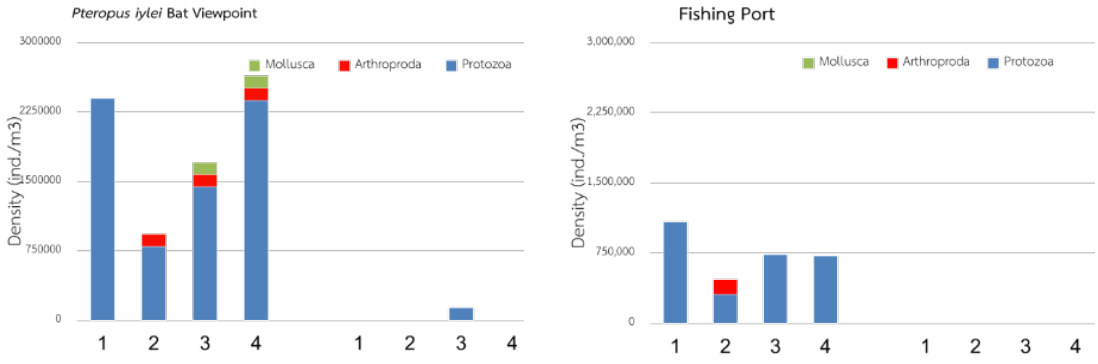


Fig. 5 Density of zooplankton in 21 and 70 µm mesh size of plankton net at station B and P

แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 21 และ 70 ไมโครเมตร เป็นชนิดเดียวกัน คือ *Nitzschia longissima* และ *Chaetoceros pseudocurvisetus* สอดคล้องกับ มิถิลา และคณะ (2557) บริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี ระยอง ตราด พบชนิด *Chaetoceros pseudocurvisetus* เด่น สกุล *Chaetoceros* มีขนาดเซลล์เล็กกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสกุล *Nitzchia* (มาลินี และ ชิดชัย, 2548) แต่เป็นสกุลที่มีความหนาแน่นสูงในน้ำทะเล (เฉลิมชัยและคณะ, 2549; เสถียรพงษ์ และคณะ 2558) ทำให้เมื่อเก็บตัวอย่างด้วยถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 70 ไมโครเมตร ยังคงพบสกุล *Chaetoceros* เป็นสกุลเด่น และ *Chaetoceros pseudocurvisetus* เป็นชนิดเด่น

ค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทะเล

เมื่อใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนที่มีขนาดตาใหญ่ขึ้น จาก 21 ไมโครเมตร เป็น 70 ไมโครเมตร ค่าดัชนีความหลากหลาย (H′) และค่าความมากชนิด (d) มีค่าลดลง จากค่าอยู่ในช่วง 1.55–2.03 เป็น 1.21–1.41 และค่าอยู่ในช่วง 0.75–1.02 เป็น 0.28–0.36 ตามลำดับ ที่สถานี B ในถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 21 และ 70 ไมโครเมตร มีค่า H′ 1.55±0.58 และ 1.21±0.52 ค่า d 0.75±0.09 และ 0.28±0.17 ค่าความสม่ำเสมอทางชนิด (J′) 0.59±0.22 และ 0.75±0.14 ที่สถานี P มีค่า H′ 2.03±0.12 และ 1.41±0.21 ค่า d 1.02±0.09 และ 0.36±0.12 ค่า J′ 0.69±0.03 และ 0.77±0.04 ตามลำดับ การที่ค่า H′ และ d มีค่าลดลง เมื่อใช้ถุงแพลงก์ตอนขนาดตาใหญ่ขึ้น เป็นผลมาจากจำนวนชนิดที่พบลดลง จาก 12-21 ชนิด เป็น 3–9 ชนิด และปริมาณความหนาแน่นลดลงจาก 43,756±5,740×10^3 เป็น 8,965±490×10^3 หน่วยต่อลบ.ม.

สรุป

ค่าวิเคราะห์ทางนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนทะเลจากถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 21 และ 70 ไมโครเมตร บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี มีความแตกต่างกัน ซึ่งค่าวิเคราะห์ที่ได้เป็นผลมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนทะเลที่พบในแต่ละตัวอย่าง ดังนั้นจากผลการศึกษานี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจเลือกใช้ขนาดตาของถุงแพลงก์ตอนให้เหมาะสมกับชนิด กลุ่ม ความหนาแน่นและพิกัดที่พบแพลงก์ตอนทะเลที่ต้องการได้ โดยเฉพาะนักวิจัยด้านการใช้ประโยชน์จากแพลงก์ตอนทะเล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ การออกภาคสนามในรายวิชาชีววิทยาทางทะเลที่อำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง และห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2546. การตรวจเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย. ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2560. www.facebook.com/dmcrth, 28 กันยายน 2560.

จิตรา ตีระเมธี. 2536. การเปลี่ยนแปลงประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ บริเวณฝั่งทะเลภาคตะวันออก บริเวณแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี และบริเวณมาบตราพุด จังหวัดระยอง. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา.

เฉลิมชัย อยู่สำราญ, อรรถวุฒิ กันทะวงศ์, สาโรจน์ เริ่มดำริห์. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวศรีราชาจังหวัดชลบุรี. ใน: เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. กรุงเทพฯ.

ณรงค์ฤทธิ์ เลิศเกษมพิทยา, ไพรินทร์ เพ็ญประไพ. 2557. การผันแปรของประชาคมแพลงตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม. ใน: ประมวลผลงานวิจัย การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กรุงเทพฯ. หน้า 71–78.

เตือนตา ร่าหมาน, ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง, พีรนาฎ คิดดี. 2560. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงค์ตอนสัตว์และองค์ประกอบในกระเพาะอาหาร ของปลาจากแม่น้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 27: 52–60.

บุสยา ปล้องอ่อน, จินตนา สและน้อย, ชัชรี แก้วสุรลิขิต, ไพลิน จิตรชุ่ม, Takashi Y., Y. Okamoto, S. Ishikawa, K. Watanabe. 2559. การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24: 587–598.

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, ฐิติพงศ์ นาคสกุล, ศศิพา ฉิมพลี, ชลี ไพบูลย์กิจกุล. 2561. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง. แก่นเกษตร. 46: 1041–1046.

ภูริภัทร หุวะนันทน์. 2551. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนทะเลบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะระ-เกาะพระทอง จังหวัดพังงา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มลธิรา ทองหมัน .2560. โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กและขนาดกลางบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง .วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มาลินี ฉัตรมงคลกุล, ชิดชัย จันทร์ตั้งสี. 2548. แพลงก์ตอน. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี .บริษัท เวิร์ค สแควร์ จำกัด.

มิถิลา ปรานศิลป์, อิสรา อาศิรนันต์, วรรณศิริ ชื่นนิยม. 2557. ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำตราด จันทบุรีและระยอง. ใน: ประมวลผลงานวิจัย การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กรุงเทพฯ. หน้า 38–47.

เยาวลักษณ์ มั่นธรรม. 2562. เอกสารประกอบการสอนวิชาแพลงก์ตอนพืชทะเล Marine Phytoplankton. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. แพลงก์ตอนสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544. แพลงก์ตอนพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรนัท อินบัว. 2563. ความชุกชุม การแพร่กระจาย และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวไทยตอนใน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชญา กันบัว, อริศรา ชาวนา, ปนัดดา สินสมุทรโสภณ. 2557. การศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในแม่น้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2553. ใน: วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ฉบับพิเศษ. 6: 88–96.

สุพัตรา ตะเหลบ, อาวุธ หมั่นหาผล, วันชัย วงสุดาวรรณ .2557. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่แหล่งเลี้ยงหอยบริเวณอ่าวชลบุรี ปี 2553. ใน: การประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สุพัตรา ตะเหลบ, อาวุธ หมั่นหาผล, วันชัย วงสุดาวรรณ, สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2559. การแพร่กระจายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณหมู่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี และหมู่เกาะมัน เกาะสะเก็ด จังหวัดระยอง. ใน: ประมวลบทความการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 5. หน้า 544–552.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต, เกษม จันทร์แก้ว,วศิน อิงคพัฒนากุล และคณะ 2558. ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 2: 167–179.

อณัศยา ดีสุข, พรเทพ พรรณรักษ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ .2560. การเปลี่ยนแปลงประชาคมของแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาล บริเวณชายฝั่งเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี. ใน: การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ 2560. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อรอิงค์ เวชสิทธิ์. 2560. กระบวนการปนเปื้อนกรดโดโมอิกในสิ่งมีชีวิตในทะเล: กรณีศึกษาชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อลงกรณ์ พุดหอม. 2556. ความชุกชุมและการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดกลางบริเวณอ่าวไทยตอนใน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อลงกรณ์ พุดหอม, สมถวิล จริตควร. 2560. แพลงก์ตอนสัตว์เศรษฐกิจบริเวณหาดวอนนภาถึงสะพานอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี. ใน: การประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี

Geraci, J.R., Anderson, D.M., Timperi, R.J., St Aubin, D.J., Early, G.A., Prescott, J.H., Mayo, C.A., 1989. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) fatally poisoned by dinoflagellate toxin. Can. J. Fish. Aq. Sc. 46: 1895–1898.

Hoppenrath, M., M. Elbrachter and G. Drebes. 2009. Marine phytoplankton: Selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. Senckenberg.

Omori. M., Ikeda. T. 1992. Methods in Marine Zooplankton Ecology. Malabar, USA: Krieger Publishing Company.

การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี

Distribution of Phytoplankton in Sriracha Bay, Chonburi Province

อลงกต อินทรชาติ[a], ลิขิต ชูชิต[a], กนกวรรณ ขาวด่อน[a], ธนัสพงษ์ โภควนิช[b]

Alongot Intarachart[a], Likhit Chuchit[a], Kanokwan Khaodon[a], Tanuspong Pokavanich[b]

[a]สถานีวิจัยประมงศรีราชา ศูนย์บริหารงานวิจัยและสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a]Sriracha Fisheries Research Station, Center for Research and Academic Support Administration, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: perna45@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี รวม 6 สถานี โดยเก็บตัวอย่างทุกเดือนๆละ 1 ครั้ง รวมจำนวน 12 ครั้ง ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2562–กรกฎาคม 2563 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดรวม 115 สกุล 325 ชนิด แบ่งออกเป็น 3 ดิวิชัน ได้แก่ ดิวิชัน Cyanophyta พบจำนวน 11 สกุล 21 ชนิด ดิวิชัน Chlorophyta พบจำนวน 6 สกุล 8 ชนิด และดิวิชัน Chromophyta พบจำนวน 98 สกุล 296 ชนิด โดยชนิดของแพลงก์ตอนที่พบมากที่สุดในบริเวณที่ทำการศึกษา ได้แก่ *Noctiluca scintillans*, *Chaetoceros curvisetus* และ *Karenia* cf. *mikimotoi* โดยมีความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วง 3.18×10^{6}–1.96×10^{8} เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.30–3.94 และมีค่าดัชนีความสม่ำเสมออยู่ในช่วง 0.13-0.87 ซึ่งในบางเดือนที่ทำการศึกษามีการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่มีการสะพรั่งขึ้นอยู่กับปัจจัยของสารธาตุอาหารและอิทธิพลของน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล

คำสำคัญ: การแพร่กระจาย, แพลงก์ตอนพืช, อ่าวศรีราชา

Abstract

The research aimed to study phytoplankton's distribution in Sriracha Bay, Chonburi Province, from 6 stations. Samples were collected once a month in a total of 12 times from August 2019 to July 2020. As a result, 115 genera 325 species of phytoplankton were found. They included 3 Divisions, namely, Division Cyanophyta with 11 genera 21 species, Division Chlorophyta with six genera eight species, and Division Chromophyta with 98 genera 296 species. The dominant species were *Noctiluca scintillans*, *Chaetoceros curvisetus* and *Karenia* cf. *mikimotoi*. The density ranged from 3.18×10^{6} to 1.96×10^{8} cell/m^3. Furthermore, the diversity index and evenness index raged 0.30 to 3.94 and 0.13 to 0.87, respectively. However, in the study periods, red tide from phytoplanktons emerged depending on several environmental factors, particularly enriching nutrients and freshwater runoff.

Keywords: distribution, phytoplankton, Sriracha bay

คำนำ

ในปัจจุบันบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ ทางทะเลมากมาย โดยเฉพาะมีการขยายพื้นที่ในการเลี้ยงหอยแมลงภู่กันมากขึ้น เพราะอ่าวศรีราชาเป็นบริเวณหนึ่งในบริเวณชายฝั่งของไทยที่มีความพร้อมทั้งด้านสภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตของแหล่งน้ำ ได้แก่ ปริมาณอาหาร คุณภาพอาหาร พันธุ์สัตว์น้ำ ความสนใจของผู้ประกอบการ การคมนาคม และการตลาดต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่ที่ระดับความพร้อมร้อยละ 83.33 (สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, 2546) จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้บริเวณอ่าวศรีราชาได้รับความนิยมในการเลี้ยงหอยแมลงภู่และมีการขยายพื้นที่การเลี้ยงหอยแมลงภู่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือก แต่ปัญหาอุปสรรคที่สำคัญของเกษตรกรที่เลี้ยงหอยแมลงภู่บริเวณอ่าวศรีราชาคือ การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีที่มีแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเป็นพวกที่ไม่สร้างสารชีวพิษ เมื่อจำนวนเซลล์แพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนมากขึ้นและเข้าไปอุดตันในเหงือกหรืออวัยวะแลกเปลี่ยนออกซิเจนของสัตว์น้ำหรือแพลงก์ตอนพืชมีการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงแล้วทำให้สัตว์น้ำตายเนื่องจากขาดออกซิเจน ดังรายงานของสมภพ รุ่งสุภาและจิรายุทธ บุญญประสิทธิ (2536) พบว่าเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีเนื่องจาก *Noctiluca scintillans* แล้วทำให้ออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงเหลือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีปริมาณแอมโมเนียสูงถึง 2.901 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทำให้ปลาตายเป็นจำนวนมาก ในบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีที่มีแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเป็นพวกที่สร้างสารชีวพิษ ผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชที่สร้างสารชีวพิษเพิ่มจำนวนมากขึ้นและถูกกรองกินด้วยสัตว์น้ำพวกหอยสองฝา พิษที่แพลงก์ตอนพืชสร้างขึ้นจะถูกสะสมไว้ในตัวหอยโดยไม่ทำอันตรายกับหอย แต่ความเป็นพิษจะถูกถ่ายทอดไปสู่ผู้บริโภคตามลำดับห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นการศึกษาองค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวศรีราชาในครั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชซึ่งอาจใช้ประเมินผลกระทบต่างๆ ตลอดจนการติดตามและประเมินผลการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นในรอบปีหรือในรอบฤดูกาลบริเวณอ่าวศรีราชาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวศรีราชา จำนวนทั้งสิ้น 6 สถานี (Fig. 1 และ Table 1) ในรอบ 1 ปี เดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่สิงหาคม 2562 -กรกฎาคม 2563 โดยเก็บแพลงก์ตอนพืชจากระดับผิวน้ำ 1 เมตร จำนวน 20 ลิตร กรองตัวอย่างผ่านถุงลากแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 22 ไมครอน เก็บรักษาด้วยฟอร์มาลินเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (พรศิลป์, 2536) นำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรใส่ลงในสไลด์นับเซลล์ ทำการนับจำนวนและจำแนกชนิดแพลงก์ตอนพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง โดยใช้เอกสารที่ใช้จำแนกชนิดแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ลัดดา (2544), Yamaji (1984) และ Tomas (1993)

Table 1 Location of sampling stations

Station	Longitude (Degree)	Latitude (Degree)
S1	100.9219	13.22313
S2	100.9211	13.18621
S3	100.9019	13.15555
S4	100.8672	13.16697
S5	100.8863	13.19814
S6	100.8925	13.23386



Fig. 1 Location of study site and sampling stations at Sriracha Bay, Chonburi Province.

Reference: http://www.google.co.th

ผลและวิจารณ์การทดลอง

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 6 สถานี ระหว่างเดือนสิงหาคม 2562–เดือนกรกฎาคม 2563 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชั่น (Division) ประกอบด้วย ดิวิชั่น Cyanophyta พบจำนวน 11 สกุล 21 ชนิด ดิวิชั่น Chlorophyta พบจำนวน 6 สกุล 8 ชนิด และดิวิชั่น Chromophyta พบจำนวน 98 สกุล 296 ชนิด รวมทั้งหมด 115 สกุล 325 ชนิด (Table 2) แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบอยู่ในกลุ่มไดอะตอม การที่พบไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นเนื่องมาจากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มอื่นๆ (เชษฐพงษ์และคณะ, 2556) รองลงมาคือกลุ่มไดโนแฟลเจลเลต (Fig. 3) โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วงระหว่าง 3.18×10^{6}– 1.96×10^{8} เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าดัชนีความหลากหลากอยู่ในช่วงระหว่าง 0.30-3.94 และมีค่าดัชนีความสม่ำเสมออยู่ในช่วงระหว่าง 0.13–0.87 มีความหนาแน่นของปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่บริเวณสถานีชายฝั่ง (สถานีที่ 1–3) มากกว่าบริเวณสถานีนอกฝั่ง (สถานีที่ 4–6) ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับอิทธิพลปริมาณสารอาหารที่มาจากแผ่นดินมากกว่าด้านนอกชายฝั่งและมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกกันอย่างหนาแน่น ระหว่างการเก็บตัวอย่างในรอบ 1 ปี เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีทั้งหมด 5 ครั้ง ได้แก่ ช่วงเดือนสิงหาคม เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณอ่าวศรีราชาครอบคลุมทั้ง 6 สถานีเก็บตัวอย่าง โดยน้ำทะเลมีลักษณะเปลี่ยนเป็นสีเขียวและส่งกลิ่นเหม็น ซึ่งแพลงก์ตอนที่เกิดการสะพรั่ง ได้แก่ *Noctiluca scintillans* (กลุ่มไดโน

แฟลเจลเลต) โดยพบมากที่สุดบริเวณสถานี S2 (บริเวณหน้าสถานีวิจัยประมงศรีราชา) ส่วนเดือนมีนาคม 2563 พบการสะพรั่งของ *Chaetoceros curvisetus* บริเวณสถานีชายฝั่ง (สถานีที่ 2 และ 3) ในเดือนมิถุนายน 2563 พบการสะพรั่งของ *Karenia* cf. *mikimotoi* (Fig. 2) บริเวณสถานีชายฝั่ง (สถานีที่ 1 และ 2) โดยการสะพรั่งของ *Karenia* cf. *mikimotoi* บริเวณสถานีที่ 1 ต่อเนื่องมาถึงเดือนกรกฎาคม 2563 ซึ่งแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้เป็นกลุ่มที่ทีความสามารถในการสร้างสารชีวพิษได้ และยังไม่มีรายงานพบในน่านน้ำไทย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่ได้ และควรเฝ้าระวังติดตามช่วงเวลาและปริมาณการแพร่กระจาย ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้น รวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดปริมาณของแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้ต่อไป ส่วนสถานีที่ 2 ในเดือนกรกฎาคม 2563 พบการสะพรั่งของ *Scrippsiella trochoidea* ซึ่งบางชนิดมีความสอดคล้องและแตกต่างกันจากการติดตามตรวจสอบเพื่อเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณจังหวัดชลบุรีซึ่งดำเนินการโดยสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำร่วมกับกรมควบคุมมลพิษในปี 2544 ได้ดำเนินการโดยการติดตามตรวจสอบเพื่อเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีแบบประจำในบริเวณอ่างศิลา แหลมแท่น บางแสน และเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีในช่วงเดือนพฤษภาคม–พฤศจิกายน 2544 รวมระยะเวลา 7 เดือนพบว่ามีการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีเกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรีรวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง ไดโนแฟลกเจลเลต *Ceratium furca* เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งชลบุรีในช่วงที่ทำการศึกษาโดยพบ 8 ครั้ง ในจำนวนปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีที่พบทั้งหมด 12 ครั้ง รองลงมา ได้แก่ กลุ่มไดอะตอม *Skeletonema costatum* พบเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีจำนวน 2 ครั้ง นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นสาเหตุน้ำทะเลเปลี่ยนสีร่วมกับ *Ceratium furca* ด้วย 2 ครั้งในเดือนสิงหาคม ส่วน *Noctiluca scintillans* พบทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวเพียงครั้งเดียวในช่วงเดือนกันยายนบริเวณเกาะสีชัง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้สนับสนุนผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในบริเวณจังหวัดชลบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2500–2544 (ชลธยา และสมภพ, 2545) ซึ่งโดยปกติบริเวณอ่าวศรีราชาจะพบปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีที่เกิดจากแพลงก์ตอนพืช 2 ชนิด ได้แก่ *Noctiluca scintillans* (น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียว) และ *Ceratium furca* (น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง) แต่ในช่วงที่ทำการศึกษาจะพบการสะพรั่งของ *Noctiluca scintillans* ในช่วงเดือนสิงหาคมแล้วก็เกิดการสะพรั่งของ *Karenia* cf. *mikimotoi* (น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล) ในช่วงเดือนต่อมาเป็นระยะๆ แล้วก็พบ *Noctiluca scintillans* จำนวนน้อยมากเพียงไม่กี่เซลล์หรือไม่พบเลย อาจเป็นได้ว่ามีการแก่งแย่งพื้นที่และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโตและเกิดการแทนที่ครอบคลุมพื้นที่ซึ่งกันและกันของแพลงก์ตอนพืชสองชนิดนี้ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและควรติดตามเฝ้าระวังต่อไป

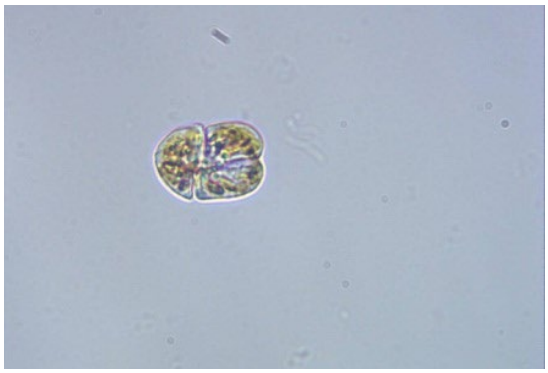


Fig. 2 *Karenia* cf. *mikimotoi*

Reference: Thaithaworn Lirdwitayaprasit

Table 2 Dominant species and density of phytoplankton in Sriracha Bay

Monthly	Station	Total	DI	Total Density (cell/m^3)	Dominant Species	%
Aug. 2019	S1	24 genus 21 species	1.88	$1.90x10^7$		46.95
	S2	9 genus 11 species	0.30	$1.96x10^8$		93.31
	S3	26 genus 40 species	1.62	$1.72x10^7$	*Noctiluca scintillans*	60.39
	S4	20 genus 28 species	1.82	$8.80x10^6$		53.52
	S5	16 genus 22 species	1.81	$5.36x10^6$		45.11
	S6	14 genus 17 species	1.12	$6.79x10^6$		53.75
Sep. 2019	S1	41 genus 63 species	2.81	$1.32x10^7$		24.97
	S2	26 genus 38 species	2.72	$1.55x10^7$	*Nitzschia longissima*	20.54
	S3	31 genus 52 species	2.63	$3.59x10^7$		18.46
	S4	39 genus 65 species	3.33	$1.06x10^7$	*Chaetoceros curvisetus*	11.65
	S5	39 genus 63 species	3.18	$1.52x10^7$		21.61
	S6	41 genus 66 species	3.56	$1.45x10^7$	*Thalassionema nitzschioides*	8.97
Oct. 2019	S1	36 genus 51 species	2.42	$9.03x10^6$	*Peridinium quinquecorne*	34.18
	S2	28 genus 42 species	2.41	$1.32x10^7$		37.52
	S3	33 genus 53 species	2.25	$2.83x10^7$	*Chaetoceros curvisetus*	39.67
	S4	34 genus 57 species	3.44	$3.89x10^6$	*Oscillatoria tenuis*	9.35
	S5	34 genus 51 species	3.39	$4.46x10^6$	*Chaetoceros curvisetus*	10.96
	S6	45 genus 74 species	3.68	$1.13x10^7$	*Pleurosigma angulatum*	6.66
Nov. 2019	S1	27 genus 38 species	2.96	$3.55x10^6$	*Chaetoceros curvisetus*	14.94
	S2	31 genus 53 species	2.67	$2.44x10^7$	*Pleurosigma aestuarii*	20.71
	S3	42 genus 69 species	3.17	$1.07x10^7$	*Pseudoguinardia recta*	18.37
	S4	39 genus 62 species	3.51	$4.06x10^6$	*Thalassionema frauenfeldii*	10.97
	S5	28 genus 39 species	2.95	$3.18x10^6$	*Pseudoguinardia recta*	19.89
	S6	37 genus 57 species	3.07	$9.68x10^6$	*Chaetoceros curvisetus*	22.42
Dec. 2019	S1	25 genus 51 species	3.07	$1.00x10^7$		15.20
	S2	33 genus 65 species	3.40	$1.00x10^7$	*Chaetoceros curvisetus*	13.88
	S3	30 genus 61 species	3.56	$1.11x10^7$		8.80
	S4	36 genus 67 species	3.14	$1.33x10^7$	*Thalassionema frauenfeldii*	14.85
	S5	28 genus 54 species	3.30	$5.28x10^6$		
	S6	28 genus 51 species	3.37	$4.11x10^6$	*Thalassionema nitzschioides*	12.47
Jan. 2020	S1	47 genus 95 species	2.97	$6.03x10^7$	*Chaetoceros pseudocurvisetus* *Chaetoceros curvisetus*	16.33 16.08
	S2	48 genus 91 species	2.90	$4.71x10^7$	*Chaetoceros curvisetus*	24.43
	S3	45 genus 97 species	3.63	$3.12x10^7$		14.07
	S4	54 genus 106 species	3.77	$2.70x10^7$	*Oscillatoria tenuis*	9.37
	S5	49 genus 95 species	3.19	$3.16x10^7$	*Pleurosigma angulatum*	28.45
	S6	49 genus 96 species	3.46	$2.31x10^7$	*Hemiaulus hauckii*	17.65

Table 2 (continued).

Monthly	Station	Total	DI	Density (cell/m^3)	Dominant Species	%
Feb. 2020	S1	46 genus 95 species	3.68	$3.08x10^7$	*Chaetoceros coarctatus*	8.48
	S2	40 genus 83 species	3.31	$1.08x10^7$	.	27.59
	S3	46 genus 92 species	3.66	$1.96x10^7$	*Alexandrium* sp	18.94
	S4	44 genus 94 species	3.46	$4.81x10^7$		16.62
	S5	46 genus 92 species	3.64	$2.9 x10^7$		11.22
	S6	42 genus 90 species	3.65	$4.39x10^7$	*Pleurosigma angulatum*	9.82
Mar. 2020	S1	56 genus 114 species	3.09	$6.66x10^7$		25.59
	S2	52 genus 118 species	2.52	$1.06x10^8$	*Chaetoceros curvisetus*	48.65
	S3	49 genus 107 species	2.25	$5.34x10^7$		55.74
	S4	53 genus 113 species	3.64	$3.38x10^7$	*Karenia* cf. *mikimotoi*	17.33
	S5	54 genus 105 species	3.94	$3.08x10^7$		9.80
	S6	47 genus 101 species	3.76	$4.50x10^7$	*Pleurosigma angulatum*	10.13
Apr. 2020	S1	39 genus 69 species	2.60	$1.62x10^7$	*Skeletonema costatum*	35.80
	S2	33 genus 56 species	2.32	$7.31x10^6$		33.47
	S3	35 genus 57 species	2.20	$1.50x10^7$	*Chaetoceros curvisetus*	43.32
	S4	45 genus 82 species	2.69	$3.46x10^7$	*Eucampia zodiacus* *Proboscia alata*	25.72 24.53
	S5	39 genus 70 species	2.82	$2.51x10^7$	*Proboscia alata* *Eucampia zodiacus*	23.15 22.01
	S6	32 genus 71 species	3.05	$4.14x10^7$	*Eucampia zodiacus*	17.56
May 2020	S1	47 genus 100 species	2.79	$6.11x10^7$	*Nitzschia longissima* *Karenia* cf. *mikimotoi*	24.10 18.32
	S2	39 genus 89 species	3.27	$4.63x10^7$	*Karenia* cf. *mikimotoi*	27.89
	S3	43 genus 94 species	3.43	$3.91x10^7$	*Chaetoceros curvisetus*	13.28
	S4	49 genus 100 species	3.57	$4.37x10^7$	*Chaetoceros socialis*	10.82
	S5	49 genus 96 species	3.36	$4.39x10^7$		17.80
	S6	36 genus 77 species	3.59	$2.35x10^7$	*Chaetoceros didymus*	8.55
June 2020	S1	34 genus 58 species	1.34	$5.63x10^7$		71.11
	S2	29 genus 45 species	0.57	$6.69x10^7$		91.02
	S3	42 genus 74 species	2.52	$1.79x10^7$	*Karenia* cf. *mikimotoi*	32.74
	S4	38 genus 67 species	2.79	$1.07x10^7$		31.34
	S5	33 genus 55 species	2.92	$1.30x10^7$		20.86
	S6	32 genus 54 species	2.57	$1.93x10^7$		34.73
July 2020	S1	36 genus 66 species	1.88	$6.29x10^7$	*Karenia* cf. *mikimotoi*	59.15
	S2	30 genus 52 species	1.64	$1.31x10^8$	*Scrippsiella trochoidea*	52.97
	S3	28 genus 47 species	2.79	$2.71x10^7$	*Karenia* cf. *mikimotoi*	22.45
	S4	27 genus 44 species	2.44	$3.33x10^7$		29.50
	S5	23 genus 37 species	2.58	$3.62x10^7$	*Coscinodiscus granii*	25.83
	S6	21 genus 35 species	2.45	$4.55x10^7$		22.73

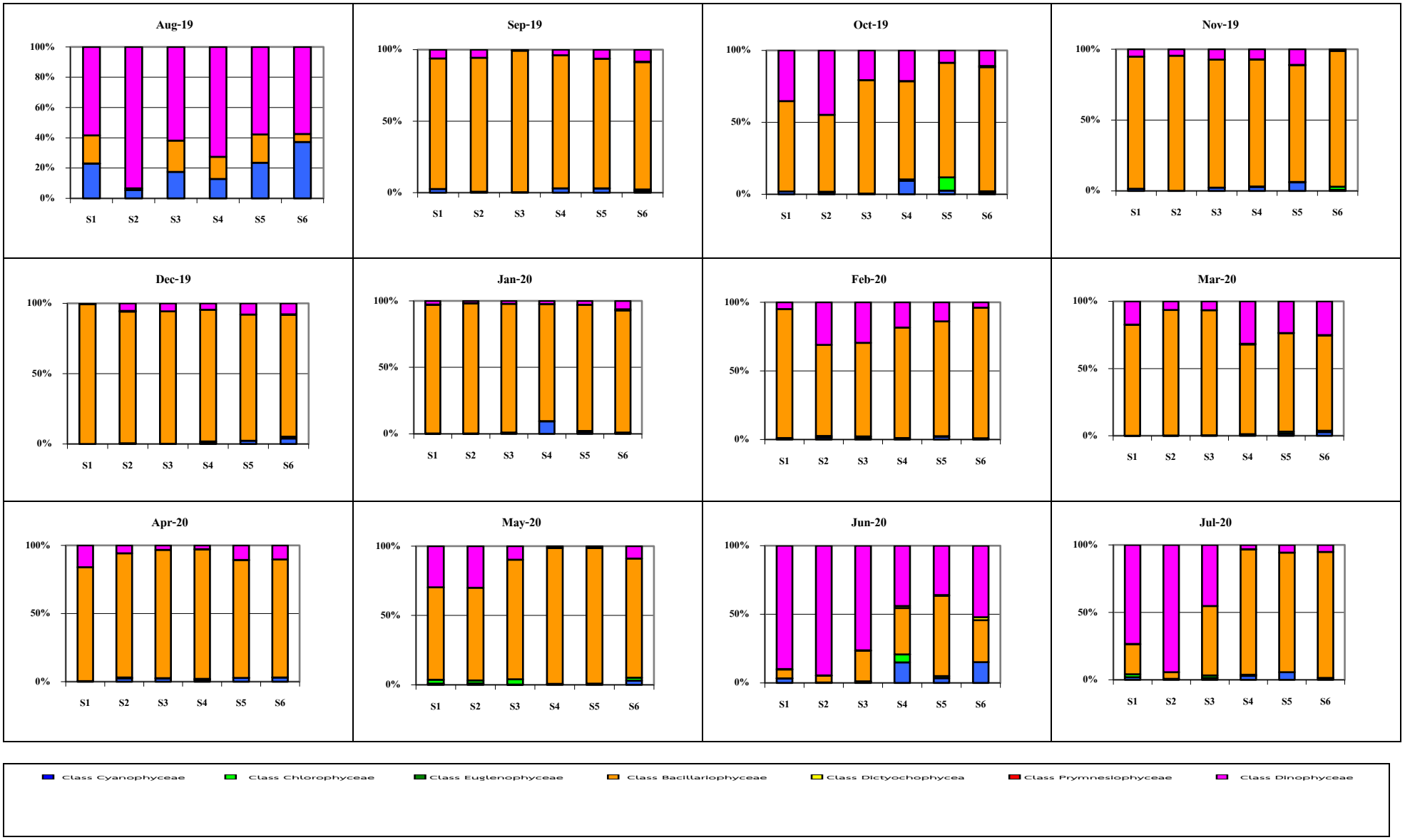


Fig. 3 Ratio of phytoplankton at sampling stations during August 2019–July 2020

สรุป

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชบริเวณระหว่างเดือนสิงหาคม 2562–เดือนกรกฎาคม 2563 ทั้งหมด 6 สถานี พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชั่น ได้แก่ ดิวิชั่น Cyanophyta พบจำนวน 11 สกุล 21 ชนิด ดิวิชั่น Chlorophyta พบจำนวน 6 สกุล 8 ชนิด และดิวิชั่น Chromophyta พบจำนวน 98 สกุล 296 ชนิด รวมทั้งหมด 115 สกุล 325 ชนิด แพลงก์ตอนส่วนใหญ่ที่พบอยู่ในกลุ่มไดอะตอม รองลงมาคือกลุ่มไดโนแฟลเจลเลต ระหว่างการเก็บตัวอย่างในรอบ 1 ปี เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีจำนวน 5 ครั้ง โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดในบริเวณที่ทำการศึกษา ได้แก่ *Noctiluca scintillans*, *Chaetoceros curvisetus* และ *Karenia* cf. *mikimotoi* โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 3.18×10^{6}–1.96×10^{8} เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.30–3.94 และมีค่าดัชนีความสม่ำเสมออยู่ในช่วง 0.13–0.87

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการจ้างเหมาพัฒนาแบบจำลองทางสมุทรศาสตร์และระบบเตือนภัยล่วงหน้าบริเวณอ่าวไทย ระยะที่ 2 ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) และขอขอบคุณ รศ.ดร. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการช่วยจำแนกแพลงก์ตอนพืชชนิด *Karenia* cf. *mikimotoi*

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2544. โครงการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน: รายงานหลัก. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ชลธยา ทรงรูป, สมภพ รุ่งสุภา. 2545. แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่เป็นสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณจังหวัดชลบุรี. ใน: การประชุมวิชาการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ: การจัดการ และการใช้ประโยชน์อย่างบูรณาการ. จังหวัดเชียงใหม่. หน้า 157–164.

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, ณิศรา ถาวรสโตร์, บุณฑริกา ทองดอนพุ่ม, อรอิงค์ เวชสิทธิ์. 2556. การศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวไทยตอนกลาง. ใน: การสัมมนาวิชาการเรื่องผลการสำรวจทรัพยากรประมงและสิ่งแวดล้อมทางทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนกลางโดยเรือสำรวจชีฟเดค ปี 2556. กรมประมง. หน้า 84–99.

พรศิลป์ ผลพันธิน. 2536. การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช. ใน: การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องน้ำเปลี่ยนสี. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก, กรมประมง. หน้า 12–27.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544. แพลงก์ตอนพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมภพ รุ่งสุภา. 2540. รูปแบบการแพร่กระจายและความหนาแน่นของ *Noctiluca scintillans* ในอ่าวไทยตอนบน. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 187–196.

สมภพ รุ่งสุภา, จิรายุทธ บุญญประสิทธิ. 2536. ชนิด, ปริมาณของแพลงก์ตอนและปัจจัยสิ่งแวดล้อมในขณะ เกิดปรากฏการณ์ขี้ปลาวาพ ณ อำเภอศรีราชา พ.ศ. 2534.ใน: การประชุมสัมมนาทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่ 4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. 2546. แหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของประเทศไทย. กรมประมง.

Tomas, C.R. 1993. Marine Phytoplankton. Academic Press. USA.

Yamaji, I. 1984. Illustrations of the Marine Plankton of Japan, 3rd ed. Hoikusha Publishing, Tokyo, Japan.

คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี

Water quality and nutrients in Sriracha Bay, Chonburi Province

กนกวรรณ ขาวด่อน[a], อลงกต อินทรชาติ[a], ธนัสพงษ์ โภควนิช[b], อรรถวุฒิ กันทะวงศ์[a], สาโรจน์ เริ่มดำริห์

Kanokwan Khaodon[a], Alongot Intarachart[a], Tanuspong Pokavanich[b], Attawut Kantavong[a], Saroj Rermdumri[a]

[a]สถานีวิจัยประมงศรีราชา ศูนย์บริหารงานวิจัยและสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[b]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[a]Sriracha Fisheries Research Station, Center for Research and Academic Support Administration, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: khaodon@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณสารอาหารที่ผิวหน้าน้ำทะเลบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยเก็บตัวอย่างรายเดือน ระหว่างเดือนสิงหาคม 2562–กรกฎาคม 2563 จากสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 6 สถานี พบว่าความเค็มของน้ำมีค่าระหว่าง 27.00–32.87 psu อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 27.87–32.21°C ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าระหว่าง 4.65–9.12 mg/l ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าระหว่าง 10.02–2,389.88 µg/l ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าระหว่าง 0.00–131.54 µg/l ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน มีค่าระหว่าง 0.28–152.98 µg/l ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าระหว่าง 3.20–200.29 µg/l และปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน มีค่าระหว่าง 107.96–924.27 µg/l ในเดือนสิงหาคม 2562 เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีจากแพลงก์ตอนกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลท ชนิด *Noctiluca scintillans* ในสถานีบริเวณชายฝั่ง (สถานีที่ 1–3) มีผลทำให้ค่าของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ฟอสเฟต สูงกว่าในเดือนอื่นๆอย่างมาก

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ, ธาตุอาหาร, น้ำทะเล, อ่าวศรีราชา

Abstract

Water qualities and dissolved nutrients of surface seawater in Sriracha bay, Chonburi Province were studied. Samples were collected monthly from 6 stations from August 2019 to July 2020. The results demonstrated that salinity, water temperature, and dissolved oxygen ranged between 27.00–32.87 PSU, 27.87–32.21°C and 4.65–9.12 mg/l, respectively. Regards nutrient concentrations of water surface, ammonium-nitrogen ranged between 10.02–2,389.88 µg/l, nitrate-nitrogen ranged between 0.00–131.54 µg/l, nitrite-nitrogen ranged between 0.28–152.98 µg/l, orthophosphate-phosphorous ranged between 3.20–200.29 µg/l, and silicate-silicon ranged between 107.96–924.27 µg/l. There was a red tide incident in August 2020 with a large concentration of dinoflagelate (*Noctiluca scintillans*). For this reason, levels of Ammonia, Nitrate and Phosphate concentration at station 1, 2 and 3 were higher than other stations.

Keywords: nutrients, sea water, Sriracha bay, water quality

คำนำ

อ่าวศรีราชา เป็นบริเวณที่มีกิจกรรมต่างๆ ที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในทะเลอย่างมากมาย ทั้งการเลี้ยงหอยแมลงภู่ที่ทำการอย่างแพร่หลาย การคมนาคมในการท่องเที่ยว นิคมอุตสาหกรรม การขนถ่ายสินค้า น้ำทิ้งจากร้านอาหาร บ้านเรือน ชุมชน รวมถึงการขยายตัวของเมืองที่มีการก่อสร้างเพิ่มขึ้น เป็นต้น กิจกรรมต่างๆเหล่านี้ต่างส่งผลต่อคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวศรีราชา เนื่องจากทะเลเป็นแหล่งสุดท้ายที่จะรองรับน้ำทิ้งและกากของเสียต่างๆ จากกิจกรรมทั้งบนบกและในทะเล โดยตั้งใจและไม่ตั้งใจทั้งในรูปแบบของสารออินทรีย์และสารอินทรีย์

ธาตุอาหาร หรือ สารอาหาร คือ สารประกอบทางเคมีที่พบได้ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจัยหลักของพืชและผู้ผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำนำไปใช้ในการเติบโตและดำรงชีวิต (เชษฐพงษ์ และคณะ, 2556) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารที่ไม่พิษและมีความสำคัญต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ไนเตรท-ไนโตรเจนเป็นธาตุที่สำคัญอย่างหนึ่งของแพลงก์ตอนพืช และไนไตรท์มักมีค่าสูงในบริเวณที่มีออกซิเจนต่ำ หรือบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของน้ำเสีย ไนไตรท์สามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการ Oxidation ของแอมโมเนียโดยแบคทีเรีย หรือจากกระบวนการ Reduction ของไนเตรท (เชษฐพงษ์, 2545) สำหรับซิลิคอนเป็นธาตุอาหารที่มีปริมาณน้อยและมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมี (เชษฐพงษ์, 2545) ฟอสฟอรัสมีทั้งรูปสารอินทรีย์และอนินทรีย์ โดยปกติแพลงก์ตอนพืชจะนำไปใช้ในรูปออร์โธฟอสเฟตในการเติบโต แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงและเป็นรูปหลักที่มีอยู่ในน้ำทะเล ถ้าความเข้มข้นของธาตุอาหารในมวลน้ำมีความเข้มข้นน้อยเกินไปจะไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนผลผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำ (Marine primary production) ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำ แต่ถ้ามีความเข้มข้นของธาตุอาหารมากเกินไปหรือเกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ที่เป็นเหตุให้เกิดการสะพรั่งแพลงก์ตอนพืชจะส่งผลต่อปัญหาคุณภาพน้ำซึ่งไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ (เพ็ญใจ และปัทมา, 2556) ความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารของแหล่งน้ำ หรือ Eutrophication เป็นปัญหาสำคัญในบริเวณชายฝั่งในปัจจุบัน (Lapointe and Bedford, 2007 อ้างถึงใน อนุกูล และประสาร, 2554) ซึ่งในปัจจุบันบริเวณอ่าวศรีราชาประสบปัญหาน้ำทะเลเปลี่ยนสีบ่อยครั้งในรอบปี (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2549)

การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารบริเวณอ่าวศรีราชาในครั้งนี้ เพื่อทราบลักษณะของคุณภาพน้ำและความเข้มข้นของธาตุอาหารในบริเวณอ่าวศรีราชาทั้งบริเวณชายฝั่งและด้านนอก เนื่องจาก เป็นข้อมูลพื้นที่ฐานที่สำคัญในการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของน้ำทะเลที่อาจส่งผลต่อปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี เพื่อเป็นแนวทางในการคาดการณ์และการบริหารจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอ่าวศรีราชาต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การตรวจวัดพารามิเตอร์พื้นฐานในการเก็บตัวอย่าง ทำการตรวจวัดพารามิเตอร์พื้นฐานของน้ำทะเล ได้แก่ ความลึก (Sounder depth meter) ความโปร่งแสง (Secchi disc) อุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำทะเล ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหลายตัวแปร (YSI: Model; EXO)

2. การเก็บตัวอย่างน้ำทะเลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ทำการเก็บตัวอย่างที่ ระดับใต้ผิวน้ำ (surface depth) ด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบแนวดิ่ง เพื่อนำมาวิเคราะห์ ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำทะเล ปริมาณคลอโรฟิลด์ และปริมาณธาตุอาหารในน้ำทะเล ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต ในห้องปฏิบัติการของสถานีวิจัยประมงศรีราชา (APHA, AWWA and WEF, 2017)



Fig. 1 Location of study site and sampling stations at Sriracha Bay, Chonburi Province

Reference: http://www.google.co.th

ผลและวิจารณ์การทดลอง

คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารบริเวณอ่าวศรีราชา

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทะเลทั่วไป จากทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลโดยใช้กระบอกเก็บน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับผิวน้ำ (Surface level) ทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้งระหว่างเดือนสิงหาคม 2562–เดือนมิถุนายน 2563 มีรายละเอียดดังนี้ (Table 1, Fig. 2)

Table 1 Water qualities and nutrients in Sriracha bay, Chonburi Province during August 2019 to July 2020

Parameter	unit	Station						Average
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	± SD
Depth	Meter	1.9-4.0	3.4-5.8	3.6-6.0	11.6-18.0	9.6-15.1	8.2-16.3	8.32±4.82
Transparency	Meter	1.5-3.4	0.3-3.8	1.5-4.1	2.1-5.8	2.3-8.1	1.5-5.2	2.87±1.31
Salinity	psu	27.50-32.87	27.00-32.17	27.60-32.15	27.00-32.16	29.00-32.12	27.00-3208	31.31±1.26
Temperature	°C	28.10-32.16	28.55-32.21	28.59-31.79	28.13-31.58	27.90-31.56	27.87-31.62	30.10±1.29
Dissolved Oxygen	mg/l	5.32-8.90	4.65-7.07	4.86-7.70	5.75-6.98	5.70-7.78	4.90-9.12	6.41±0.77
Suspended Solids	mg/l	2.90-18.00	5.45-28.40	6.20-19.80	2.35-15.00	3.05-16.40	5.65-10.40	8.21±4.54
Chlorophyll a	mg/m^3	0.80-29.64	0.93-118.55	1.20-42.19	0.53-11.21	0.40-14.69	0.53-18.69	7.79±15.77
$Si(OH)_4$-Si	µg/l	113.64-884.50	107.96-803.06	117.43-751.92	155.31-924.27	149.63-924.27	159.10-897.76	360.70±217.67
NH_3-N	µg/l	17.18-302.01	10.02-2,389.88	12.88-463.75	11.45-37.93	11.45-65.84	17.18-55.10	76.86±283.36
NO_2^--N	µg/l	0.30-76.21	0.60-10.48	0.30-51.56	0.30-53.83	0.28-100.29	0.30-152.98	47.32±17.62
NO_3^--N	µg/l	0.00-70.48	14.47-67.75	3.43-58.62	17.89-55.58	16.37-60.53	17.51-55.59	7.69±24.11
PO_4-P^-	µg/l	8.01-157.63	3.20-200.29	4.81-161.83	4.81-57.68	6.41-46.47	6.41-67.30	25.53±34.06

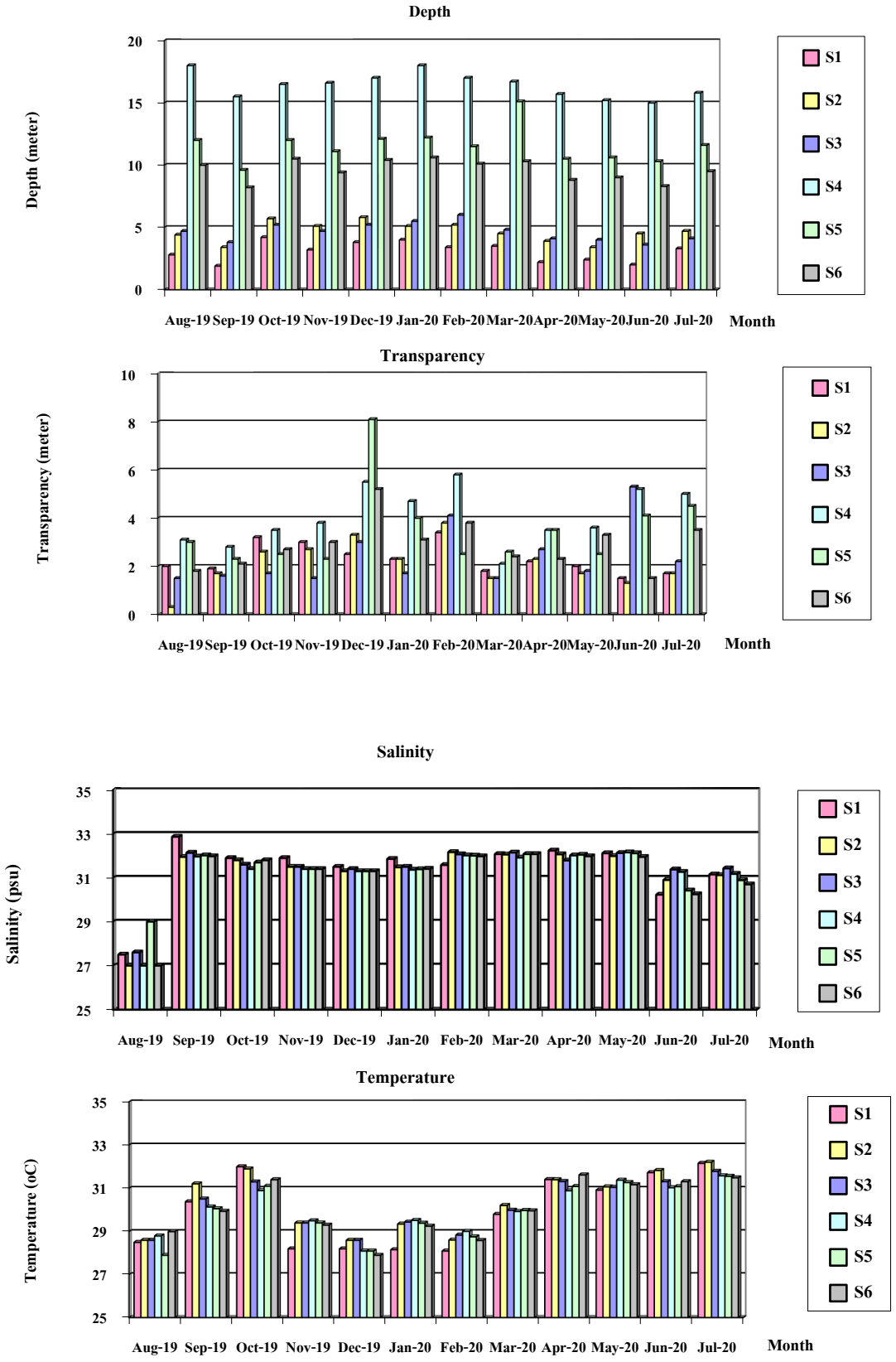


Fig. 2 Water qualities and nutrients in Sriracha bay, Chonburi Province during August 2019 to July 2020

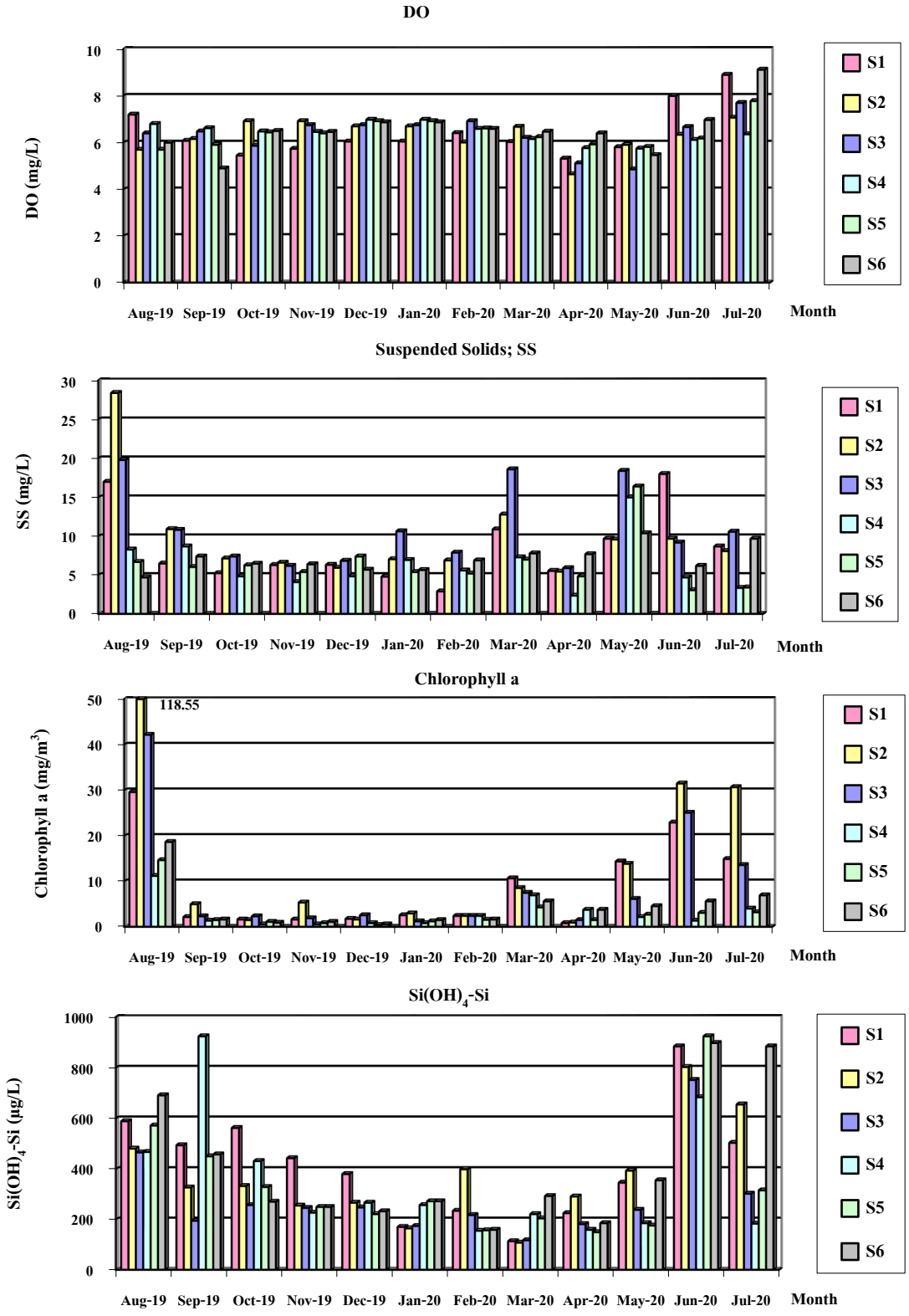


Fig. 2 (continued).

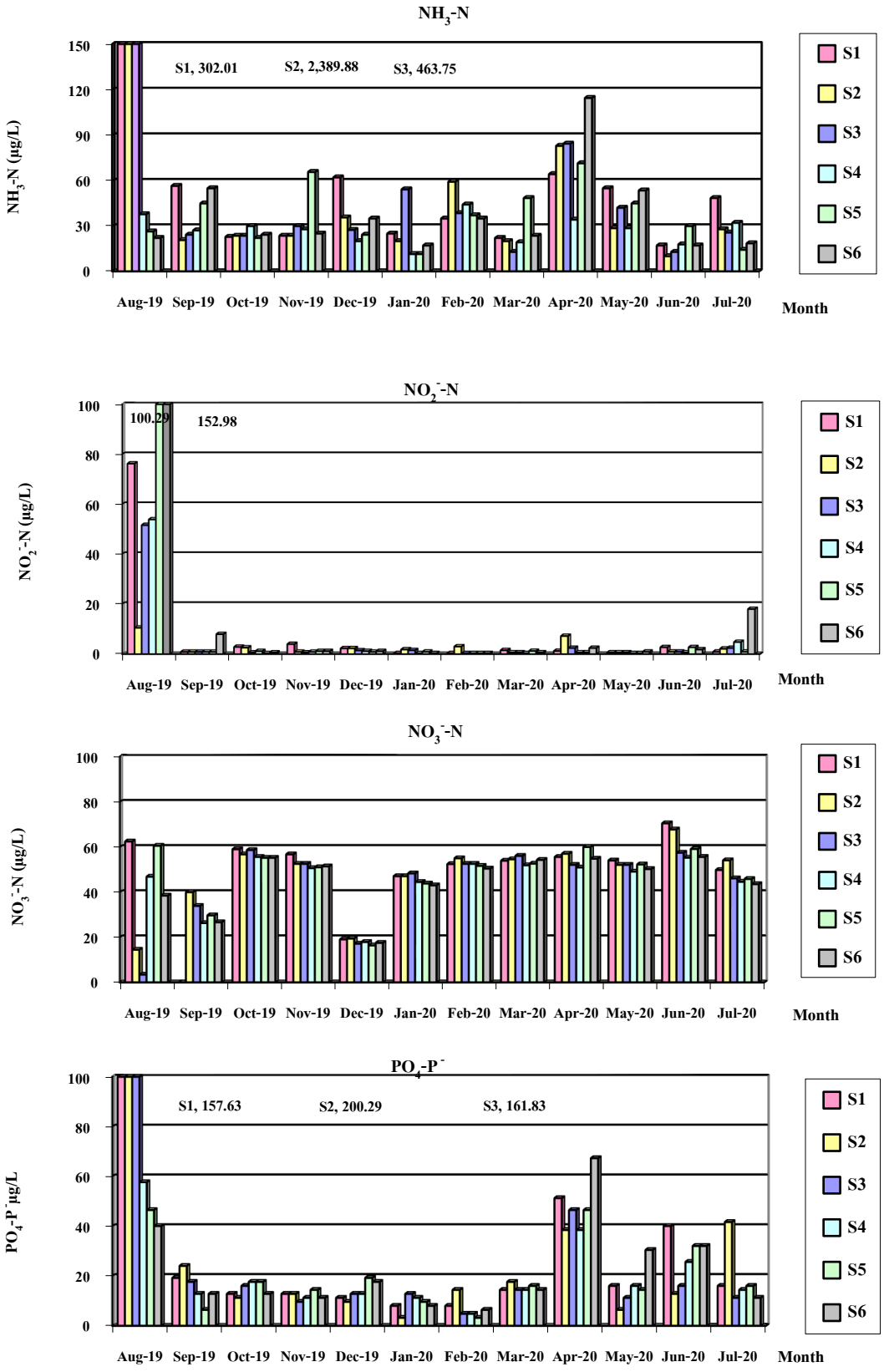


Fig. 2 (continued).

ค่าความเค็มของน้ำทะเลในเดือนสิงหาคม 2562 มีค่าต่ำกว่าในเดือนอื่นๆ อาจมาจากอิทธิพลของฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดพามวลน้ำจืดจากเจ้าพระยา กระจายลงสู่ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ใน รูปแบบของการไหลเวียนตามเข็มนาฬิกาของกระแสน้ำอ่าวไทยตอนใน

เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนมีน้ำจืดจากฝนที่ตกลงมาและน้ำจากแม่น้ำ คลองที่ไหลลงสู่ทะเล มีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนเนื่องจากในน้ำมีแร่ธาตุสูงจากน้ำจืดที่ไหลพัดพาแร่ธาตุต่างๆ ลงสู่ทะเล และในเดือนมิถุนายน 2563 ความเค็มมีค่าลดต่ำลงกว่าเดือนอื่นๆ อีกครั้ง อุณหภูมิในเดือนธันวาคม 2562 มีค่าต่ำกว่าในเดือนอื่นๆ เล็กน้อย เนื่องจากเป็นช่วงที่อุณหภูมิของอากาศมีค่าลดลง และเพิ่มขึ้นมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน-เดือนมิถุนายน 2563 การศึกษาพบว่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำทะเลมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับปริมาณคอลโรฟิลล์-เอ อาจเนื่องมากจากองค์ประกอบของตะกอนแขวนลอยส่วนหนึ่งเป็นอนุภาคของแพลงก์ตอน (plankton particle material) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่าวชลบุรี พ.ศ. 2551 ของอนุกูลและประสาท (2554)

ในเดือนสิงหาคม 2562 เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีจากแพลงก์ตอนพืช *Noctiluca scintilans* บริเวณสถานีชายฝั่ง (สถานีที่ 1-3) ส่งผลให้ ปริมาณธาตุอาหารในสถานีที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีมีค่ามากกว่าเดือนอื่นๆ อย่างชัดเจน โดยเฉพาะบริเวณสถานี S2 ที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด ได้แก่ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน และปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ซึ่งมีความสอดคล้องกับการรายงานสถานการณ์การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (*Noctiluca scintilans*) การเกิดน้ำเปลี่ยนสีมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออร์โธฟอสเฟต และปริมาณแอมโมเนียค่อนข้างมาก (สมภพ และคณะ, 2546)

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าไม่แตกต่างกันมาก ยกเว้นในเดือนสิงหาคม 2562 ที่สถานีที่ S1 และ S5 และในเดือนมิถุนายน 2563 ที่สถานี S1S และ S2S และปริมาณซิลิเกตในน้ำทะเลของแต่ละเดือนแตกต่างกันไม่มากนัก ยกเว้นในเดือนมิถุนายน 2563 อาจเนื่องมาจากได้รับอิทธิพลของฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดพามวลน้ำจืดจากเจ้าพระยา

สรุป

การศึกษาปริมาณของธาตุอาหารในน้ำทะเลและคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวศรีราชาในรอบปี พบว่าฤดูกาลมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารและการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ เนื่องจากปัจจัยของปริมาณมวลน้ำจืดจากเจ้าพระยากระจายลงสู่ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มที่ลดลงในกลางฤดูน้ำหลาก (High loading period) และการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารในทะเล ส่งผลต่อการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชจนเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณอ่าวศรีราชา ในช่วงเดือนสิงหาคม 2562 เดือนมิถุนายน และเดือนกรกฎาคม 2563 ในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม 2563 นอกจากน้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงขึ้น และมีปริมาณของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่สูงขึ้นด้วย ส่งผลให้บริเวณอ่าวศรีราชามีการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชในช่วงฤดูแล้ง (Low loading period) ได้แก่ เดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2563 และในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562- มกราคม 2563 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำทะเลมีค่าค่อนข้างต่ำและมีการเปลี่ยนปลงน้อยกว่าในฤดูอื่น อาจเนื่องมาจากมีปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารในน้ำทะเลน้อยกว่าในฤดูอื่น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการจ้างเหมาพัฒนาแบบจำลองทางสมุทรศาสตร์และระบบเตือนภัยล่วงหน้าบริเวณอ่าวไทย ระยะที่ 2 ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

เอกสารอ้างอิง

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และคณะ. 2556. รายงานฉบับสมบูรณ์การประเมินคุณค่าทางด้านการประมงและสิ่งแวดล้อมทางน้ำของพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีนเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรทางน้ำภายใต้หลักสมดุลธรรมชาติ. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2545. สรีรวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล, ปัทมา สิงหรักษ์. 2556. ฟลักซ์ กระบวนการขนส่ง และวัฏจักรของสารอาหารพืชบริเวณแนวปะการังหมู่เกาะแสมสาร. รายงานวิจัยทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2556 โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารีฯ. กรุงเทพฯ.

มินตรา มารบุญ, เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, ณิศรา ถาวรโสตร์, จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2560. การแพร่กระจายของธาตุอาหารในอ่าวไทย. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 686–693.

สมภพ รุ่งสุภา, ชลธยา ทรงรูป, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธ์, อนุภาพ พานิชผล, อเนก โสภณ. 2546. สถานการณ์เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์, ประสาร อินทเจริญ. 2554. คุณภาพน้ำในอ่าวชลบุรี พ.ศ. 2551. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 16: 94–106.

APHA, AWWA, WEF. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th ed. American Public Health Association, Washington, DC., USA.

ผลของการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารต่อสีผิวและการเติบโตของกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii*

Effect of marigold petal supplementation in commercial diet on skin color and growth performance of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*

กรณ์รวี เอี่ยมสมบูรณ์[a]*, นฤชล ภัทราปัญญาวงศ์[b]

Kornrawee Aiemsomboon[a]*, Naruechon Pattarapanyawong[b]

[a]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

[b]สถานีวิจัยประมงสมุทรสงคราม คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สมุทรสงคราม 75000

[a]Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

[b]Samut Songkhram Fisheries Research Station, Samut Songkhram 75000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail: Kornrawee.a@gmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาผลการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารสำเร็จรูปต่อสีผิว ปริมาณแคโรทีนอยด์ การเติบโต และอัตรารอดของกุ้งก้ามกราม ผสมกลีบดอกดาวเรืองลงในอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามน้ำหนักเฉลี่ย 11.10±0.15 กรัม ในระบบแยกเลี้ยงเดี่ยวแนวตั้งพร้อมน้ำหมุนเวียนแบบปิด เป็นระยะเวลา 45 วัน ผลการศึกษาพบว่า กุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารผสมกลีบดอกดาวเรืองที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีการเติบโตดีกว่า 0 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม) และพบว่าอาหารที่เสริมกลีบดอกดาวเรือง 4 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลอัตราการเติบโตจำเพาะดีที่สุด ($p < 0.05$) อัตรารอดของกุ้งที่ได้รับอาหารเสริมกลีบดอกดาวเรืองทุกระดับมีอัตรารอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กุ้งที่ได้รับอาหารเสริมกลีบดอกดาวเรืองที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์สะสมในเนื้อสูงสุดแตกต่างจากกลุ่มอื่น ($p < 0.05$) สรุปได้ว่าการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารมีผลทำให้กุ้งก้ามกรามมีสีผิวเข้มขึ้นและสะสมแคโรทีนอยด์ในเนื้อและเปลือกมากขึ้น

คำสำคัญ: การเติบโต, กุ้งก้ามกราม, แคโรทีนอยด์, ดอกดาวเรือง, สีผิว

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of marigold addition in artificial feed on skin color, carotenoid content, growth rate and survival rate of giant river prawn *Macrobranchium rosenbergii*. Four levels of marigold petal 0, 2, 4 and 6 percent had been added in to prawn feed. The initial average weight of juvenile prawn was 11.10±0.15 gram/ prawn. Prawn were cultured use in an individual stack layer with closed water circulation and the experimental period was 45 days. Result demonstrated that prawn fed diet containing 2, 4 and 6 percent of marigold petal had significantly the growth performance ($p > 0.05$) than prawn fed control diet. Prawn fed diet containing 4 percent of marigold petal was significantly highest specific growth rate ($p < 0.05$). Shrimp fed all diets was not significantly different on survival rate ($p > 0.05$). Prawn fed diet containing 6 percent of marigold petal was significantly different highest carotenoid content ($p < 0.05$) than the others. In conclusion, it is suggested that diet contained marigold petal in artificial feed could improve the skin color and total carotenoid content in prawn.

Keywords: carotenoids, giant river prawn, growth performance, marigold, skin color

คำนำ

การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม Giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) มีการเลี้ยงแบบแยกเลี้ยงเดี่ยวแนวตั้งในระบบน้ำหมุนเวียนเพื่อให้กุ้งก้ามกรามมีขนาดใหญ่ขึ้น มีอัตรารอดสูงกว่าการเลี้ยงในบ่อดินแบบดั้งเดิม การเลี้ยงแบบแยกเลี้ยงเดี่ยวจะใช้น้ำน้อยและใช้พื้นที่เลี้ยงไม่มาก แต่กุ้งที่เลี้ยงในโรงเรือน บ่อซีเมนต์หรือภาชนะปิดทึบ เมื่อเลี้ยงไประยะเวลาหนึ่งจะพบว่าสีผิวของกุ้งซีดลง (Menasveta et al., 1993) เนื่องจากกุ้งได้รับอาหารที่มีสารสีไม่เพียงพอทำให้มีสีของผิวและเนื้อกุ้งไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นการเสริมสารสีในอาหารเพื่อเร่งให้มีการสะสมสารสีจึงจำเป็นต่อการผลิตอาหารกุ้ง สารสีในดอกดาวเรือง (*Tagetes erecta* Linn.) ได้แก่ สารลูทีน (Lutein) จะให้สีเหลืองซึ่งเป็นสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) สามารถถูกเปลี่ยนมาเป็นแอสตาแซนทินที่จะช่วยเร่งสีในสัตว์ มีการนำกลีบดอกดาวเรืองมาผสมอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่ากุ้งมีสีเพิ่มขึ้น การสะสมแคโรทีนอยด์ในกล้ามเนื้อและเปลือกกุ้งเพิ่มมากขึ้น (สุกิจ และพูนสิน, 2538; ชลี และคณะ, 2559; Paibulkichakul et al., 2008) เช่นเดียวกับการเสริมดอกดาวเรืองในอาหารเลี้ยงกุ้งขาว พบว่าสารแซนโทรฟิลล์จากดอกดาวเรืองช่วยเร่งสีในเปลือกกุ้งขาวและช่วยเพิ่มการเติบโต (สุทธินันท์, 2555) นอกจากนี้ ดอกดาวเรืองมีราคาค่อนข้างถูก หาซื้อได้ง่าย จึงเหมาะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเสริมในอาหารเพื่อช่วยเร่งการเกิดสีในกุ้ง ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารสำเร็จรูปที่จะเร่งสีในกุ้งก้ามกรามและมีผลต่อการเติบโตและการรอดตายของกุ้งก้ามกราม

อุปกรณ์และวิธีการ

โครงการวิจัยได้ผ่านการพิจารณาและอนุมัติการใช้สัตว์ทดลองจากคณะกรรมการการควบคุมดูแลการเลี้ยงและการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ของคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Protocol Review No.1923005)

การทดลองนี้ออกแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ อาหารผสมกลีบดอกดาวเรืองบดละเอียด 4 ระดับ คือ 0, 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ (ระดับโปรตีนเท่ากัน 40%) ส่วนประกอบของอาหารแสดงดัง Table 1 ใช้เวลาในการทดลอง 45 วัน จัดชุดทดลองและซ้ำโดยการสุ่ม ทดลองเลี้ยงในระบบแยกเลี้ยงเดี่ยวแนวตั้ง ของบริษัท วิน วิชชั่น จำกัด เป็นกล่องพลาสติกมีขนาดกว้าง 29 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร และสูง 19 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำภายในกล่อง 7 ลิตร นำน้ำประปามีความเค็ม 0 ส่วนในพัน (psu) เติมน้ำลงในภาชนะพักน้ำที่อยู่ด้านล่างของแถวกล่องพลาสติก มีส่วนบำบัดน้ำทางชีวภาพแบบใช้อากาศที่บรรจุ Bioballs ไว้ ทำการเปิดปั๊มเติมอากาศในถังพักน้ำ ทิ้งไว้อย่างน้อย 45 วัน เพื่อให้แบคทีเรียเกิดขึ้นบน Biloballs ในระบบบำบัด และเปิดปั๊มน้ำให้ดึงน้ำหมุนเวียนขึ้นไปในระบบเลี้ยง นำกุ้งก้ามกรามเพศผู้ อายุ 3 เดือน จากฟาร์มกุ้งในจังหวัดราชบุรี มาเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งก้ามกรามเป็นเวลา 7 วัน คัดกุ้งก้ามกรามเพศผู้มีน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 10.33-11.88 กรัม จำนวน 24 ตัว นำมาใส่กล่องพลาสติกกล่องละ 1 ตัว ในแต่ละชุดการทดลองมีกุ้งจำนวน 5 ตัว จัดกุ้งลงเลี้ยงในกล่องโดยการสุ่ม เพื่อลดผลกระทบจากการได้รับแสงที่แตกต่างกัน และใส่ท่อพีวีซีเป็นที่หลบซ่อน

การผลิตอาหารทดลอง นำกลีบดอกดาวเรืองอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (ชลี และคณะ, 2559) นำไปบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาดตา 500 ไมครอน นำมาผสมกับวัตถุดิบอาหารให้เข้ากันแล้วนำเข้าเครื่องอัดเม็ด

อาหาร California Pelleting Machine (CPM) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำเม็ดอาหารที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (หับเส๊าะ และคณะ, 2553) ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาคัดแยกขนาดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1000, 850 และ 500 ไมครอน นำอาหารเม็ดมาวางทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนที่จะบรรจุในภาชนะปิดสนิทแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง และนำอาหารส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนรวมด้วยเครื่อง Kjeltec 8400 Analyzer Unit ยี่ห้อ FOSS และวิเคราะห์หาปริมาณไขมันรวม ความชื้น และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2005)

Table 1 Ingredients of *M. rosenbergii* feed

Ingredient (%)	Marigold petal (%)			
	0	2	4	6
Fish meal	35	35	35	35
Soybean meal	16	16	16	16
Shrimp meal	6	6	6	6
Wheat powder	26	24	22	20
Wheat gluten	5	3	3	3
Tuna oil	4	4	4	4
Mineral premix*	2	2	2	2
Vitamin premix**	2	2	2	2
Cholesterol	1	1	1	1
Lecithin	1	1	1	1
Alpha Tapioca starch	2	2	2	2
Marigold petal	0	2	4	6
Total	100	100	100	100

* Mineral premix contains natural mineral chelate such as Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Se, Cr, P etc.

** Vitamin premix contains Vitamin E 5000 IU, Vitamin C 35.00 g, Vitamin B1 5.50 g, Vitamin B2 5.50 g, Vitamin B6 15.00 g, Vitamin B12 0.10 g, Niacin 10.00 g, Folic acid 0.40 g, Inositol 20.00 g, Glucono Delta Lactone 50.00 g, Feed additives 0.50 g, Preservative 0.50 g, Carrier add to 1 kg

ดำเนินการทดลอง ชั่งน้ำหนัก (กรัม) กุ้งก้ามกรามเพศผู้ก่อนลงเลี้ยงโดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอล 3 ตำแหน่ง วัดความยาวลำตัว (เซนติเมตร) โดยใช้ไม้วัดความยาวกุ้ง พร้อมถ่ายรูปสีบนลำตัวกุ้งก้ามกรามก่อนเริ่มเลี้ยง ให้อาหารสูตรควบคุมประมาณ 3 วัน เพื่อให้กุ้งปรับสภาพและคุ้นเคยกับระบบทดลอง จากนั้นเริ่มให้อาหารทดลอง วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น.และ 17.00 น. ในอัตรา 3–5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ปริมาณอาหารจะปรับตามความต้องการของกุ้งโดยดูจากอาหารที่เหลือ ดูดตะกอนก่อนให้อาหารมื้อแรกและหลังให้อาหารแต่ละมื้อ บันทึกการเติบโตได้แก่ น้ำหนัก และความยาว ทุก 2 สัปดาห์ จนครบ 6 สัปดาห์ โดยสลบกุ้งด้วยวิธีแช่น้ำแข็ง (rapid cooling) (น้ำผสมน้ำแข็งในอัตราส่วน 1: 1) อุณหภูมิ 2–4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4–5 นาที สังเกตว่ากุ้งไม่เคลื่อนไหวขาเดิน

(ดัดแปลงจาก Wilson et al., 2009) นำมาชั่งวัดด้วยความรวดเร็ว แล้วนำกุ้งไปแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติให้ฟื้นก่อนที่นำกุ้งกลับไปคืนในกล่องเลี้ยง ตรวจสอบคุณภาพน้ำระหว่างการทดลองทุกสัปดาห์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นด่าง (alkalinity) ปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ปริมาณแคลเซียมและแมกซีเซียม เมื่อสิ้นสุดการทดลองนับจำนวนกุ้งที่เหลือในกล่องเลี้ยงทั้งหมด และนำเนื้อและเปลือกกุ้งมาวัดปริมาณแคโรทีนอยด์รวม โดยนำตัวอย่างอบแห้ง 30 มิลลิกรัม บดละเอียด สกัดด้วยอะซีโตน 10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ 500 rpm 5 นาที แล้วนำไปวัดความยาวคลื่นแสงที่ 474 nm นำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณตามสมการ $E^{1\%}$ 1 cm = 1,900 หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (Foss et al., 1984)

วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลอง ได้แก่ น้ำหนัก ความยาวลำตัว อัตราการเติบโตจำเพาะ อัตรารอด และปริมาณแคโรทีนอยด์ ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS V.20.0

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

กุ้งก้ามกรามมีการเปลี่ยนแปลงการเติบโในเวลาทดลอง 45 วัน แสดงดัง Fig. 1 และ Fig. 2 กุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารทดลองเสริมกลีบดอกดาวเรืองมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเติบโตจำเพาะ และอัตราการเติบโตต่อตัวต่อวัน ดีกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการเสริมกลีบดอกดาวเรือง เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งที่ได้รับอาหารเสริมกลีบดอกดาวเรือง 4 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเติบโตจำเพาะสูงกว่ากุ้งที่ได้รับอาหารเสริมกลีบดอกดาวเรือง 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการเสริมกลีบดอกดาวเรืองระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ในอาหารกุ้งกุลาดำทำให้กุ้งมีการเติบโตด้านน้ำหนักมากกว่าการทดลองอื่นๆ และมีการสะสมแคโรทีนอยด์ในเนื้อมากขึ้น (ชลี และคณะ, 2559) เช่นเดียวกับผลของการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารกุ้งขาวทำให้กุ้งขาวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและมีความเข้มสีลำตัวเพิ่มขึ้น (สุทธินันท์, 2555) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้กุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมกลีบดอกดาวเรืองมีสีบนลำตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าชุดควบคุม แสดงดัง Fig. 3

กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงมีอัตรารอดเฉลี่ยระหว่าง 79–100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมและสูตรเสริมกลีบดอกดาวเรือง 4 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบมีการตายของกุ้งในระหว่างการเลี้ยง ส่วนกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมกลีบดอกดาวเรือง 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ พบการตายในระหว่างการทดลองเลี้ยง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

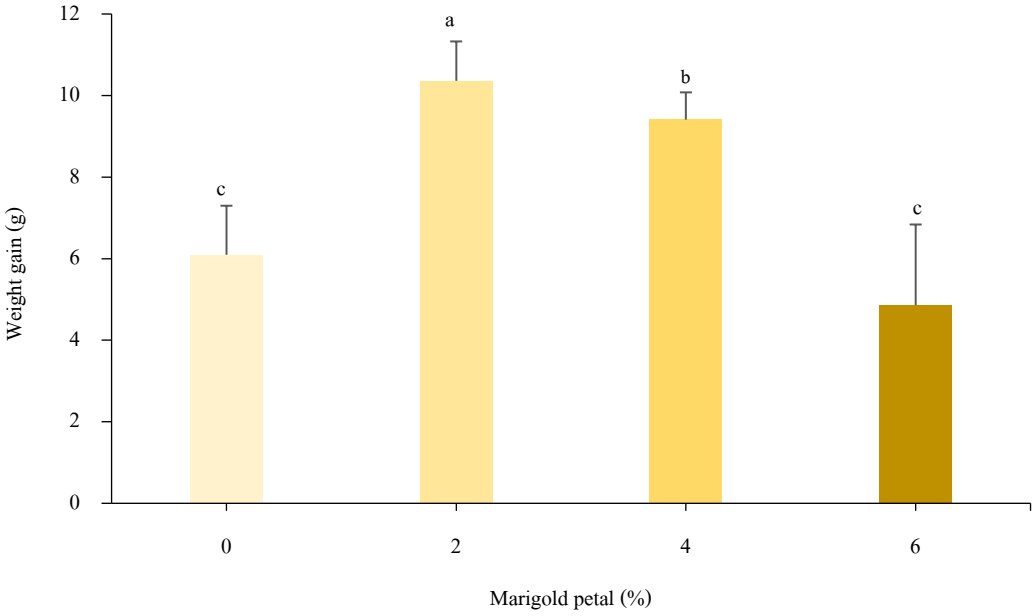


Fig. 1 Weight gain of *M. rosenbergii* fed diet with marigold petal

*The same letter above the bar are not significantly different

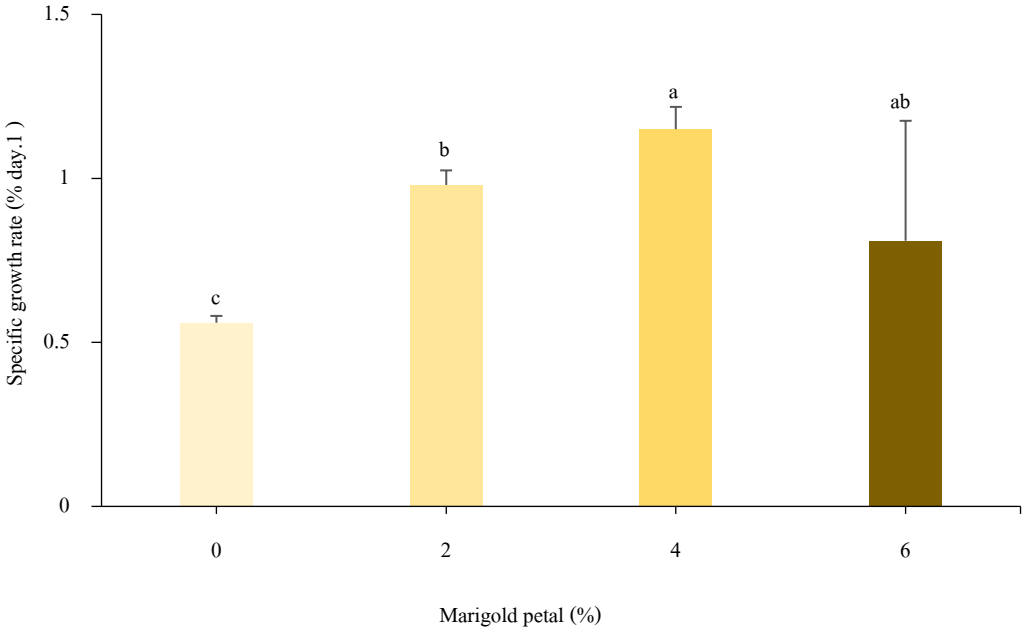


Fig. 2 Specific growth rate of *M. rosenbergii* fed diet with marigold petal

*The same letter above the bar are not significantly different

โดยการทดลองเลี้ยงครั้งนี้เป็นระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดซึ่งปริมาณแร่ธาตุในน้ำจะมีความสำคัญต่อการเติบโต การลอกคราบ และอัตรารอดของกุ้งก้ามกราม เนื่องจากแร่ธาตุหลักได้แก่ แคลเซียมและแมกนีเซียมจำเป็นต่อการสร้างเปลือกใหม่ของกุ้งในการลอกคราบเพื่อการเติบโต (Singh, 1980) ทั้งนี้ระหว่างการเลี้ยงตรวจพบ

ปริมาณแคลเซียมลดลง (จาก 320 เป็น 240 ppm) และแมกนีเซียมลดลง (จาก 300 เป็น 150 ppm) ทำให้แคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำมีไม่เพียงพอทำให้กุ้งขาดแร่ธาตุที่จะนำไปสร้างเปลือกใหม่และลอกคราบไม่ได้ (Haangsareurke et al., 2008) จึงทำให้พบการตายของกุ้งในขณะกำลังลอกคราบ

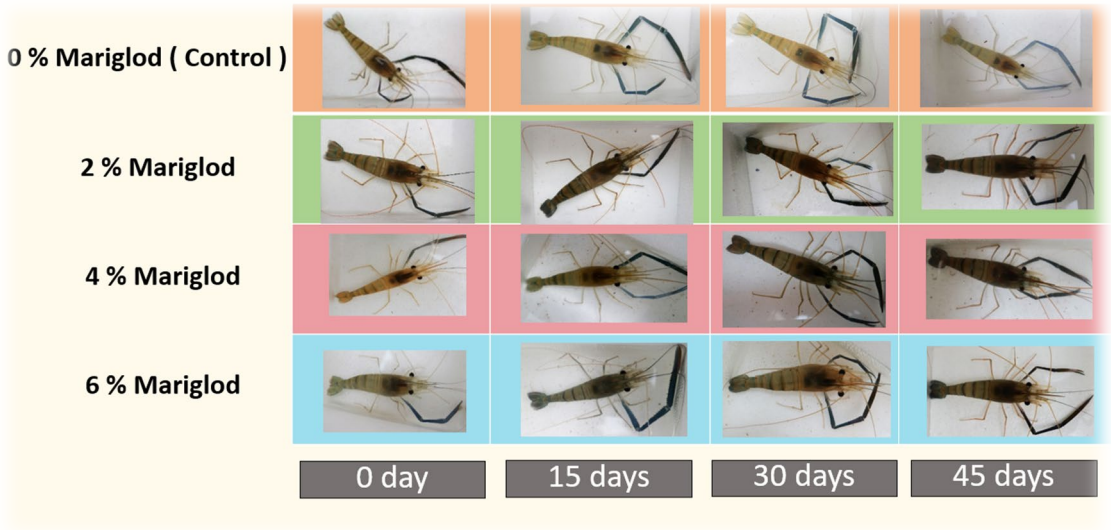


Fig. 3 Skin color of *M. rosenbergii*

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง วิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อกุ้งและในเปลือกกุ้ง พบว่า กุ้งที่ได้รับการเสริมกลีบดอกดาวเรือง 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์สะสมในเนื้อกุ้งสูงสุดเท่ากับ 24.58±0.15 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) กับชุดการทดลองอื่น แสดงดัง Fig. 4 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อกุ้งที่ได้รับอาหารเสริมกลีบดอกดาวเรือง 4, 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 7.43±0.05, 6.74±0.13 และ 3.21±0.06 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ กุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมกลีบดอกดาวเรือง 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์สะสมในเนื้อเยื่อสูงที่สุด โดยสารสีในดอกดาวเรืองที่ผสมในอาหารทดลองจะช่วยเร่งการสะสมสีในลำตัวและเปลือกกุ้งก้ามกราม สอดคล้องกับการใช้สารสกัดจากกลีบดอกดาวเรืองผสมอาหารกุ้งขาวสามารถช่วยเพิ่มสีในกุ้งได้ (Vemon-Carter et al., 1996) เช่นเดียวกับการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารกุ้งกุลาดำและกุ้งขาว (ชลี และคณะ, 2559; สุทธินันนท์, 2555) ทำให้กุ้งมีสีลำตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งการเกิดสารสีหรือรงควัตถุในสัตว์น้ำจำพวกครัสเตเซียนจะได้รับมาจากแหล่งอาหาร ความเข้มสีที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับหลายปัจจัยได้แก่ ปริมาณต่อหน่วยที่ได้รับ ระยะเวลาการเลี้ยง ส่วนผสมในอาหาร และปริมาณการตรึงแคโรทีนอยด์ (Carotenoid esterification) เป็นต้น (วีรเทพ และคณะ, 2554) ทั้งนี้กลีบดอกดาวเรืองมีรงควัตถุแคโรทีนอยด์กลุ่มแซนโทรฟิลล์ ได้แก่ Lutein ซึ่งช่วยเพิ่มคุณภาพสี และแคโรทีนอยด์สามารถเปลี่ยนเป็นแอสตาแซนทินไปสะสมในกล้ามเนื้อของกุ้งและเปลือกกุ้งโดยจับกับโปรตีน Crustacyanin จึงสามารถเพิ่มสีในกุ้งได้ (Yamada et al., 1990).

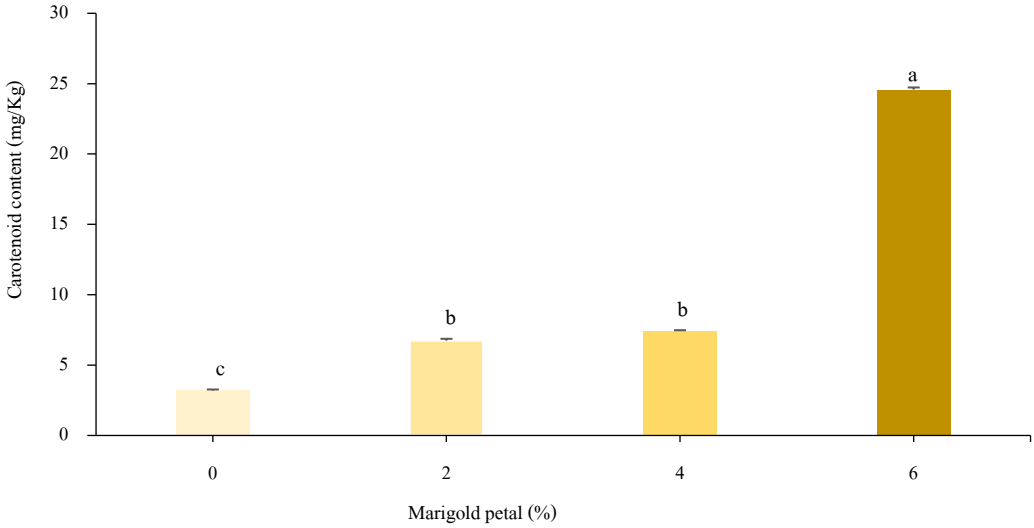


Fig. 4 Carotenoid content (mg/Kg) in *M. rosenbergii* at the end of experiment.

*The same letter above the bar are not significantly different.

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลอง แสดงดัง Table 2 ปริมาณโปรตีนในอาหารมีค่าระหว่าง 38.38-40.05 และไขมันมีค่าอยู่ระหว่าง 7.49–7.87 เปอร์เซ็นต์ สำหรับคุณภาพน้ำระหว่างการทดลองเลี้ยงความเค็มมีค่า 0 ส่วนในพัน (psu) อุณหภูมิ 28.0–30.0 องศาเซลเซียส ออกซิเจนละลายน้ำ 6.5–7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พีเอชมีค่าในช่วง 7.5–8.5 ความเป็นด่างมีค่าในช่วง 140–180 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียรวมมีค่าในช่วง 0–0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์มีค่าในช่วง 0–0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียม 240–320 พีพีเอ็ม และแมกนีเซียม 150–300 พีพีเอ็ม ซึ่งอยู่ในระดับมาตรฐานการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

Table 2 Nutritional value of experimental diets

Compositions	Marigold petal (%)			
	0	2	4	6
Moisture (%)	3.50±0.02	3.63±0.15	4.69±0.11	4.04±0.001
Ash (%)	11.33±0.26	10.88±0.09	10.46±0.05	10.53±0.06
Lipid (%)	7.49±0.05	7.86±0.12	7.79±0.18	7.87±0.17
Protein (%)	38.72±0.96	38.38±0.07	39.62±8.78	40.05±5.72

ผลการทดลองพบว่า สารสีจากดอกดาวเรืองสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเสริมในอาหารกุ้งก้ามกรามเพื่อช่วยเร่งสีและทำให้กุ้งมีการเติบโตเพิ่มขึ้น โดยระดับการเสริมกลีบดอกดาวเรืองที่เหมาะสมอยู่ที่ 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการเติบโตจำเพาะของกุ้งสูงสุดที่เสริมดอกดาวเรืองระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อปริมาณกลีบดอกดาวเรืองเพิ่มมากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ กุ้งมีการเติบโตลดลง เนื่องจากปริมาณกลีบดอกดาวเรืองที่มากเกินไปส่งผลต่อคุณภาพของอาหารอัดเม็ดทำให้อาหารมีความแข็งแรงลดลงและละลายน้ำได้ง่ายขึ้น (ชลี และคณะ, 2559) กุ้งจึงจับ

กินได้น้อยลง และกุ้งยังมีลำไส้สั้นและตรง การเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารเพิ่มมากขึ้นจะทำให้มีเยื่อใยในอาหารมากเกินไปจึงมีกากสะสมอยู่ในลำไส้กุ้งมากส่งผลต่อการดูดซึมสารอาหารชนิดอื่น (Vemon-Carter et al., 1996) ส่งผลต่อการเติบโตของกุ้งก้ามกราม ดังนั้น การใช้ดอกดาวเรืองเป็นแหล่งเพิ่มสารสีแคโรทีนอยด์ในอาหารกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมควรใช้ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ระบบน้ำหมุนเวียนในการเลี้ยงกุ้งควรให้มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมเพียงพอต่อการลอกคราบและการเติบโตของกุ้งด้วย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

ชลี ไพบูลย์กิจกุล, ชัยชนินทร์ เบี้ยวเหล็ก, รชนิมุข หิรัญสัจจาเลิศ, เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล. 2559. ผลของการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารต่อความเข้มสีในกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon*. แก่นเกษตร. 44: 461–468.

วีรเทพ ศรีปราชญ์, วิโรจน์ กิติคุณ, ภัคพงศ์ ปวงสุข, ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2554. การใช้สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) เป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำ. แก่นเกษตร. 39: 159–170.

สุกิจ รัตนวินิจกุล, พูนสิน พานิชสุข. 2538. ผลการเสริมสไปรูไลน่าและดอกดาวเรืองในอาหารต่อสีของกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2538. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดนครศรีธรรมราช, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สุทธินันท์ ทองมาก. 2555. ผลของอาหารเสริมแซนโทรฟิลล์จากกลีบดอกดาวเรืองกับแอสตาแซนทินต่อการเปลี่ยนแปลงสี และการเติบโตในกุ้งขาวแวนนาไม *Litopenaeus vannamei*. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หับเส๊าะ หมัดเหม, ธัญญา ดวงจินดา, สุภฎา คีรีรัฐนิคม. 2553. การใช้สาหร่ายผมนางเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตและสารเหนียวในอาหารกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*). วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 13: 31–39.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Animal feed. In: Horwitz, W. (Ed.). Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. AOAC International. Maryland.

Foss, P., Storebakken, T., Schiedt, K., Liaaen-Jensen; S., Austreng, E., Streiff, K. 1984. Carotenoids in diets for salmonids 1. Pigmentation of rainbow trout with the individual optical isomers of astaxanthin in comparison with canthaxanthin. Aquaculture. 41: 213–226.

Hangsapreurke, K., Thamrongnawasawat, T., Powtongsook, S., Tabthipwon, P., Lumubol, P., Pratoomchat, B. 2008. Embryonic development, hatching, mineral consumption, and survival of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) reared in artificial seawater in closed recirculating water system at different levels of salinity. Maejo international Journal of Science and Technology. 2: 471–482.

Menasveta, P., Worawattanamateekul, W., Lastscha, T., Clark, J. S. 1993. Correction of black tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricius) coloration by astaxanthin. Aquaculture Engineering. 12: 203–213.

Paibulkichakul, C., Piyatiratitivorakul, S., Sorgeloos, P., Menasveta, P. 2008. Improved maturation of one-reared, black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) using fish oil and astaxanthin feed supplements. Aquaculture. 282: 83–89.

Singh, T. 1980. The isosmotic concept in relation to the aquaculture of the giant prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture. 20: 251–256.

Vemon-Carter, E.J., Ponce-Palafox, JT., Pedroza-Islas., R. 1996. Pigmentation of Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) using Aztec marigold (*Tagetes erecta*) extracts as the carotenoid source. Arch Latinoam Nutr. 46: 243–246.

Wilson, J.M., Bunte, R.M, Carty, A. J. 2009. Evaluation of rapid cooling and tricaine methanesufonate (MS222) as method of euthanasia in Zebrafish (*Danio rerio*). Journal of the American Association for Laboratory Animal Science. 48: 785–789.

Yamada, S. Tanaka, Y., Sameshima, M., Ito, Y. 1990. Pimentation of prawn (*Penaeus japonicus*) with carotenoids: I. Effect of dietary astaxanthin, β-carotene and canthaxanthin on pigmentation. Aquaculture. 87: 323–330.

Infection of *Echinoplectanum plectropomi* (Monogenea: Diplectanidae) on the gills of the spotted coral grouper *Plectropomus maculatus* (Perciformes: Serranidae) from the Samaesarn Island in the Gulf of Thailand

Chompunooch Saengpheng, Watchariya Purivirojkul*
Animal Systematics and Ecology Speciality Research Unit, Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bang Khen Campus, Bangkok 10900, Thailand.
* Corresponding author. E-mail address: fsciwyp@ku.ac.th

Abstract

Echinoplectanum is a genus of diplectanid monogenean and commonly found to infect in genus *Plectropomus*. This study aimed to investigate diversity, prevalence, mean intensity and morphological characters of monogenean in the spotted coral grouper from the Samaesarn Island, Chonburi province in the Gulf of Thailand. Eighteen specimens of *Plectropomus maculatus* (total length 300–400 mm, weight 300–800 g) were collected from May to July 2020. Fish were immediately transported in a cool box to the laboratory, gills were removed from the fish samples and examined for gill parasite under a stereomicroscope. The identification of monogeneans based on morphological characters. Six spotted coral groupers were infected with only one species of monogenean, *Echinoplectanum plectropomi* with 33.3% of prevalence and 307.5 individuals/fish of mean intensity. Several morphological characters of the *E. plectropomi* were measured, following 0.353–0.644 mm (n = 15) of the body length; 0.226–0.373 mm (n = 15) of the maximum width; 0.050–0.065 mm (n = 15) of the squamodisc diameter; 0.036–0.039 mm (n = 15) of the ventral anchor length; and 0.030-0.034 mm (n = 15) of the dorsal anchor length. This finding provides new record for *E. plectropomi* from *P. maculatus* in the Gulf of Thailand.

Keywords: *Echinoplectanum plectropomi*, Gulf of Thailand. *Plectropomus maculatus*, prevalence, mean intensity

Introduction

The spotted coral grouper *Plectropomus maculatus* (Bloch, 1790) (Perciformes: Serranidae) is coral-reef fish that occur in shallow tropical and subtropical waters, known from the western tropical Pacific: Singapore, Philippines, Indonesia, Papua New Guinea, Solomon Island, Australia, and Thailand. The spotted coral groupers are high value marine fish, commonly used for food (Heemstra and Randall, 1993) and are cultured in cages (Yashiro, 1997). In Thailand, the spotted coral grouper is common on the coastal reef in the Southern and Eastern part, along the Island in the Gulf of Thailand (Satapoomin, 2000), including Samaesarn Island, Chonburi province. Diplectanid monogenean parasitize on the gills of *Plectropomus* (Oken, 1817), mostly belong to genus *Echinoplectanum* Justine and Euzet (2006) , they mainly show strict host-specificity (Justine & Euzet, 2006). The gills of fish represent one of the biotope mostly exploited by different ectoparasites (Rhode, 1982). Gills of infested fish were swollen and pale haemorrhagic with hypersecretion of mucus, the presence of thick mucus secretion leads to respiratory failure (Purivirojkul, 2013). Morphologically, *Echinoplectanum* is unique among Diplectanidae by having a male copulatory organ comprising a tubular sclerotised penis with a muscular reservoir at its proximal extremity and a protrusible cirrus and a female copulatory organ comprising a sclerotised vaginal sac (Justine & Euzet, 2006) and currently contains 7 valid species (Gibson, 2021) which have mostly been reported from *Plectropomus* (Justine and Euzet, 2006), but only one, *E. echinophallus* (Euzet and Oliver, 1965) Justine & Euzet, 2006 is parasite of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Perciformes: Serranidae). This study aimed to investigate diversity, prevalence, mean intensity and morphological characters of *E. plectropomi* in the spotted coral grouper from the Samaesarn Island, Chonburi province in the Gulf of Thailand. This finding provides new record for *E. plectropomi* from *P. maculatus* in Thailand.

Materials and Methods

Eighteen specimens of *Plectropomus maculatus* (total length 300–400 mm, weight 300–800 g) were obtained from a fish market in Chonburi province, Thailand between May and July 2020. The gills were removed and placed in Petri dishes containing seawater. The parasites were collected from the gills with a fine needle under a stereomicroscope, and were mounted in ammonium picrate-glycerine and some specimens were stained with neutral red. All specimens were observed using light microscope and some specimens were photographed using an Olympus DP 70 microscope (Olympus Corporation, Japan), the identification of monogeneans based on morphological characters. The measurements of the haptoral hard-part were conducted as described by Justine (2005). All measurements are in millimeters as the mean followed by the range and number of measurements in parentheses. The study of prevalence and mean intensity according to Bush et al. (1997); prevalence (%) is the number of hosts infected with one or more individuals of a particular parasite species divided by the number of hosts examined for that parasite species and mean intensity (individuals/fish) is the total number of parasites of a particular species found in a sample divided by the number of hosts infected with that parasite.

Results

Diversity, Prevalence and mean intensity of parasites

Parasite diversity in the spotted coral grouper *Plectropomus maculatus* (Fig. 1) were collected from the Samaesarn Island in the Gulf of Thailand. The fish were infected with only one species of monogenean. The monogenean was identified as *Echinoplectanum plectropomi* (Fig. 2). The prevalence and mean intensity of *E. plectropomi* from *P. maculatus* was 33.3% (6/18) and 307.5 individuals/fish (1,845/6), respectively.

Morphological study

Family Diplectanidae Bychowsky, 1957

Genus *Echinoplectanum* Justine & Euzet, 2006

Echinoplectanum plectropomi (Young, 1969) Justine & Euzet, 2006

The specimens in the present study were compared with descriptions from the original paper and another paper (Young, 1969; Justine and Euzet, 2006). Body was fusiform, the shape of *E. plectropomi* were differentiated according to the coverslip pressure applied (Fig. 2A–B). Several morphological characters of the *E. plectropomi* were measured, Body length including haptor 0.437 (0.353-0.644; n = 15), maximum width 0.288 (0.226-0.373; n = 15). Tegument smooth. Anterior region with 3 pairs of head organ and 2 pairs of eyespots; anterior pair smaller than posterior pair. Pharynx median, spherical 0.036 (0.032-0.039; n = 15) in length, 0.036 (0.032–0.039; n = 15) in width. Oesophagus very short; intestinal bifurcation immediately follows to pharynx. Caeca simple, terminate blindly at level of posterior margin of vitelline follicles. Haptor differentiated from rest of body (Fig. 2C), width 0.183 (0.160-0.220; n = 15), with 2 similar squamodiscs, 2 pairs of lateral anchors, 3 bars and 14 marginal hooklets. Squamodiscs round in shape, made up of rows of rodlets; rodlets interlocking and robust in innermost rows, becoming progressively thinner in peripheral rows, in certain rodlets with anteriorly directed spurs. Dorsal squamodisc length 0.057 (0.049–0.067; n = 15), diameter 0.057 (0.050–0.065; n = 15), with 10-13 (n = 15) rows of rodlets including 2–4 innermost row forming closed circles. Ventral squamodisc length 0.062 (0.042–0.073; n = 15), diameter 0.058 (0.049–0.067; n = 15), with 10–13 (n = 15) rows of rodlets including 2–4 innermost row forming closed circles. Ventral anchors with distinct guard and deep roots, outer length 0.038 (0.036–0.039; n = 15), inner length 0.036 (0.033–0.039; n = 15). Dorsal anchors with indistinct guard and deep root, outer length 0.033 (0.032-0.034; n = 15), inner length 0.020 (0.019-0.023; n = 15). Dorsal (lateral) bars straight, elongate and roughly cylindrical lateral extremity, length 0.054 (0.049-0.058; n = 15), maximum width 0.015 (0.011–0.020; n = 15). Ventral bar elongate, with constricted median portion with broad anteromedial process and pointed extremities, length 0.068 (0.059–0.074; n = 15), maximum width 0.012 (0.010–0.014; n = 15); groove visible on its ventral side.

Male copulatory organ: a thinly sclerotised cylinder penis, longer than wide, wider at its proximal (anterior) extremity (Fig. 2A, 2B, 2D), length 0.038 (0.033-0.040; n = 15), proximal diameter 0.019 (0.017–0.022; n = 15), distal diameter 0.012 (0.010-0.015; n = 15); muscular reservoir at proximal (anterior) extremity of penis with muscular layers indistinct; thin protrusible cirrus within penis; no spine seen. Testis subspherical, intercaecal. Ovary dextral, intercaecal, encircles right intestinal caecum. Vitelline fields lateral to the body

coextensive with intestinal caeca and confluent posterior to the testis region and terminate anterior to the peduncle.

Sclerotised vagina sinistral, located posterior to male copulatory organ, a slightly sclerotised sac (Fig. 2A, 2B, 2D), length 0.050 (0.040-0.057; n = 15), width 0.037 (0.034-0.041; n = 15). No tubes seen in vagina. Single mature egg with filament (Fig. 2B) was seen on right side of the body, apparently oval, 0.052×0.086 mm (n = 1).



Fig. 1 The spotted coral grouper *Plectropomus maculatus* (Bloch, 1790)

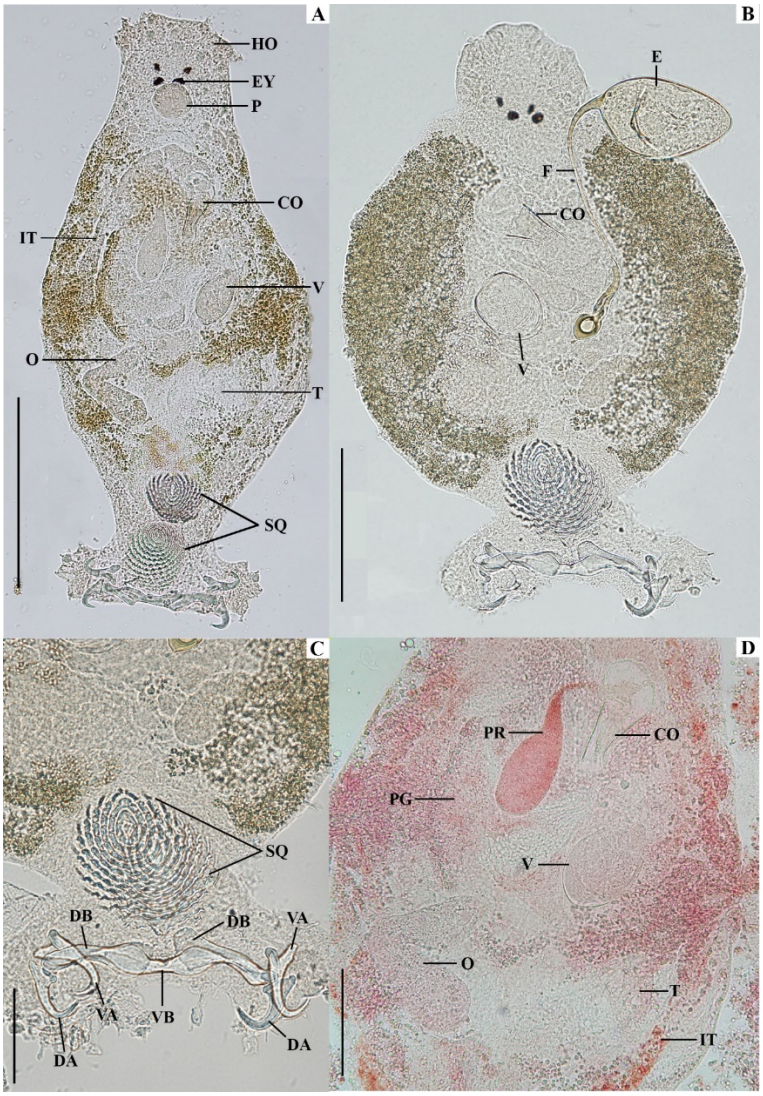


Fig. 2 *Echinoplectanum plectropomi* (Young, 1969) Justine & Euzet, 2006 from *Plectropomus maculatus*. A: ventral view of a whole worm. Observe head organ (HO), two pairs of eyespots (EY), pharynx (P), male copulatory organ (CO), sclerotised vagina (V), intestine (IT), ovary (O), testis (T), squamodiscs (SQ). B: dorsal view of a whole worm. Observe the egg (E), filament (F). C: Haptor. Observe ventral bar (VB), dorsal bar (DB), ventral anchor (VA), dorsal anchor (DA). D: Male and Female organs, ventral view. Observe prostatic reservoir (PR), prostatic gland (PG), scale bars: A, 200 µm; B, 100 µm; C-D, 50 µm.

Discussion

Echinoplectanum currently contains 7 valid species (Gibson, 2021), i.e. two species are from *Plectropomus laevis* (Lacépède, 1801): *E. leave* Justine and Euzet, 2006 and *E. chauvetorum* Justine and Euzet, 2006; three species are from *P. leopardus* (Lacépède, 1802): *E. leopardi* Justine and Euzet, 2006; *E. pudicum* Justine and Euzet, 2006 and *E. rarum* Justine and Euzet, 2006; *E. echinophallus* (Euzet and Oliver, 1965) Justine and Euzet, 2006 from *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) and *E. plectropomi* (Young, 1969) Justine and Euzet, 2006 from *P. maculatus* (Bloch, 1790) (Justine and Euzet, 2006). The genus *Echinoplectanum* Justine and Euzet, 2006 is characterized by having a male copulatory organ comprising a tubular sclerotised penis with a muscular reservoir at its proximal extremity and a protrusible cirrus, which is sometimes spiny at its distal extremity and a female copulatory organ comprising a sclerotised vagina sac, which is sometimes two thin tubes. The members of genus *Echinoplectanum* are mainly specific to grouper, members of *Plectropomus* (family Serranidae, subfamily Epinephelinae), with a strict species specificity (Justine and Euzet, 2006). Young (1969) had described *Diplectanum plectropomi* Young, 1969 collected from *P. maculatus* from Heron Island, Queensland, Australia. Subsequently, Justine and Euzet (2006) is erected the genus *Echinoplectanum* and transferred 2 species from genus *Diplectanum*, i.e. *D. plectropomi* Young, 1969 and *D. echinophallus* Euzet and Oliver, 1965 to genus *Echinoplectanum*, as *E. plectropomi* (Young, 1969) Justine & Euzet, 2006 and *E. echinophallus* (Euzet and Oliver, 1965) Justine & Euzet, 2006, respectively. *Echinoplectanum plectropomi* is distinguished from other species within the genus by the shape and size of its male copulatory organ and the shape of sclerotised vagina (Justine and Euzet, 2006). In the present study, *E. plectropomi* was collected from the gills of the spotted coral grouper *P. maculatus* from the Samaesarn Island in the Gulf of Thailand. Similarity to Young (1969) who reported *D. plectropomi* infection in *P. maculatus* from Heron Island, Queensland, Australia. The specimens of *E. plectropomi* described by Young (1969) was found to have shorter body and less width sclerotised vagina sac than this study. These differences could be due to the geographical location of fish hosts and the methods used in measuring fresh and fixed specimens (Bu et al., 1999). The distribution varied from one habitat to another which probably due to host-parasite relationship, abiotic factors, e.g. temperature, pH (Anderson, 1992). The monogeneans, *E. plectropomi* are prevalent in wild the spotted coral groupers from the Samaesarn Island in the Gulf of Thailand, with the infection rate varying according to, e.g. habitat, season, host density, temperature, water levels and precipitation (Dobson and Carper, 1992; Marcogliese, 2001; Erazo-Pagador and Cruz-Lacierda, 2010). The result of this study showed that the prevalence of gill monogenean was lower than reported of Young (1969) (71.4%). Contrary, mean intensity was higher than reported of Young (1969) (4.2 individuals/host). We can stated that this species of monogenean often found in this fish species but

mean intensity can differ from environment, e.g. season and show strictly host-specific even when widely distributed. This is the first report of *E. plectropomi* from Thailand.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

This research was funded by Graduate Scholarships from the Faculty of Science, Kasetsart University, and the Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok, Thailand and thanks to the Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University for laboratory facilities.

References

Anderson, R.C. 1992. Nematodia Parasites of Vertebrates, their Development and Transmission. CAB International, Wilingford.

Bu, S.S.H., Leong, T.S., Wong, S.Y., Woo, Y.S.N., Foo, R.W.T. 1999. Three diplectanid monogeneans from marine finfish (*Epinephelus* spp.) in the Far East. J. Helminthol. 73: 301–312. doi.org/10.1017/S0022149X99000505

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own term: Margolis et al. revisited. J. Parasitol. 83: 575–583. doi: 10.2307/3284227

Dobson, A., Carper, R. 1992. Global warming and potential changes in host-parasite and disease-vector relationships. Peters, In: R.L., Lovejoy, T.E. (Eds.). Global warming and biological diversity. Yale University Press. New Haven, pp. 201–217.

Erazo-Pagador, G., Cruz-Lacierda, E.R. 2010. The morphology and life cycle of the gill monogenean (*Pseudorhabdosynochus lantauensis*) on orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) cultured in the Philippines. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 30: 55–64.

Gibson, D. 2021. WoRMS (World Register of Marine Species), *Pseudorhabdosynochus* Yamaguti, 1958. http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=517963, 1 January 2021.

Heemstra, P.C., Randall, J.E. 1993. FAO Species catalogue. Vol. 16.Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcord, hind, coral grouper and lyretail species known to date. FAO Fisheries Synopsis, No. 125, Volume 16. Rome: FAO.

Justine, J.-L. 2005. Species of *Pseudorhabdosynochus* Yamaguti, 1958 (Monogenea: Diplectanidae) from *Epinephelus fasciatus* and *E. merra* (Perciformes: Serranidae) off New Caledonia and other parts of the Indo-Pacific Ocean, with a comparison of measurements of specimens prepared using different methods, and a description of *P. caledonicus* n. sp. Syst. Parasitol. 62: 1–37. doi: 10.1007/s11230-005-5480-0

Justine, J.-L., Euzet, L. 2006. Diplectanids (Monogenea) parasitic on the gills of the coralgroupers *Plectropomus laevis* and *P. leopardus* (Perciformes, Serranidae) off New Caledonia, with the description of five new species and the erection of *Echinoplectanum* n. g. Syst. Parasitol. 64: 147–172. doi: 10.1007/s11230-006-9028-8

Marcogliese, D.J. 2001. Implications of climate chang for parasitism of animals in the aquatic environmental. Can. J. Zool. 79: 1,331–1,352. doi: 10.1139/cjz-79-8-1331

Purivirojkul, W. 2013. Parasitology of Aquaculture, 1st. Kasetsart University, Bangkok, Thailand. [in Thai]

Rhode, K. 1982. Ecology of Marine Parasites. St. Lucia, Queensland, Australia. University of Queensland Press.

Satapoomin, U. 2000. A preliminary checklist of coral reef fishes of the Gulf of Thailand, South China Sea. Raffles Bull. Zool. 48: 31–53.

Yashiro, R. 1997. Status of grouper breeding and culture in Thailand. http://library.enaca.org/Grouper/Research/Breeding/2000/0803.htm, 24 March 2021.

Young, P.C. 1969. Some monogenoideans of the family Diplectanidae Bychowsky, 1957 from Australian teleost fishes. J. Helminthol. 43: 223–254. doi: 10.1017/S0022149X00004053

สาขาส่งเสริมการเกษตร และคหกรรมเกษตร

Subject: Agricultural Extension and Home Economic

ภาคบรรยาย

Oral Presentation

ความต้องการเข้าร่วมโครงการปลูกพืชอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกร ในโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ บริษัท อูรมัต จำกัด พื้นที่อำเภอภูซาง และอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา

Farmer's needs to join the organic crop project in the organic rice planting project Urmatt Company Ltd. Phu Sang District and Chiang Kham District, Phayao Province

ชูศักดิ์ โชครวย*, พิษณุ แก้วตะพาน

Chusak chokraoi, Phissanu Kaewtaphan

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: chusakchokraoi@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ชนิดของพืชอินทรีย์ที่กลุ่มเกษตรกรต้องการปลูก 2) ความต้องการการถ่ายทอดความรู้ก่อนเข้าร่วมโครงการปลูกพืชอินทรีย์ 3) ข้อเสนอแนะก่อนเข้าร่วมโครงการปลูกพืชอินทรีย์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 94 ราย ในพื้นที่อำเภอภูซาง และอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรเป็นเพศชาย อายุระหว่าง 45–59 ปี อาชีพหลักคือทำนา จากตัวเลือกพืชในโครงการปลูกพืชอินทรีย์ 20 ชนิด เกษตรกรมีความต้องการปลูกพริกมากที่สุด รองลงมาคือมะเขือยาวร้อยละ 89.36 และ 10.64 ตามลำดับ และพบว่าเกษตรกรมีความต้องการด้านการถ่ายทอดความรู้ก่อนเข้าร่วมโครงการปลูกพืชอินทรีย์ภาพรวมอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.14 ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยคือ เกษตรกรต้องการการอบรม ชี้แจง แนะนำวิธีการจัดการพื้นที่ รวมทั้งมีการทำสัญญาเพื่อรับปัจจัยการผลิตก่อนการเพาะปลูก และเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่

คำสำคัญ: เกษตรกร, ความต้องการ, โครงการปลูกข้าวอินทรีย์, โครงการปลูกพืชอินทรีย์

Abstract

This research aimed to study: 1) types of organic plants that farmers want to grow. 2) requirements for knowledge transfer before joining the organic crop project. 3) suggestion before joining the organic crop project. Data were collected by using questionnaire. Samples consisted 94 famers in the area at Phu Sang and Chiang Kham District, Phayao Province. The study found that the sample was male aged 45–59 years the main occupation is rice farming. The 20 sample of plants collected from organic crop project. farmers want to grow chili, followed by the eggplant at 89.36% and 10.64%, respectively and found that the farmers had a need for knowledge transfer before joining the organic crop project. Overall was a high level with an average of 4.14. The recommendations from this research were farmers need to training and advice for area management, having a contract for obtaining inputs before planting and increasing the number of agricultural extension officers in the area.

Keywords: farmer, needs, organic crop project, organic rice project

คำนำ

บริษัท อูรมัต จำกัด เป็นผู้ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าว และผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากข้าวเพื่อการส่งออก และได้ก่อตั้งบริษัทในเครือซึ่งล้วนเป็นผู้ผลิตอาหารปลอดสารพิษทั้งสิ้น โดยยึดถือภารกิจหลักอันเป็นผู้ผลิตอาหารปลอดสารพิษ เพื่อมุ่งหวังให้คนไทย และผู้บริโภคทั่วโลกมีสุขภาพที่ดี และยังมีนโยบายในการสนับสนุนและช่วยเหลือส่งเสริมกลุ่มชุมชนและเกษตรกรผู้มีรายได้น้อยให้มีชีวิต และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น โดยลักษณะการส่งเสริมเป็นแบบครบวงจรสามภาคส่วน ประกอบด้วยบริษัท ภาคเกษตรกร และภาครัฐ บริษัทได้ทำสัญญากับเกษตรกร สนับสนุนปัจจัยการผลิต ให้ความรู้ด้านวิชาการ ตรวจสอบติดตาม และรับซื้อผลผลิตทั้งหมดในราคาประกัน และสูงกว่าราคาท้องตลาดทั่วไปอีกด้วย นอกจากนี้ทีมวิจัยพัฒนา และส่งเสริมการเกษตรที่ประกอบด้วยนักวิชาการจากทั้งใน และต่างประเทศ มีการศึกษาวิจัยตลอดช่วงเวลา 30 ปี ก่อให้เกิดเป็นแนวทางการผลิตที่ดี เหมาะสม และง่ายต่อการปฏิบัติของเกษตรกร ด้วยเรามุ่งมั่นที่จะมองเห็นโลก และสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น (บริษัท อูรมัต จำกัด, 2562)

โดยบริษัท อูรมัต จำกัด ได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชอินทรีย์ เช่น ข่า โหระพา พริก ขิง ใบมะกรูด ตะไคร้ ฯลฯ เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ในเครือบริษัท (นิภาพร, 2563) โดยทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของบริษัทจะลงพื้นที่ไปนำเสนอโครงการปลูกพืชอินทรีย์ในพื้นที่ที่กำหนด เพื่อทำให้พื้นที่แปลงของเกษตรกรได้มาตรฐานตรงตามระบบสากล ซึ่งจะส่งผลให้กระบวนการผลิตพืชอินทรีย์เกิดคุณภาพตามมาตรฐานสากลที่ตั้งไว้ โดยในปี 2563 (ธนกฤต, 2563) ในพื้นที่อำเภอภูซาง และอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยามีเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ จำนวน 123 คน ประกอบไปด้วยเกษตรกรอำเภอภูซาง 89 เกษตรกรอำเชียงคำ 34 คน เกษตรกรส่วนใหญ่ทั้ง 2 อำเภอ มีอาชีพหลักในการประกอบอาชีพทางการเกษตร นอกจากนี้ทางบริษัทยังเล็งเห็นถึงความสำคัญทางด้านอาชีพของเกษตรกรที่ยึดการปลูกข้าวอินทรีย์เป็นอาชีพ และแหล่งรายได้หลัก จึงต้องการให้เกษตรกรมีอาชีพเสริมเพื่อสร้างรายได้อย่างยั่งยืน ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เมื่อเกษตรกรประสบปัญหาในการทำนา ก็ยังมีรายได้จากพืชอื่น อีกทั้งการที่เกษตรกรกระทำผิดในเงื่อนไขสัญญาของบริษัท และส่งผลถึงการยกเลิกสัญญากับทางบริษัทในระหว่างการทำนาอยู่ ดังนั้นการแบ่งพื้นที่ปลูกพืชอินทรีย์จากพื้นที่ทำนา จะเป็นการเพิ่มทางเลือก และโอกาสทางด้านราคาสินค้าให้แก่เกษตรกร ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาโครงการนี้ โดยใช้หัวข้องานวิจัยเรื่องความต้องการเข้าร่วมโครงการปลูกพืชอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรในโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ บริษัท อูรมัต จำกัด พื้นที่อำเภอภูซาง และอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา เพื่อเป็นแนวทางศึกษาความต้องการของเกษตรกร ไปสู่การจัดทำโครงการของบริษัทต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ที่ขึ้นทะเบียนปลูกข้าวนาปี 2563 ตามบัญชีรายชื่อเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์จากบริษัท อูรมัต จำกัด ในอำเภอภูซาง และอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา จำนวน 123 คน (บริษัท อูรมัต จำกัด, 2562) โดยกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรของยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Yamane, 1973) ได้ตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 94 ราย ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การสุ่มแบบสัดส่วน (proportional stratified sampling) ตามจำนวนประชากรของแต่ละอำเภอ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างจากประชากรของแต่ละอำเภอที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 2 อำเภอ

เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสัมภาษณ์ปลายปิด (Close-ended) และ แบบสัมภาษณ์ปลายเปิด (Open-ended) สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย แบ่งเป็น 4 ตอน วัดความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน วัดความเชื่อมั่น (Reliability) โดยดำเนินการทดสอบความเชื่อมั่นกับเกษตรกร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ชุด จากนั้นนำข้อมูลมาหาความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach's alpha) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.77

การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลสอดคล้องกับ (จิตร และบำเพ็ญ, 2556) ความต้องการส่งเสริมอาชีพของเกษตรกร ตำบลบางขุนทอง อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาความต้องการเข้าร่วมโครงการปลูกพืชอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรในโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ บริษัท อูรมัต จำกัด พื้นที่อำเภอภูซาง และอำเภอเชียงคำจังหวัดพะเยา ผลการศึกษาแบ่งการนำเสนอออกเป็น

ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ครอบครัวเฉลี่ยรวมต่อปี ปัจจัยการผลิตด้านแหล่งเงินทุน ด้านแรงงาน ด้านพื้นที่ทำการเกษตร ด้านแหล่งน้ำ ด้านเครื่องมือเครื่องจักรเกษตร และเหตุผลในการเลือกทำเกษตรอินทรีย์ พบว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการเป็นเพศชาย ร้อยละ 62.77 มีอายุระหว่าง 45–59 ปี ร้อยละ 44.68 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 80.85 จบการศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า ร้อยละ 78.72 สมาชิกที่เข้าร่วมโครงการทุกคนประกอบอาชีพหลักคือทำนา ร้อยละ 100.00 โดยมีอาชีพรองคือรับจ้างทั่วไป ร้อยละ 60.64 มีระดับรายได้ของครอบครัวเฉลี่ยต่อปี 50,001–100,00 บาท ร้อยละ 48.94 ปัจจัยการผลิตด้านเงินทุน เกษตรกรใช้เงินกู้ในระบบ ร้อยละ 51.06 ปัจจัยการผลิตด้านแรงงาน เกษตรกรใช้แรงงานภายในครอบครัว ร้อยละ 75.53 มีแปลงทำการเกษตร 1–2 แปลง ร้อยละ 51.06 มีพื้นที่ทำการเกษตรน้อยกว่า 20 ไร่ ร้อยละ 70.21 แหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ร้อยละ 65.96 เครื่องมือและเครื่องจักรเกษตร เกษตรกรจ้างมาทำการเกษตร คิดเป็นร้อยละ 67.02 เหตุผลที่เกษตรกรเลือกทำเกษตรอินทรีย์มากที่สุด คือมีความปลอดภัยต่อสุขภาพ ร้อยละ 67.02

ข้อมูลชนิดของพืชอินทรีย์ที่เกษตรกรมีความต้องการปลูก เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีความต้องการปลูกพริก ร้อยละ 89.36 ซึ่งเป็นพืชที่ต้องการเป็นอันดับแรก รองลงมาอันดับที่ 2 คือมะเขือยาว ร้อยละ 10.64 อันดับที่ 3 คือกระเทียม ร้อยละ 9.57 และพืชที่เกษตรกรไม่มีความต้องการได้แก่ เมล่อน ข้าวฟ่าง และเลม่อน ซึ่งได้ผลการศึกษาแสดงดัง Table 1

Table 1 Types of organic crops that farmers want to grow*

Types of organic crops	Number (n)	Percent	Rank
Hot pepper	84	89.36	1
Eggplant	10	10.64	2
Garlic	9	9.57	3
Lemon grass	8	8.51	4
Watermelon	5	5.32	5
Turmeric	4	4.26	
Tomato	4	4.26	
Galangal	4	4.26	
Fingerroot	3	3.19	
Kale	2	2.13	
Basil	2	2.13	
White pepper	1	1.06	
Ginger	1	1.06	
Shallot	1	1.06	
Onion	1	1.06	
Cucumber	1	1.06	
Kaffir lime leaves	1	1.06	
melon	0	0.00	
Millet/Sorglum	0	0.00	
Lamon	0	0.00	

*Multiple response

ข้อมูลความต้องการด้านการถ่ายทอดความรู้ก่อนเข้าร่วมโครงการ จำนวน 94 ราย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความต้องการ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอบรมการทำเกษตรอินทรีย์ มีความต้องการรายข้อ 5 ข้อ ด้านการทำสัญญาเข้าร่วมโครงการ มีความต้องการรายข้อ 5 ข้อ ด้านการส่งเสริมจากพนักงานส่งเสริมการเกษตร มีความต้องการรายข้อ 5 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อ พิจารณารายด้านเกษตรกรมีความต้องการในระดับมาก และมากที่สุด โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ด้านการส่งเสริมจากพนักงานส่งเสริมการเกษตร ด้านการอบรมการทำเกษตรอินทรีย์ และด้านการทำสัญญาเข้าร่วมโครงการ (ค่าเฉลี่ย 4.29, 4.09, และ 4.05 ตามลำดับ) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อด้านการส่งเสริมจากพนักงานส่งเสริมการเกษตร มีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุดคือ มีเจ้าหน้าที่คอยตรวจเยี่ยมแปลงสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 4.48) มีเจ้าหน้าที่ที่เชี่ยวชาญสามารถให้ความรู้ในการผลิตพืชอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 4.36) มีการสาธิตการตรวจเยี่ยมแปลงเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.29) มีการให้ข้อมูลมาตรฐานการส่งออกระดับสากล (ค่าเฉลี่ย 4.28) และมีความต้องการอยู่ในระดับมากคือ มีการแนะนำ

แลกเปลี่ยนประสบการณ์ (ค่าเฉลี่ย 4.04) ด้านการอบรมการทำเกษตรอินทรีย์ ทุกข้อมีความต้องการอยู่ในระดับมากตามลำดับ ความรู้ด้านการทำปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักป้องกันศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 4.17) ความรู้ด้านการจัดการการเพาะปลูก ดูแลรักษา และเก็บเกี่ยวพืชในโครงการ (ค่าเฉลี่ย 4.15) ความรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรเพื่อลดต้นทุน (ค่าเฉลี่ย 4.09) ความรู้เบื่องต้นด้านการดูแล และการจัดการแปลงตามมาตรฐานอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 4.05) และความรู้ด้านโทษ และอันตรายจากการใช้สารเคมี (ค่าเฉลี่ย 4.00) ด้านการทำสัญญาเข้าร่วมโครงการ มีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุดคือ มีการตกลงราคา และสถานที่รับซื้อผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.57) มีความต้องการอยู่ในระดับมากคือ มีการชี้แจงเอกสารประกอบข้อมูลในการทำสัญญา (ค่าเฉลี่ย 4.14) มีการชี้แจงกำหนดการ และรูปแบบการเก็บเกี่ยวก่อนช่วงเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.02) มีการชี้แจงรายละเอียดข้อปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขของโครงการ (ค่าเฉลี่ย 4.01) และมีการชี้แจงข้อบังคับ และบทลงโทษสำหรับผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขของโครงการ (ค่าเฉลี่ย 3.52) ซึ่งได้ผลการศึกษาแสดงดัง Fig. 1 และ Table 2

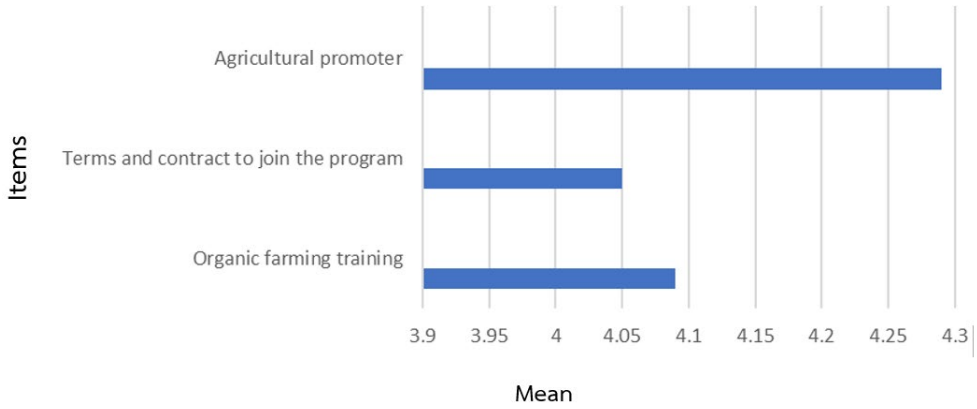


Fig. 1 Need of knowledge transfer before joining project

Table 2 The need for knowledge transfer before joining the project

Items	$\overline{X}$	SD	Level	Rank
1. Organic farming training				
1.1. Composting and biological agents to protect against pests.	4.17	0.88	High	1
1.2. Knowledge of the management of cultivating, maintaining, and harvesting plants in the project.	4.15	0.90	High	2
1.3. Knowledge of the use of agricultural technology to reduce costs.	4.09	0.89	High	3
1.4. Maintaining and managing plots according to basic organic agriculture standards.	4.05	0.71	High	4
1.5. Knowledge of the dangers and dangers of using chemicals	4.00	0.98	High	5
Average	**4.09**	**0.87**	**High**	
2. Terms and contract to join the program				
2.1. Price is agreed and place to buy produce	4.57	0.70	Highest	1
2.2. There are documents supporting information in the contract.	4.14	0.80	High	2
2.3. The time-period is clarified. And patterns of harvest before the harvest	4.02	0.83	High	3
2.4. There are details of practice under the project conditions.	4.01	0.82	High	4
2.5. The regulations are clarified. And penalties for those who fail to comply with the conditions of the project	3.52	1.28	High	5
Average	**4.05**	**0.89**	**High**	
3. Agricultural promoter				
3.1. There are staff to regularly inspect the plot.	4.48	0.84	Highest	1
3.2. There are skilled staff who can provide knowledge in the production of organic plants.	4.36	0.72	Highest	2

Table 2 (continued).

Items	$\bar{X}$	SD	Level	Rank
3.3. A demonstration of farm visitation	4.29	0.73	Highest	3
3.4. Provide information on international export standards	4.28	0.85	Highest	4
3.5. There is an introduction and exchange of experiences.	4.04	0.69	High	5
Average	**4.29**	**0.76**	**Highest**	
Average Cumulative	**4.14**	**0.84**	**High**	

สรุป

ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ พบว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการเป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 45–59 ปี สถานภาพสมรส จบการศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า สมาชิกที่เข้าร่วมโครงการทุกคนประกอบอาชีพหลักคือทำนา โดยมีอาชีพรองคือรับจ้างทั่วไป มีระดับรายได้ของครอบครัวเฉลี่ยต่อปี 50,001–100,000 บาท ใช้เงินทุนจากการกู้เงินในระบบ มีการใช้แรงงานภายในครอบครัว มีแปลงทำการเกษตร 1–2 แปลง และพื้นที่ทำการเกษตรน้อยกว่า 20 ไร่ แหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนเครื่องมือและเครื่องจักรเกษตร เกษตรกรจ้างมาทำการเกษตร ชนิดของพืชอินทรีย์ที่เกษตรกรมีความต้องการปลูกร่วมกับข้าวอินทรีย์ พบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีความต้องการปลูกพริกร่วมกับการปลูกข้าวอินทรีย์ ร้อยละ 89.36 ซึ่งเป็นพืชที่ต้องการเป็นอันดับที่ 1 รองลงมาอันดับที่ 2 คือมะเขือยาว ร้อยละ 10.64 อันดับที่ 3 คือกระเทียม ร้อยละ 9.57 และพืชที่เกษตรกรไม่มีความต้องการได้แก่ เมล่อน ข้าวฟ่าง และเลม่อน ความต้องการด้านการถ่ายทอดความรู้ก่อนเข้าร่วมโครงการปลูกพืชอินทรีย์ร่วมกับการปลูกข้าวอินทรีย์ พบว่า โดยภาพรวมความต้องอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทุกด้านมีผลรวมอยู่ในระดับ มากที่สุดและมาก เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ด้านการส่งเสริมจากพนักงานส่งเสริมการเกษตร ด้านการอบรมการทำเกษตรอินทรีย์ และ ด้านการทำสัญญาเข้าร่วมโครงการ (ค่าเฉลี่ย 4.29, 4.09, และ 4.05 ตามลำดับ) เกษตรกรต้องการให้บริษัทจัดการอบรมก่อนเริ่มช่วงฤดูเพาะปลูก เพื่อให้มีความรู้ มีการชี้แจง แนะนำวิธีการ การจัดการพื้นที่ก่อนการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด การทำสัญญาเข้าร่วมโครงการเกษตรกรต้องการรับรู้รายละเอียดข้อปฏิบัติ มีการชี้แจงกำหนดการ และรูปแบบการเก็บเกี่ยวก่อนช่วงการเก็บเกี่ยว มีการชี้แจงเอกสารประกอบข้อมูลในการทำสัญญา มีการตกลงราคา และสถานที่รับซื้อผลผลิตข้อเสนอแนะทางบริษัทจะต้องทำสัญญาก่อนช่วงเตรียมพื้นที่เพาะปลูก เนื่องจากเกษตรกรจำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตเช่น ปุ๋ยอินทรีย์ และเมล็ดพันธุ์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณอารวิน นารูลา ประธานบริษัท อูรมัต จำกัด คุณธนกฤต ศิริพรสมบัติ ผู้จัดการฝ่ายส่งเสริมการเกษตร บริษัท อูรมัต จำกัดสำนักงาน สาขาเชียงราย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และติดต่อประสานงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่ อำเภอภูซาง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา ที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานและให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน

นอกจากนี้ ยังมีบุคคลท่านอื่น ๆ อีกที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งให้ความกรุณาแนะนำในการศึกษาครั้งนี้ ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการปฏิบัติงาน รวมถึงเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำงานวิจัยนี้จนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

จิตร เกื้อช่วย, บำเพ็ญ เขียวหวาน. 2556. ความต้องการส่งเสริมอาชีพของเกษตรกร ตำบลบางขุนทอง อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 5: 67–75.

ธนกฤต ศิริพรสมบัติ. 2563. ผู้จัดการฝ่ายส่งเสริมการเกษตรกร บริษัท อูรมัต จำกัด. สัมภาษณ์ 20 กรกฎาคม 2563.

นิภาพร มาลา. 2563. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร (ผู้รับผิดชอบโครงการในพื้นที่). สัมภาษณ์ 23 กรกฎาคม 2563.

บริษัท อูรมัต จำกัด. 2562. Company Profile. เวียงชัยการพิมพ์, เชียงราย.

บริษัท อูรมัต จำกัด. 2562. คู่มือมาตรฐานควบคุมภายในการปลูกข้าวออร์แกนิค. เวียงชัยการพิมพ์, เชียงราย.

Yamane, T. 1973. Statistics: An introduction analysis. Harper and Row. New York, USA.

ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ ของบริษัท อูรมัต จำกัด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา

Satisfaction of farmers toward the model agricultural system organic rice cultivation of Urmat Company Limited, Chun District, Phayao Province

ปิยะพล สำนักสกุล, ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์*

Piyapol Samnaksakul, Duangkamol Panrosthip Thunmathiwat*

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040490@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล และความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ ของบริษัท อูรมัต จำกัด เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์จากตัวอย่างผู้เข้าร่วมโครงการ ในพื้นที่อำเภอจุน จังหวัดเชียงราย จำนวน 156 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า 1) ผู้เข้าร่วมโครงการเป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.77 อายุระหว่าง 51–60 ปี ร้อยละ 44.87 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 49.36 ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลักร้อยละ 85.90 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 87.18 เข้าร่วมโครงการ 3–4 ปี ร้อยละ 52.56 ทั้งหมดมีความรู้เกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์ 2) ความพึงพอใจต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.92) เมื่อพิจารณากับ ด้านปัจจัยการผลิต การอบรม เจ้าหน้าที่ เอกสาร และการรับซื้อผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.96, 3.94, 3.93, 3.92 และ 3.88 ตามลำดับ)

คำสำคัญ: เกษตรกร, ข้าวอินทรีย์, ความพึงพอใจ, รูปแบบการส่งเสริม

Abstract

This research were to study personal factors and satisfaction of participants towards agricultural extension system for organic rice cultivation of Urmat Company Limited. Data were collected by Interview with 156 participants in Jun District and analyzed by descriptive statistic:frequency, percentage,mean and standard deviation. The results revealed that 1) 55.77% of the participants were female, 44.87% aged between 51–60 years old and 49.36% completed school at elementary level. Most of them were farmers 85.90%, marital status 87.18%, 52.56% participated in project duration 3–4 years. All participants were knowledgeable about growing organic rice. 2) The satisfaction towards agricultural extension system for organic rice cultivation was at a high level (mean 3.92), when considering each aspect was found at the high level in all aspects. In descending order as follows, production factors, training factors, staff factors, documentation factor and product purchase factors at mean 3.96, 3.94, 3.93, 3.92, and 3.88 respectively

Keywords: farmer, organic rice, promotion model, satisfaction

คำนำ

โครงการปลูกข้าวอินทรีย์บริษัท อูรมัต จำกัด มีการส่งเสริมการผลิตอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2543 มีการจัดหลักสูตรการฝึกอบรมสาธิตตรวจประเมินแปลงผลิต และตรวจรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์ของสหภาพยุโรป (European Union หรือ EU) มาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์สหรัฐอเมริกา (National Organic Program หรือ NOP) มาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ญี่ปุ่น(Japanese Agricultural Standard Organic หรือ JAS mark) มาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์เยอรมัน Naturland) และมาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์เยอรมัน เพื่อการค้าที่ยุติธรรม (NaturlandFairtrade) เป็นประจำทุกปี (บริษัท อูรมัต จำกัด, 2562)

บริษัท อูรมัต จำกัด ได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรทำนาข้าวอินทรีย์ โดยทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรของบริษัทจะลงพื้นที่ไปนำเสนอโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ในพื้นที่ที่กำหนด และมีการเสนอราคารับซื้อข้าวในราคาที่สูงกว่าท้องตลาด แต่เกษตรกรจะต้องไม่ใช้สารเคมีในแปลงนาของตนเองเป็นระยะเวลา 3 ปี นอกจากนี้ยังมีระบบมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องในการตรวจ เพื่อทำให้แปลงนาของเกษตรกรได้มาตรฐานตรงตามระบบสากล ซึ่งจะส่งผลให้กระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์เกิดคุณภาพตามมาตรฐานสากลที่ตั้งไว้ โดยในปี 2563 มีพื้นที่ที่เกษตรกรเข้าร่วมโครงการในพื้นที่อำเภอจุนจำนวน 6 หมู่บ้านประกอบไปด้วยบ้านปงสนุกหมู่ 10 บ้านปงสนุกหมู่ 8 บ้านหัวขัวหมู่ 7 บ้านแผ่นดินทองหมู่ 9 บ้านห้วยยางขามหมู่ 11 และบ้านดงเคียนหมู่ 3 รวมจำนวนเกษตรกรทั้ง 6 หมู่บ้าน มีเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ 257 ราย (บริษัท อูรมัต จำกัด 2562)

โดยจำนวนของเกษตรกรที่ทำนาปีในปีนี้มีจำนวนน้อยลงจากการทำนาปีในปีที่แล้วเป็นอย่างมาก และมีเจ้าหน้าที่ที่ประจำอยู่ในพื้นที่มีจำนวนที่น้อย อาจทำให้การดูแลเกษตรกรและการส่งเสริมเกษตรกรมีความบกพร่องได้ จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัย จึงสนใจที่จะศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริม เพื่อนำข้อมูลมาปรับใช้สำหรับการวางแผนการส่งเสริมและปรับปรุงแก้ไขพัฒนาโครงการให้เหมาะสมกับเกษตรกรในการเข้าร่วมโครงการในครั้งต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการศึกษา

ประชากรของการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกรที่เข้าโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ใน อำเภอจุน จังหวัดพะเยา ได้แก่ บ้านปงสนุกหมู่ 10 บ้านปงสนุกหมู่ 8 บ้านหัวขัวหมู่ 7 บ้านแผ่นดินทองหมู่ 9 บ้านห้วยยางขามหมู่ 11 และบ้านดงเคียนหมู่ 3 จำนวน 257 ราย

กลุ่มตัวอย่าง คำนวณขนาดตัวอย่างจากประชากรโดยหลักการของยามาเน่ (Yamane, 1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้ขนาดตัวอย่างจำนวน 156 คน

การสุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มแบบสัดส่วน (Proportional Stratified Random Sampling) ของหมู่บ้านที่เข้าร่วมโครงการ จากนั้นใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Haphazard or Accidental Sampling) ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

แบบสัมภาษณ์ปลายปิด (Close Ended Question) และ แบบสัมภาษณ์ปลายเปิด (Open Ended Question) และ ใช้เก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ ของ บริษัท อูรมัต จำกัด เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ผู้ดำเนินโครงการจึงทำแบบสัมภาษณ์ออกมาเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ สถานภาพการศึกษา อาชีพ ระยะเวลาที่เข้าร่วมโครงการ มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์หรือไม่

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริม บริษัท อูรมัต จำกัด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมบริษัท อรูมัต จำกัด ลักษณะแบบสัมภาษณ์เป็นแบบปลายเปิด (Open Ended Question) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายผล

วิธีทดสอบเครื่องมือ

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ความเชื่อมั่น (Reliability) ดำเนินการทดสอบความเชื่อมั่นกับเกษตรกร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ชุด จากนั้นนำข้อมูลมาหาความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach's alpha) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.94

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติที่ใช้ คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ ส่วนในเรื่องความคิดเห็นได้กำหนดให้ระดับคะแนนเป็นอัตราส่วนตามแบบลิเคิร์ทสเกล ดังนี้ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 5 คะแนน ความพึงพอใจมาก 4 คะแนน ความพึงพอใจปานกลาง 3 คะแนน ความพึงพอใจน้อย 2 คะแนน และความพึงพอใจน้อยที่สุด 1 คะแนน กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย (วริศรา และสุพัตรา, 2559) คะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.41–4.20 หมายถึง ความพึงพอใจมาก คะแนนเฉลี่ย 2.61–3.40 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลางคะแนนเฉลี่ย 1.81–2.60 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.80 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ

จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.77 และเพศชาย ร้อยละ 44.23 เกษตรกรมีอายุระหว่าง 51–60 ปี มากที่สุด ร้อยละ 44.87 รองลงมาอายุระหว่าง 41–50 ปี ร้อยละ 29.49 และน้อยที่สุดอายุระหว่าง 31–40 ปี ร้อยละ 5.13 เกษตรกรส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 87.18 รองลงมามีสถานภาพหย่าร้าง ร้อยละ 7.69 และมีสถานภาพโสด น้อยที่สุด ร้อยละ 5.13 เกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 49.36 รองลงมาคือ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 19.87 และน้อยที่สุดคือระดับชั้นปริญญาตรี ร้อยละ 2.56 สมาชิกที่เข้าร่วมโครงการส่วนมากประกอบอาชีพเกษตรกรร้อยละ 85.90 รองลงมาคืออาชีพข้าราชการ ร้อยละ 9.62 และน้อยที่สุดคือพนักงานเอกชน ร้อยละ 1.28 เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าร่วมโครงการ 3–4 ปี ร้อยละ 52.56 รองลงมาเข้าร่วมโครงการระหว่าง 1–2 ปี ร้อยละ 47.44 เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีความรู้เกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์ ร้อยละ 100 แสดงดัง Table 1

Table 1 Personal information of farmers

Characteristics	Frequency	Percentage
Gender		
Male Female	69	44.23
Female	87	55.77
Age		
31–40 years	8	5.13
41–50 years	46	29.49
51–60 years	70	44.87
> 60 years	32	20.51
Marital status		
Single	8	5.13
Married	136	87.18
Divorced/separated	12	7.69
Education		
Primary school	77	49.36
Lower Secondary School	31	19.87
High school	24	15.38
Diploma or equivalent	6	3.85
Bachelor degree	4	2.56
Not Education	14	8.97
Career		
Farmer	134	85.90
Government / State Enterprises	15	9.62
Sales / Business	5	3.21
Employee / Private Employee	2	1.28
Number year of participation		
1 – 2 years	74	47.44
3 – 4 years	82	52.56
Do you have knowledge about growing organic rice?		
Yes	156	100

ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ ของบริษัทอูรมัต จำกัด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ ของบริษัท อูรมัต จำกัด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา พบว่า ความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 โดยเมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทุกด้านเกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยความพึงพอใจจากมากไปน้อยดังนี้ ด้านปัจจัยการผลิต ด้านการอบรมที่เกี่ยวกับรูปแบบส่งเสริม ด้านเจ้าหน้าที่ส่งเสริม ด้านเอกสารเกี่ยวกับรูปแบบส่งเสริม และด้านการรับซื้อผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.96, 3.94, 3.93, 3.92, และ 3.88 ตามลำดับ) ดังแสดงใน Fig. 1

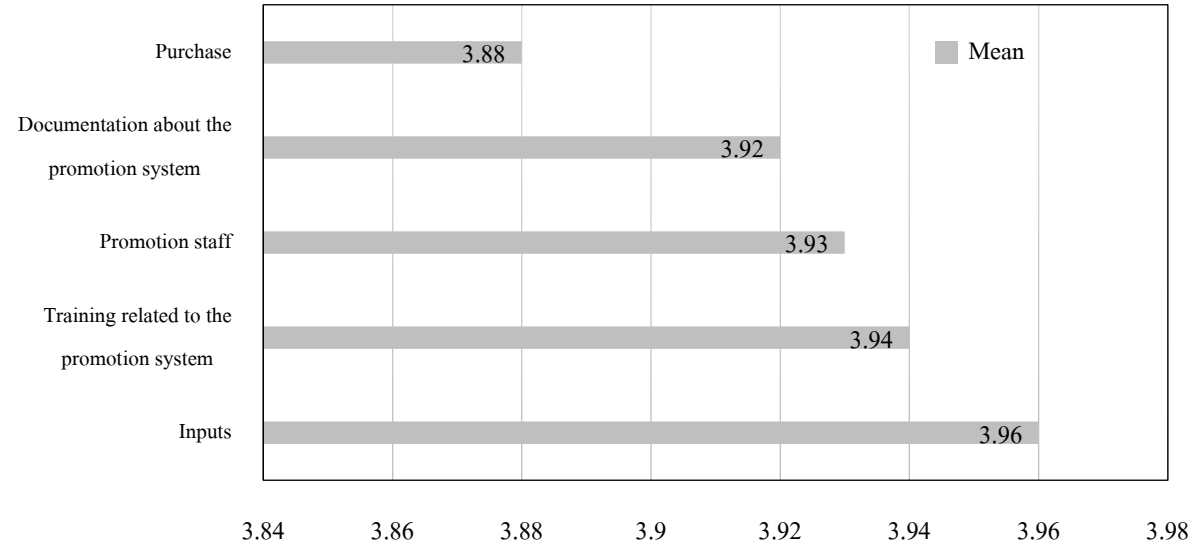


Fig. 1 Satisfaction level of farmers towards the system of promoting organic rice cultivation in each area

ความพึงพอใจด้านปัจจัยการผลิต ทุกข้อมีระดับความพึงพอใจในระดับมากเรียงตามลำดับดังนี้ คุณภาพปุ๋ยที่บริษัทจัดหาให้ (ค่าเฉลี่ย 4.16) คุณภาพน้ำหมักที่ได้จากบริษัท (ค่าเฉลี่ย 3.92) ราคาปัจจัยการผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.90) และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้รับจากบริษัท (ค่าเฉลี่ย 3.86)

ด้านการอบรมที่เกี่ยวกับการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ พิจารณารายข้อพบว่า ทุกข้อมีระดับความพึงพอใจที่ระดับมาก เรียงตามลำดับดังนี้ การเข้าอบรมการใช้น้ำหมัก (ค่าเฉลี่ย 4.03) ช่วงเวลาที่ใช้ในการอบรม (ค่าเฉลี่ย 3.95) การเข้าอบรมเกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 3.94) สถานที่ที่ใช้ในการอบรม (ค่าเฉลี่ย 3.90) และจำนวนครั้งที่อบรม (ค่าเฉลี่ย 3.88)

ด้านเจ้าหน้าที่ส่งเสริม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกประเด็นเรียงตามลำดับ ค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ ความถี่ในการติดตาม/ส่งเสริมให้คำแนะนำของเจ้าหน้าที่ (ค่าเฉลี่ย 4.05) ความตั้งใจในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ (ค่าเฉลี่ย 3.99) ความรู้ของเจ้าหน้าที่ (ค่าเฉลี่ย 3.96) การประสานงานของเจ้าหน้าที่ในการเข้ามาให้คำแนะนำ

(ค่าเฉลี่ย 3.93) ความสามารถในการถ่ายถอดความรู้เรื่องการปลูกข้าวอินทรีย์ของเจ้าหน้าที่ (ค่าเฉลี่ย 3.90) และความสามารถในการช่วยแก้ไขปัญหาเรื่องศัตรูพืช/โรคข้าวของเจ้าหน้าที่ (ค่าเฉลี่ย 3.79)

ด้านเอกสาร ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ ดังนี้ การเตรียมเอกสารเพื่อสมัครเข้าโครงการ (ค่าเฉลี่ย 4.07) เอกสารที่ใช้ในการอบรมมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 3.98) ทุกครั้งที่ติดต่อกับบริษัทจะต้องมียืนยันตัวตน (ค่าเฉลี่ย 3.92) การนำเอกสาร Farmer Book พกพาไปในแปลงนา(ค่าเฉลี่ย 3.86) การกรอกเอกสาร farmer book (ค่าเฉลี่ย 3.77)

และด้านการรับซื้อผลผลิต ทุกข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ดังนี้ รูปแบบการจ่ายเงินรับซื้อข้าวของบริษัท (ค่าเฉลี่ย 3.96) การกำหนดคุณภาพข้าวของบริษัท (ค่าเฉลี่ย 3.90) ราคารับซื้อของบริษัท (ค่าเฉลี่ย 3.88) ขั้นตอนการจ่ายของบริษัทอยู่ในระดับใด (ค่าเฉลี่ย 3.81) แสดงดัง Fig. 2

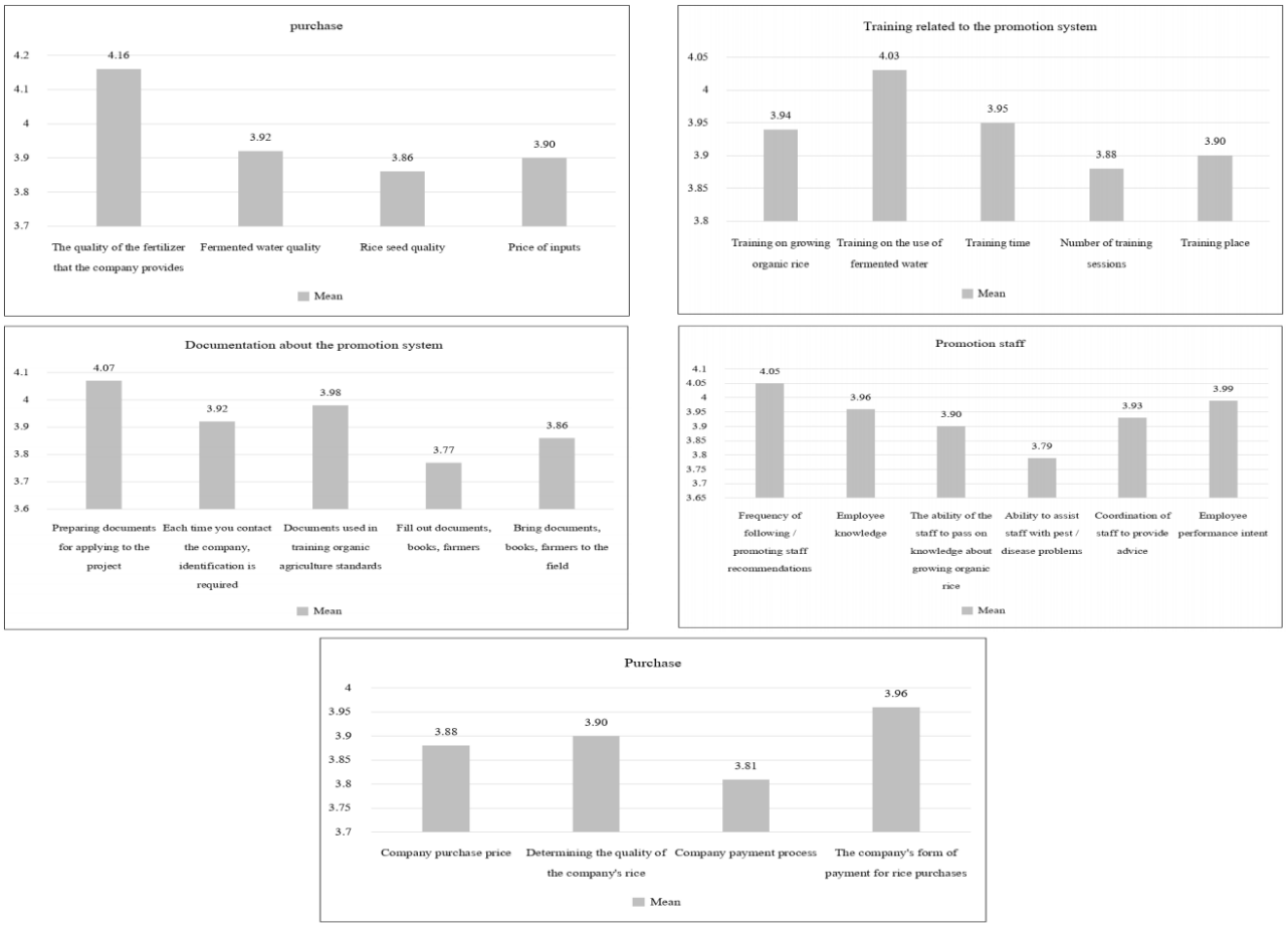


Fig. 2 Satisfaction level of farmers towards the system of promoting organic rice cultivation in each area (per side)

ข้อเสนอแนะที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมบริษัท อรุมัต จำกัด

1) ข้อเสนอแนะในด้านเอกสารเดี่ยวกับรูปแบบส่งเสริม พบว่า เกษตรกรเสนอแนะเกี่ยวกับการกรอกเอกสารFarmer Book มีความซับซ้อน เอกสารไม่ชัดเจนเกี่ยวกับการให้ความรู้แก่เกษตรกร และเก็บเอกสารประจำตัวเกินความจำเป็น

2) ข้อเสนอแนะในด้านการอบรมที่เกี่ยวกับรูปแบบส่งเสริม พบว่า เกษตรกรเสนอแนะเกี่ยวกับเพิ่มการอบรมเกี่ยวกับการปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าว เพิ่มจำนวนครั้งในการอบรม และจัดการอบรมการใช้สารชีวภาพในการผลิต

3) ข้อเสนอแนะในด้านการรับซื้อผลผลิตพบว่า เกษตรกรเสนอแนะเกี่ยวกับการจ่ายเงินรับซื้อข้าวเป็นเงินสด การจ่ายเงินที่ตรงเวลา และการประกันราคารับซื้อข้าว

4) ข้อเสนอแนะในด้านเจ้าหน้าที่ส่งเสริม พบว่า เกษตรกรเสนอแนะเกี่ยวกับ มีความต้องการทำความรู้จักกับเจ้าหน้าที่ ให้เจ้าหน้าที่แสดงตัวเวลาเข้ามาตรวจแปลง ต้องการให้เจ้าหน้าที่ตรวจแปลง และให้ความรู้แก่เกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ

5) ข้อเสนอแนะในด้านปัจจัยการผลิต พบว่า เกษตรกรเสนอแนะเกี่ยวกับการจ่ายปุ๋ยมาช้า ปุ๋ยมีราคาแพง และแจกน้ำหมักอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากผลการศึกษา เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อรูปแบบส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ ของ บริษัท อูรมัต จำกัด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันทนีย์ และคณะ (2560) การศึกษา เรื่องความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหอมทองต่อการดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรของสหกรณ์การเกษตรท่ายาง จำกัด อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 52.87 ปี มีระดับการศึกษาในชั้นประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีประสบการณ์ในการปลูกกล้วยหอมทองเฉลี่ย 8.61 ปี มีพื้นที่ ปลูกกล้วยหอมทองเฉลี่ย 7.06 ไร่ มีแรงงานในการปลูกกล้วยหอมทอง 4 คน มีรายได้จากการปลูกกล้วยหอมทองเฉลี่ย 38,213.10 บาท/ไร่ มีรายจ่ายจากการปลูกกล้วยหอมทองเฉลี่ย 13,712.86 บาท/ไร่ จำนวนการเข้ารับการอบรมทางการ เกษตรของสหกรณ์เฉลี่ย 1.41 ครั้ง/ปี จำนวนการพบปะเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรของสหกรณ์เฉลี่ย 2.29 ครั้ง/ปี เคยได้รับ ข่าวสารทางการเกษตรจากสื่อบุคคล (ร้อยละ 42.3)โดยมาจากผู้นำชุมชนและเพื่อนบ้าน ส่วนสื่อมวลชน (ร้อยละ 60.1) โดยมาจากแผ่นพับ หนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือเกี่ยวกับการเกษตร และได้รับข่าวสารจากสื่อเฉพาะกิจ (ร้อยละ49.4) โดยมาจากการประชุม ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหอมทองต่อการดำเนินงานส่งเสริมการเกษตร ของสหกรณ์โดยเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.36) ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า เพศและประสบการณ์ ในการปลูกกล้วยหอมทองมีความสัมพันธ์ภาพรวมกับความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหอมทองต่อการดำเนิน งานส่งเสริมการเกษตรของสหกรณ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

สรุป

ข้อมูลพื้นฐานเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ พบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.77 อายุระหว่าง 51–60 ปี ร้อยละ 44.87 มีการศึกษาระดับประถมศึกษามากที่สุด ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสแล้ว และประกอบอาชีพอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก ประมาณครึ่งหนึ่งของเกษตรกรทั้งหมดเข้าร่วมโครงการมาแล้ว 3–4 ปี และเกษตรกรทั้งหมด มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์

ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ ของบริษัทอูรมัต จำกัด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 โดยทุกด้านได้แก่ ด้านปัจจัยการ

ผลิต ด้านการอบรมที่เกี่ยวกับระบบส่งเสริม ด้านเจ้าหน้าที่ส่งเสริม ด้านเอกสารเกี่ยวกับระบบส่งเสริม และด้านการรับซื้อผลผลิต เกษตรกรมีความพึงพอใจในระดับมาก

ข้อเสนอแนะที่มีต่อรูปแบบการส่งเสริมการปลูกข้าวอินทรีย์ ของบริษัท อูรมัต จำกัด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความประสงค์ให้มีการจ่ายเงินเป็นเงินสด เพราะจะทำให้เกษตรกรมีความเชื่อถือในบริษัทมากขึ้น และ จ่ายเงินให้ตรงตามเวลาที่กำหนด การจ่ายปุ๋ยควรนำมาแจกจ่ายให้เกษตรกรอย่างรวดเร็ว เพราะเกษตรกรต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเตรียมดินไว้ปลูกข้าว ส่วนในเรื่องของการอบรมที่เกี่ยวกับระบบส่งเสริมเกษตรกรอยากมีความรู้เกี่ยวกับการเพาะเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง และเอกสารการอบรมควรไม่มีความซับซ้อนจนเกินไป ส่วนตัวเจ้าหน้าที่เอง ควรแสดงตัวเพื่อให้เกษตรกรรู้ เพื่อที่จะได้ให้คำปรึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

บริษัท อูรมัต จำกัด. 2562. คู่มือมาตรฐานควบคุมภายในการปลูกข้าวออร์แกนิค 2562. เวียงชัยการพิมพ์, เชียงราย.

วรทัศน์ อินทรัคคัมพร. หลักการส่งเสริมการเกษตร. https://ageconextens.agri.cmu.ac.th/Course_online/course_352311.htm, 18 กันยายน 2563.

วราภรณ์ ลุ่มพนานุสรณ์. 2561. ความพึงพอใจต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดสำหรับธุรกิจบริการที่มีผลต่อการใช้บริการเซอร์วิสอพาร์ทเม้นท์ จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

วันทนีย์ ศรีพวงผกาพันธุ์ , สาวิตรี รังสิภัทร์, พัชราวดี ศรีบุญเรือง. 2560. ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหอมทองต่อการดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรของสหกรณ์การเกษตรท่ายาง จำกัด อำเภอ ท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 35: 117–126.

Yamane, T. 1973. Statistics: An introduction analysis. Harper and Row. New York, USA.

เปรียบเทียบผลของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าวระหว่างเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี ในพื้นที่อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

Comparative effect chemical fertilizers on the rice growth between participating and non participating farmers in the increase the efficiency of rice production project in Chiang Saen District, Chiang Rai Province

แพรววลี ร่องอังจันทร์*, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์

Praewwalee Rongangchan*, Suneeporn Suwanmaneepong

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสาร และพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Praew981@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 ระหว่างเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี ในอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวจากเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการที่ใช้ปุ๋ยสูตร 27-12-6 และ 20-8-20 (กลุ่ม 1) 10 ราย และเกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมโครงการที่ใช้ปุ๋ยสูตรทั่วไป (กลุ่ม 2) 10 ราย ทั้งนาหว่านและนาปักดำ วิเคราะห์เปรียบเทียบโดยสถิติ t-test ผลการศึกษาพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีสูตรที่แตกต่างกันมีผลต่อน้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ทั้งนาหว่านและนาปักดำ พบว่า มีน้ำหนัก 142.64, 116.66 กรัม และ 188.47, 161.41 กรัม (ตามลำดับ) ส่วนความสูง จำนวนต้น/รวงต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง และจำนวนเมล็ดดี/ลีบต่อรวง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และยังส่งเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรกลุ่มที่ 2 ให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: การเจริญเติบโตของข้าว, การใช้ปุ๋ยเคมี, ข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2, ผลผลิตเพิ่มขึ้น

Abstract

The objective of this study was to compare the effects of chemical fertilizers on the growth of Maejo2 rice variety between participating and non-participating farmers in the project to increase the efficiency of rice production in Chiang Saen District, Chiang Rai Province. Data of rice growing were recorded by 10 participating farmers in the project 27-12-6 and 20-8-20 fertilizer formulas (Group1) and 10 non-participating farmers in the project using conventional fertilizer formulas (Group 2), both direct seeding and transplanting method. Comparative analysis was employed using t-test statistics. The results showed that the application of chemical fertilizers had a statistically significant difference in yield weight per square meter (p <0.05). Group 1 and Group 2 both in the direct seeding method, and transplanting method had a weight of 142.64 ,116.66 grams and 188.47, 161.41 grams respectively. Whereas the height, number of seedlings or panicle per hill, number of hills per cultivated area, length of panicle, number of grains per and number of good or withered seeds per panicle were not statistically different. Also, to promote the use of chemical fertilizers of group 2 farmers was to increase their productivity.

Keywords: increase of productivity, Maejo 2 rice variety, rice growth, use of chemical fertilizers

คำนำ

จังหวัดเชียงรายถือเป็นแหล่งผลิตพืชผลด้านเกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศ มีสภาพแวดล้อมทางกายภาพและภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการผลิต โดยเฉพาะด้านการผลิตข้าวคุณภาพดี ได้แก่ ข้าวหอมมะลิอินทรีย์ ข้าวหอมไทย และข้าวเหนียว (นิทัศน์, 2550) มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวเหนียวมากที่สุดในภาคเหนือตอนบน อยู่ลำดับที่ 19 ของประเทศ โดยมีพื้นที่เพาะปลูก เท่ากับ 786,401 ไร่ และได้ผลผลิต 443,548 ตันข้าวเปลือก หรือผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 572 กิโลกรัม/ไร่ และอำเภอเชียงแสนมีผลผลิตลำดับที่ 13 ของจังหวัดเชียงราย โดยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวเหนียว 44,848 ไร่ ได้ผลผลิต 25,070 ตันข้าวเปลือก หรือผลผลิตต่อเฉลี่ย 560 กิโลกรัม/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ด้วยสภาพภูมิศาสตร์ที่เหมาะสม บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด จึงเลือกอำเภอเชียงแสนในจังหวัดเชียงราย เป็นแหล่งผลิตข้าวและส่งเสริมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี

ในปี 2563 มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี จำนวน 41 ราย มีพื้นที่ทั้งหมด 711.5 ไร่ เริ่มต้นในการดำเนินการในพื้นที่อำเภอเชียงแสน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ เกษตรกรมีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น มีตลาดรองรับผลผลิตที่แน่นอน และส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตราซีพีหมอดิน ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกับสหกรณ์เชียงแสน การทำงานมีการแบ่งหน้าที่ คือ การรับสมัครสมาชิก และการจำหน่ายปุ๋ย การรับซื้อผลผลิตของเกษตรกร เป็นหน้าที่ของสหกรณ์เชียงแสน ส่วนการให้ความรู้เรื่องการดูแลแปลงข้าว การเยี่ยมแปลงเกษตรกร การให้คำปรึกษา และการหาพ่อค้าคนกลางในการรับซื้อผลผลิต เป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมข้าวของบริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด ทั้งนี้เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี 2563 จะมีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมข้าวตรวจเยี่ยมแปลง ให้คำปรึกษาเรื่องการดูแลแปลงข้าวตลอดการเก็บเกี่ยว หลังจากที่เกษตรกรได้ผลผลิตแล้วเกษตรกรจะได้เงินพิเศษจากโครงการเพิ่มอีก คือ ผลผลิตข้าว 1 ตัน เท่ากับ 50 บาท หรือ 1 กิโลกรัม เท่ากับ 0.05 บาท ดังนั้นทางบริษัทมีความต้องการทราบประสิทธิภาพปุ๋ย ระหว่างเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้เข้าร่วมโครงการว่าผลต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวต่อไร่มากน้อยเพียงใด และวิธีการทำนาข้าวมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตข้าวต่อไร่ (กลุ่มธุรกิจฟาร์มโปรสาขาเชียงของ, 2563)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้เน้นศึกษาโครงการเกี่ยวกับผลของปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อผลผลิตข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่นิยมกันมากในอำเภอเชียงแสน และมีน้ำหนักผลผลิตได้ดี เพื่อให้เกษตรกรทราบถึงผลจากการที่เข้าร่วมโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำให้ทราบว่า ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ตรา ซี.พี. หมอดิน สูตร 27-12-6 และสูตร 20-8-20 ในการทำนาหว่านและนาปักดำของเกษตรกรมีปัจจัยอะไรบ้างที่ทำให้ผลผลิตข้าวต่อไร่เพิ่มขึ้น เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับโครงการในการแนะนำส่งเสริมเกษตรกรได้อย่างถูกต้องว่าจะต้องใส่ปุ๋ยสูตรใด ช่วงระยะข้าวใด ที่จะส่งผลให้ได้กำไรสูงสุด ซึ่งผลของการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงการผลิตของเกษตรกรในโครงการโดยตรง จากนั้นยังอาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบข้อมูลอื่น ๆ สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตข้าวนาปีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ทั้งหมด 20 ราย โดยมีการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีเจาะจง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี ในอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ที่ปลูกข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาหว่านและนาปักดำ โดยมีการเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 จำนวน 5 จุดต่อแปลง ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Sample size of farmer

Planting method	Participating Farmers in the project	Non- Participating Farmers in the project
Seeding method	5	5
Transplanting method	5	5
Total	10	10

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บและรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์แม่โจ้2 โดยเป็นชี้วัดการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 ได้แก่ ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยทำการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ระยะ คือระยะแตกกอ ระยะตั้งท้อง และระยะออกรวง

2) ตลับเมตร เพื่อใช้ในการวัดความสูง ความยาวรวง ของข้าวแม่โจ้ 2 ระยะแตกกอ ระยะตั้งท้อง และระยะออกรวง ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ

3) ไม้กรอบ (1×1 ตารางเมตร) เพื่อใช้ในการหาค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของข้าวแม่โจ้ 2

4) เครื่องชั่ง เพื่อใช้ในการวัดน้ำหนักของผลผลิตข้าวแม่โจ้ 2

5) โทรศัพท์ ใช้ในการบันทึกรูปภาพในแต่ละขั้นตอน

6) สมุดจดบันทึก เพื่อจดรายละเอียดที่สำคัญ

ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

1) ออกแบบบันทึกแล้วนำไปปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาจำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางบริษัทจำนวน 1 ท่าน

2) นำแบบบันทึกไปทำการทดสอบกับกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3) นำแบบบันทึกที่ทดสอบนำมาปรับปรุง และแก้ไขก่อนนำไปเก็บกลุ่มตัวอย่างจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบบันทึกข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกระยะการเจริญเติบโตของข้าวทั้ง 3 ระยะของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ระยะแตกกอ ระยะตั้งท้อง และระยะออกรวง ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพข้าวนาปี แบบนาหว่านและแบบนาปักดำ ในอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ทั้งหมดจำนวน 20 ราย

วิเคราะห์ข้อมูล

1) นำข้อมูลที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์แม่โจ้2 ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี จำนวน 5 จุดต่อแปลง ที่ระยะการเจริญเติบโต 3 ระยะ ได้แก่ ระยะแตกกอ ระยะตั้งท้อง และระยะออกรวง ทำการวัดความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิธี Independent Samples t-test ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดง Fig. 1

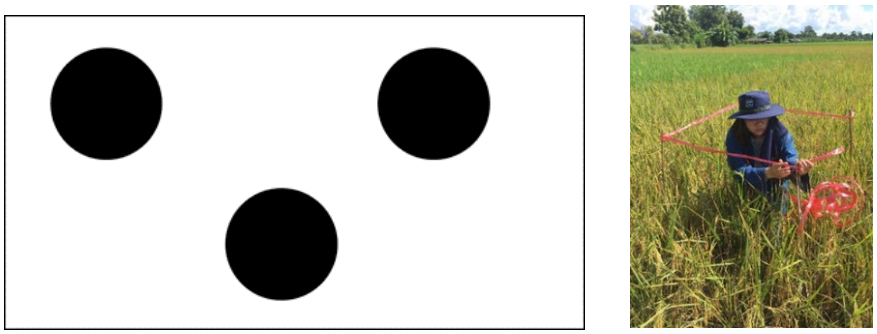


Fig. 1 Random sampling method

2) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก 1) โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) และ 2) เปรียบเทียบความแตกต่างการเจริญเติบโตของข้าวด้วยสถิติ t-test

ผลการศึกษา

เกษตรกรที่ปลูกข้าวแม่โจ้ 2 เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้ร่วมโครงการของอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ทั้งสิ้น 20 ราย ได้แก่ การเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 ทั้ง 3 ระยะ คือระยะแตกกอ ระยะตั้งท้อง และระยะออกรวงของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและเกษตรกรที่ไม่ได้ร่วมโครงการปลูกข้าวแม่โจ้ 2 แบบนาหว่านและนาปักดำ ดังนี้

1) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาหว่าน

ดังแสดงใน Table 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1) ระยะแตกกอ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้ร่วมโครงการ ปลูกข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาหว่านมีความสูง ($\bar{X}$ = 34.41, 34.11 และ SD = 0.67, 0.67 ตามลำดับ) จำนวนต้นต่อกอ ($\bar{X}$ = 9.09, 9.29 และ SD = 0.69, 0.75 ตามลำดับ) จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ($\bar{X}$ = 52.63, 43.13 และ SD = 5.83, 5.39 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่า ระยะ

แตกกอของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างจากเกษตรกรที่ไม่ได้ร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2) ระยะตั้งท้อง เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้ร่วมโครงการ ปลูกข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาหว่าน มีความสูง ($\overline{x}$ = 107.63, 107.70 และ SD = 2.61, 2.87) จำนวนต้นต่อกอ ($\overline{x}$ = 12.04, 12.07 และ SD = 1.24, 1.25 ตามลำดับ) จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ($\overline{x}$ = 52.63, 43.13 และ SD = 5.83, 5.39 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่า ระยะตั้งท้องของเกษตรที่เข้าร่วมโครงการ ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างจากเกษตรกรที่ไม่ได้ร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3) ระยะออกรวง เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้ร่วมโครงการ ปลูกข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาหว่าน มีความสูง ($\overline{x}$ = 113.56, 113.29 และ SD = 3.96, 3.52 ตามลำดับ) จำนวนต้นต่อกอ ($\overline{x}$ = 11.12, 10.71 และ SD = 1.13 และ 1.17 ตามลำดับ) จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ($\overline{x}$ = 52.63, 43.13 และ SD = 5.83 และ 5.39 ตามลำดับ) จำนวนรวงต่อกอ ($\overline{x}$ = 9.86, 9.81 และ SD = 1.08, 1.25 ตามลำดับ) ความยาวรวง ($\overline{x}$ = 31.62, 31.29 และ SD = 1.84, 1.91 ตามลำดับ) จำนวนเมล็ดต่อรวง ($\overline{x}$ = 98.94, 95.47 และ SD = 4.35, 3.72 ตามลำดับ) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง ($\overline{x}$ = 75.58 , 68.57 และ SD = 5.99, 3.30 ตามลำดับ) จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ($\overline{x}$ = 23.36, 26.74 และ SD = 4.29, 5.32 ตามลำดับ) น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ($\overline{x}$ = 142.64, 116.66 และ SD = 3.06 , 15.46 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่า ระยะแตกกอของเกษตรที่เข้าร่วมโครงการ ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ไม่แตกต่างจากเกษตรกรที่ไม่ได้ร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Table 2 Tillering period, gestation period, and producing grains period of participating and non-participating farmers in the project Maejo2 rice planting by transplanting method (n = 10)

	Participated farmers in the project		Non-participated farmers in the project		p-value
Tillering period	Mean	SD	Mean	SD	
Height	34.41	0.67	34.11	0.67	0.83
Number of panicles per hill	9.09	0.69	9.29	0.75	0.97
Number of clusters per square meter	52.63	5.83	43.13	5.39	0.75
Gestation period					
Height	107.63	2.61	107.70	2.87	0.88
Number of panicles per hill	12.04	1.24	12.07	1.25	0.95
Number of clusters per square meter	52.63	5.83	43.13	5.39	0.75
Producing grains period					
Height	113.56	3.96	113.29	3.52	0.75
Number of panicles per hill	11.12	1.13	10.71	1.17	0.88
Number of clusters per square meter	52.63	5.83	43.13	5.39	0.75
Number of panicles per hill	9.86	1.08	9.81	1.25	0.93
Length of panicle	31.62	1.84	31.29	1.91	0.99
Number of grains per panicle	98.94	4.35	95.47	3.72	0.63
Number of good seeds per panicle	75.58	5.99	68.57	3.30	0.19
Number of withered seeds per panicle	23.36	4.29	26.74	5.32	0.43
Yield weight per square meter	142.64	3.06	116.66	15.46	0.02

2) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาปักดำ

ดังแสดงใน Table 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

2 1) ระยะแตกกอ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้ร่วมโครงการ ปลูกข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาปักดำ มีความสูง ($\overline{x}$ = 34.39, 32.16 และ SD = 1.17, 1.48 ตามลำดับ) จำนวนต้นต่อกอ ($\overline{x}$ = 12.65, 12.64 และ SD = 0.85, 1.27 ตามลำดับ) จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ($\overline{x}$ = 18.37, 18.44 และ SD = 0.73, 0.79 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่า ระยะแตกกอของเกษตรที่เข้าร่วมโครงการ ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างจากเกษตรกรที่ไม่ได้ร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางเห็นได้ว่า ระยะตั้งท้องของเกษตรที่เข้าร่วมโครงการความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างจากเกษตรกรที่ไม่ได้ร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.2) ระยะตั้งท้อง เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้ร่วมโครงการ ปลูกข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาปักดำ มีความสูง ($\overline{x}$ = 109.10, 109.85 และ SD = 2.34, 3.74 ตามลำดับ) จำนวนต้นต่อกอ ($\overline{x}$ = 27.18, 24.78 และ SD = 1.64, 2.06 ตามลำดับ) จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ($\overline{x}$ = 18.37, 18.44 และ SD = 0.73, 0.79 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่า ระยะตั้งท้องของเกษตรที่เข้าร่วมโครงการ ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างจากเกษตรกรที่ไม่ได้ร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2 3) ระยะออกรวง เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่ได้ร่วมโครงการ ปลูกข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 แบบนาปักดำ มีความสูง ($\overline{x}$ =120.78, 119.78 และ SD = 1.38, 0.74 ตามลำดับ) จำนวนต้นต่อกอ $\overline{x}$ = 24.60, 22.84 และ SD = 1.37, 2.02 ตามลำดับ) จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ($\overline{x}$ = 18.37, 18.44 และ SD = 0.73, 0.79 ตามลำดับ) จำนวนรวงต่อกอ ($\overline{x}$ = 23.30, 22.41 และ SD = 2.14, 2.77 ตามลำดับ) ความยาวรวง ($\overline{x}$ = 31.29, 30.82 และ SD = 0.98, 0.54 ตามลำดับ) จำนวนเมล็ดต่อรวง ($\overline{x}$ = 108.85, 114.38 และ SD = 6.48, 6.22 ตามลำดับ) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง ($\overline{x}$ = 81.09, 79.77 และ SD = 9.56, 6.07 ตามลำดับ) จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ($\overline{x}$ = 27.76, 34.62 และ SD = 4.11, 2.45 ตามลำดับ) น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ($\overline{x}$ = 188.47, 161.41 และ SD = 7.46, 1.25 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่า ระยะแตกกอของเกษตรที่เข้าร่วมโครงการ ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ไม่แตกต่างจากเกษตรกรที่ไม่ได้ร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Table 3 Tillering period, gestation period, and producing grains period of participating and non-participating Farmers in the project Maejo 2 rice planting by direct seeding method (n = 10)

	Participating farmers in the project		Non-participating farmers in the project		p-value
Tillering period	Mean	SD	Mean	SD	
Height	34.39	1.17	32.16	1.48	0.71
Number of panicles per hill	12.65	0.85	12.64	1.27	0.47
Number of clusters per square meter	18.37	0.73	18.44	0.79	0.85

Table 3 (continued).

	Participating farmers in the project		Non-participating farmers in the project		*p*-value
Gestation period					
Height	109.10	2.34	109.85	3.74	0.17
Number of panicles per hill	27.18	1.64	24.78	2.06	0.73
Number of clusters per square meter	18.37	0.73	18.44	0.79	0.85
Producing grains period					
Height	120.78	1.38	119.78	0.74	0.26
Number of clusters per square meter	18.37	0.73	18.44	0.79	0.85
Number of panicles per hill	23.30	2.14	22.41	2.77	0.34
Length of panicle	31.29	0.98	30.82	0.54	0.16
Number of grains per panicle	108.85	6.48	114.38	6.22	0.56
Number of good seeds per panicle	81.09	9.56	79.77	6.07	0.14
Number of withered seeds per panicle	27.76	4.11	34.62	2.45	0.06
Yield weight per square meter	188.47	7.46	161.41	1.25	0.04

สรุป

ผลการศึกษา มีข้อสรุปที่สำคัญ ดังนี้

1) เปรียบเทียบผลของปุ๋ยเคมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 ระหว่างเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี แบบนาหว่าน

พบว่า ระยะแตกกอ เกษตรกรทั้งสองกลุ่มใส่ปุ๋ยตามความต้องการของข้าว ส่งผลให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ระยะตั้งท้อง เกษตรกรทั้งสองกลุ่มใส่ปุ๋ยตามความต้องการของข้าว ส่งผลให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ระยะออกรวง เกษตรกรทั้งสองกลุ่มใส่ปุ๋ยตามความต้องการของข้าว ส่งผลให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2) เปรียบเทียบผลของปุ๋ยเคมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์แม่โจ้ 2 ระหว่างเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่ข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี แบบนาปักดำ

พบว่า ระยะแตกกอ เกษตรกรทั้งสองกลุ่มใส่ปุ๋ยตามความต้องการของข้าว ส่งผลให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ระยะตั้งท้อง เกษตรกรทั้งสองกลุ่มใส่ปุ๋ยตามความต้องการของข้าว ส่งผลให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ระยะออกรวง เกษตรกรทั้งสองกลุ่มใส่ปุ๋ยตามความต้องการของข้าว ส่งผลให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาแสดงเห็นว่า ผลผลิตที่ได้ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวนาปี ทั้งวิธีการปลูกแบบนาหว่านและนาปักดำ มีน้ำหนักผลผลิตที่มากกว่าเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ เนื่องจากเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีเจ้าหน้าที่จากบริษัท ค่อยให้คำแนะนำและดูแลการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ โดยมีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมและตรงต่อช่วงระยะการเจริญเติบโตของข้าวตลอดการเก็บเกี่ยว ได้แก่ ระยะแตกกอจะใส่ปุ๋ยตราซี.พี หมอดิน สูตร 27-12-6 เป็นช่วงระยะที่ข้าวต้องการไนโตรเจนมาก ระยะตั้งท้องจะใส่ปุ๋ยตราซี.พี หมอดิน สูตร 20-8-20 เป็นช่วงระยะที่ข้าวต้องการทั้งไนโตรเจนและโพสแทสเซียม และเกษตรกรในโครงการใส่ปุ๋ยตรงตามระยะเวลาต่อความต้องการของข้าว ส่งผลให้ต้นข้าวมีความแข็งแรง เขียวนาน เมล็ดมีน้ำหนัก เมล็ดลีบน้อย เมล็ดในรวงข้าวมาก ทำให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สยาม (2560) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้สารเคมีในการทำนาข้าวของเกษตรกรในอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี พบว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีในการทำนาข้าวโดยใช้ ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าว ทำให้รวงข้าวใหญ่ ข้าวงาม เขียวทน เขียวนาน ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ นางสาวนิตชนัน วงค์น้อย นักบริหารธุรกิจเกษตร กลุ่มธุรกิจฟาร์มโปร สาขาเชียงของ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด และเกษตรกรอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มธุรกิจฟาร์มโปรสาขาเชียงของ. 2563. โครงการเพิ่มประสิทธิภาพข้าวนาปี 2563 ร่วมกับสหกรณ์เชียงแสน จำกัด. บริษัทเจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด, เชียงราย.

นิทัศน์ สิทธิวงศ์. 2550. 51 ปี ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย: 15 ปี ข้าวอินทรีย์มาตรฐานสากล. สำนักพิมพ์ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย, เชียงราย.

สยาม อรุณศรีมรกต. 2560. การใช้สารเคมีในการทำนาข้าวของเกษตรกรในอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี. วารสารเกษตรพระวรุณ. 14: 173–180.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ข้อมูลการเกษตรการผลิตข้าวนาปี. http://www.oae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดข้าวนาปี/TH-TH, 18 กันยายน 2563.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

factors associated with motivations in roles of Small and Micro Community Enterprises (SMCEs) promotion of agricultural extension officers in the Southern Region of Thailand

ญานิกา เกื้อตุ้ง*, พิไลวรรณ ประพฤติ

Yanika Kueatung*, Pilaiwan Prapruit

สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90110

Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla 90110, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: care29092539@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแรงจูงใจและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ใช้แบบสอบถามเชิงโครงสร้างกับประชากรคือ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่รับผิดชอบงานวิสาหกิจชุมชน อำเภอละ 1 ราย จำนวน 111 อำเภอ ครอบคลุมทุกจังหวัดในภาคใต้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติทดสอบไคสแควร์ ผลการศึกษา พบว่า เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่มีบทบาทในงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 82.9) อายุเฉลี่ย 40 ปี นับถือศาสนาพุทธ (ร้อยละ 75.7) ดำรงตำแหน่งนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับปฏิบัติการ (ร้อยละ 53.2) มีประสบการณ์การทำงานด้านการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 4 ปี 1 เดือน แรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\mu = 3.89$) โดยพบว่า มีแรงจูงใจในระดับมากในด้านความรับผิดชอบ ($\mu = 4.12$) ด้านนโยบายและการบริหารงาน ($\mu = 4.04$) และแรงจูงใจเฉลี่ยเท่ากันในด้านการได้รับการยอมรับนับถือและด้านความมั่นคงในงาน ($\mu = 4.03$) ส่วนแรงจูงใจระดับปานกลาง คือ ด้านสภาพการทำงาน ($\mu = 3.37$) นอกจากนี้ พบว่าปัจจัยด้านอายุรับราชการ ระดับของตำแหน่งที่ดำรงอยู่ เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร, ภาคใต้, บทบาท, แรงจูงใจ, วิสาหกิจชุมชน

Abstract

This study aimed to examine factors associated with motivation in roles of small and micro community enterprises (SMCEs) promotion of agricultural extension officers in the southern Thailand. Structured questionnaire was used for agricultural extension officers responsible for SMCEs, which one was select from each district, were selected from 111 districts which covered all provinces in the southern region of Thailand. Descriptive statistics and Chi-square test were used for data analysis. Results of the study shown that the most agricultural extension officers that performed roles as SMCEs were male (82.9%), had an average age at 40 years old, were Buddhists (75.7%), took positions as practitioner-level agricultural extension officers (53.2%), had SMCEs working experiences at an average of 4 years 1 months. The study indicated that the motivation in roles of SMCEs in overall was associated at high level ($\mu = 3.89$). The study revealed that motivations associated at the highest level were responsibility ($\mu = 4.12$) and policy and working management ($\mu = 4.04$), associated at the same averages were recognition and job security ($\mu = 4.03$), and associated at a medium level was working situation ($\mu = 3.37$). Moreover, the study found that factors namely official age and working position level were associated with motivations in roles of SMCEs of agricultural extension officers which had statistically significant level at 0.05.

Keywords: agricultural extension officer, Southern Thailand, role, motivation, Small and Micro Community Enterprises (SMCEs)

คำนำ

วิสาหกิจชุมชนของไทยเกิดขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2540 โดยรัฐบาลกำหนดให้วิสาหกิจชุมชนเป็นนโยบายของภาครัฐที่ใช้แก้ปัญหาความยากจน เพื่อให้ผู้ประกอบการในระดับชุมชนที่ไม่พร้อมจะเข้ามาแข่งขันทางการค้าได้รับการส่งเสริมความรู้ และภูมิปัญญาท้องถิ่น สร้างรายได้ และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้เศรษฐกิจชุมชนมีความเข้มแข็ง สามารถพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ประกอบการของหน่วยธุรกิจที่สูงขึ้น (เสรี, 2547) รูปแบบการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนเป็นการประกอบกิจการลักษณะกลุ่มภายในชุมชนเกี่ยวกับการผลิตสินค้า การให้บริการหรืออื่นๆ โดยการจัดการทุนของชุมชน รวมถึง ทรัพยากรภายในชุมชน ผลผลิตทางการเกษตร ความรู้ภูมิปัญญา และวัฒนธรรมท้องถิ่น กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นหน่วยงานรับผิดชอบการดำเนินงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนตามพระราชบัญญัติวิสาหกิจชุมชน พ.ศ. 2548 โดยมีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้มีความเข้มแข็งและมีการดำเนินงานอย่างยั่งยืน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549)

บทบาทของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในงานวิสาหกิจชุมชน ประกอบไปด้วย 4 บทบาท ได้แก่ 1) จัดทำข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน 2) ถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี 3) พยากรณ์และเตือนภัย และ 4) ประสานงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน, 2548) ซึ่งพบว่าวิสาหกิจชุมชนในประเทศไทยบางกลุ่มมีความสำเร็จในการดำเนินงาน แต่มีกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบางส่วนที่ประสบปัญหาในการดำเนินงาน เช่น การตลาด การผลิต และรวมถึงทักษะอื่น ๆ (ธงพล, 2556) ปัจจัยที่ทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จมีทั้งปัจจัยในและปัจจัยภายนอก เช่น ความสามัคคีของกลุ่ม การดำเนินงานในการผลิตที่มีการปฏิบัติตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสามารถพึ่งตนเองได้ และอีกหนึ่งปัจจัยที่เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน คือ การได้รับความช่วยเหลือจากหน่วยงานภาครัฐ หรือได้รับการส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ดังนั้นแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมฯ จึงมีส่วนสำคัญในการกระตุ้นให้เจ้าหน้าที่ได้มีการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ (ลัดดาวัลย์, 2538) โดยปัจจัยของแรงจูงใจในการปฏิบัติงานเกิดจากปัจจัยภายใน หรือปัจจัยภายนอกที่เข้ามากระตุ้นเพื่อให้เกิดพลังในการปฏิบัติงาน ประกอบด้วยปัจจัย 9 ด้าน คือ ด้านความสำเร็จของงาน ด้านการได้รับการยอมรับนับถือ ด้านลักษณะของงานที่ปฏิบัติ ด้านความรับผิดชอบ ด้านความก้าวหน้า ด้านความสัมพันธ์ในหน่วยงาน ด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน ด้านความมั่นคงในงาน และด้านนโยบายและการบริหารงาน ซึ่งจะส่งผลต่อความสำเร็จในการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งทำให้งานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (โชติกา, 2555)

การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นความสำคัญของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกระตุ้นการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในงานวิสาหกิจชุมชนให้มีความเหมาะสมตามนโยบายของภาครัฐต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาประชากรทั้งหมด ซึ่งประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่รับผิดชอบงานวิสาหกิจชุมชน โดยในทางปฏิบัติแล้วสำนักงานเกษตรอำเภอมีการมอบหมายให้

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรรับผิดชอบงานวิสาหกิจชุมชน อำเภอละ 1 รายเท่านั้น พื้นที่ภาคใต้มีทั้งหมด 151 อำเภอ ดังนั้นจำนวนประชากร คือ 151 ราย ใช้แบบสอบถามแบบเชิงโครงสร้างในการเก็บรวบรวมข้อมูลช่วงเดือนกันยายนจนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ซึ่งสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรได้ทั้งสิ้น 111 ราย ครอบคลุมทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย สำหรับแรงจูงใจจะแบ่งออกเป็น 9 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสำเร็จของงาน 2) ด้านการได้รับการยอมรับนับถือ 3) ด้านลักษณะของงานที่ปฏิบัติ 4) ด้านความรับผิดชอบ 5) ด้านความก้าวหน้า 6) ด้านความสัมพันธ์ในหน่วยงาน 7) ด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน 8) ด้านความมั่นคงในงาน และ 9) ด้านนโยบายและการบริหารงาน รวมจำนวนทั้งหมด 43 ประเด็น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ สำหรับระดับของแรงจูงใจได้กำหนดค่าคะแนนแรงจูงใจเป็น 3 ระดับ ได้แก่ มาก ปานกลาง น้อย มีค่าคะแนนเท่ากับ 3, 2, 1 ตามลำดับ มีการจัดระดับเป็นช่วงคะแนนเพื่อแปลความหมายของระดับแรงจูงใจ ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 3.68–5.00 แปลความหมายว่า มาก ค่าเฉลี่ย 2.34–3.67 แปลความหมายว่า ปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.00–2.33 แปลความหมายว่า น้อย แล้วนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

ผลการศึกษา

1. คุณลักษณะและปัจจัยส่วนบุคคลของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในงานวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ภาคใต้

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่ปฏิบัติงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนในภาคใต้ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 82.9 อายุเฉลี่ย 40 ปี ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ คิดเป็นร้อยละ 75.7 สถานภาพสมรส พบว่า สมรส ร้อยละ 57.7 การมีบุตรส่วนใหญ่ไม่มีบุตร/ธิดา ร้อยละ 51.4 โดยมีบุตรเฉลี่ย 2 คน สถานภาพของครอบครัวส่วนใหญ่อาศัยอยู่บ้านเดียวกันทั้งคู่สมรสและบุตร ร้อยละ 43.2 ระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 76.6 มีการดำรงตำแหน่งนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับปฏิบัติการ ร้อยละ 53.2 อายุรับราชการ เฉลี่ย 7 ปี 8 เดือน สูงสุด 35 ปี และต่ำสุด 1 ปี มีประสบการณ์การทำงานด้านการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน เฉลี่ยอยู่ที่ 4 ปี 1 เดือน สูงสุด 23 ปี และต่ำสุด 1 เดือน จำนวนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรรับผิดชอบ เฉลี่ยอยู่คนละที่ 55.61 กลุ่ม สูงสุด 119 กลุ่ม และต่ำสุด 5 กลุ่ม ลักษณะการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรรับผิดชอบส่วนใหญ่รับผิดชอบเกี่ยวกับกลุ่มแปรรูปสินค้าบริโภค ร้อยละ 98.2 รองลงมา คือ กลุ่มเลี้ยงสัตว์ ร้อยละ 82.0 และกลุ่มผลิตปุ๋ย ร้อยละ 64.9 การได้รับฝึกอบรมเกี่ยวกับการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน พบว่า เคยได้รับการฝึกอบรม ร้อยละ 87.4 ไม่เคยได้รับการฝึกอบรม ร้อยละ 12.6 โดยมีความถี่ในการฝึกอบรมอยู่ที่ 2.5 ครั้งต่อปี สูงสุด 5 ครั้งต่อปี และต่ำสุด 1 ครั้งต่อปี

2. แรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร

แรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า แรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\mu = 3.89$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมีแรงจูงใจในระดับมาก ได้แก่

ด้านความรับผิดชอบ (μ = 4.12) ด้านนโยบายและการบริหารงาน (μ = 4.04) ด้านการได้รับการยอมรับนับถือและด้านความมั่นคงในงาน (μ = 4.03) ด้านความสัมพันธ์ในหน่วยงาน (μ= 4.02) ด้านความสำเร็จของงาน (μ= 3.96) และด้านลักษณะของงานที่ปฏิบัติกับด้านความก้าวหน้า (μ= 3.90) และมีแรงจูงใจระดับปานกลาง ได้แก่ ด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน (μ= 3.37) ดังแสดงใน Table 1

Table 1 The level of motivation in the role of community enterprise promotion of agricultural extension officers (*n* = 111)

Motivations	μ	SD	Motivation level
Work success	3.96	0.05	high
Recognition	4.03	1.43	high
Nature of work performed	3.90	0.03	high
Responsibility	4.12	0.08	high
Work progress	3.90	0.08	high
Colleague relationship	4.02	0.08	high
Working environment	3.37	0.10	medium
Job stability	4.03	1.38	high
Policy and administration	4.04	0.03	high
Overall	3.89	0.67	high

3. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร

จากการศึกษา พบว่า อายุรับราชการ และระดับของตำรงตำแหน่งที่ดำรงอยู่ มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Factors associated with the motivation in the role of community enterprise promotion in southern Thailand (*n* = 111)

Independent variable	Motivations	
	χ^2	sig
1. Sex	.006	1.000 ns
2. Religion	.719	.457 ns
3. Official age	6.140	.046*
4. The working age responsible for promoting community enterprises	2.681	.262 ns
5. Education level of agricultural extension officers	1.065	.587 ns
6. Working position Level of agricultural extension officer	6.567	.037*
7. Amount of responsible community enterprise groups	.089	.956 ns
8. Amount of SMCE training participation	.019	1.000 ns

หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05, ns หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จาก Table 2 เมื่อพิจารณาในรายละเอียด พบว่า เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่มีอายุการทำงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนเป็นเวลา 1–5 ปี มีแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่มีอายุรับราชการ ตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป มีแรงจูงใจในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่มีอายุงานน้อยมีความมุ่งมั่นและมีความต้องการสร้างประสบการณ์ในการทำงาน สำหรับปัจจัยการดำรงตำแหน่งของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร พบว่า เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่มีการดำรงตำแหน่งนักวิชาการส่งเสริมเกษตรระดับปฏิบัติการ ส่วนใหญ่มีแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนอยู่ในระดับมาก เนื่องจากผลการปฏิบัติงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนสามารถใช้ในการยื่นขอการปรับตำแหน่งที่สูงขึ้นได้

สรุปและวิจารณ์ผล

การศึกษาแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณลักษณะและปัจจัยส่วนบุคคลของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ศึกษาแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรสามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

คุณลักษณะและปัจจัยส่วนบุคคลของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นตัวแปรหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการมีแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน การศึกษาครั้งนี้พบว่า เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในภาคใต้ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 82.9 ซึ่งมีความแตกต่างกันกับงานวิจัยของ พชร และคณะ (2562) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบการปฏิบัติงานกับภาระงานที่กำหนดไว้ของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พบว่าเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในภาคเหนือตอนบนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรที่ปฏิบัติงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนในภาคใต้ส่วนใหญ่อายุเฉลี่ย 40 ปี นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 75.5 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 76.6 และมีการดำรงตำแหน่งนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับปฏิบัติการ ร้อยละ 53.2 โดยที่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมีระดับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\mu = 3.89$) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่ามีแรงจูงใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ 1) ด้านความสำเร็จของงาน 2) ด้านการได้รับการยอมรับนับถือ 3) ด้านลักษณะของงาน 4) ด้านความรับผิดชอบ 5) ด้านความก้าวหน้า 6) ด้านความสัมพันธ์ในหน่วยงาน 7) ด้านความมั่นคงในงาน 8) ด้านนโยบายและการบริหารงาน ส่วนแรงจูงในด้านสภาพการทำงานมีแรงจูงใจในการปฏิบัติงานในระดับปานกลาง ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ รัชนีกร (2552) ที่พบว่าปัจจัยด้านการยอมรับนับถือ ด้านลักษณะของงาน ด้านความรับผิดชอบ ด้านนโยบายและการบริหารงาน ด้านความสัมพันธ์ในหน่วยงาน และด้านความมั่นคงในงาน ส่งผลต่อแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของข้าราชการส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอหนองแซง จังหวัดสระบุรี

สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ พบว่า อายุรับราชการ และระดับของตำแหน่งที่ดำรงอยู่ มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจในบทบาทการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bahua (2013) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการส่งเสริมการเกษตรการปฏิบัติงานและผลกระทบที่มีต่อเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดโกรอนตาโล ประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ปัจจัยด้าน

คุณลักษณะของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ได้แก่ อายุ อายุการทำงาน กลุ่มของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรได้สร้างขึ้น มีความสัมพันธ์กับระดับการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา พบว่า เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในภาคใต้ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการส่งเสริมงานวิสาหกิจชุมชนที่ไม่สม่ำเสมอ และมีเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนไม่ได้รับการอบรมเลย คิดเป็นร้อยละ 12.6 ดังนั้น กรมส่งเสริมการเกษตรควรที่จะมีการจัดโครงการฝึกอบรมให้มากขึ้น และเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานทุกคนควรได้รับการอบรมอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้มีความเข้าใจในนโยบายที่ตรงกัน เพื่อเพิ่มพูนความรู้ และเพื่อฝึกทักษะในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่าระดับแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ที่อยู่ในระดับปานกลาง คือ สภาพแวดล้อมการทำงาน ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้เสนอแนะให้หน่วยงาน (เกษตรอำเภอ) มีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมการทำงาน และมีการสนับสนุนด้านสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการปฏิบัติงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคใต้ ที่ให้ความอนุเคราะห์เวลาในการตอบแบบสอบถาม รวมถึงให้คำแนะนำในรายละเอียดการปฏิบัติงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน จนทำให้การศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์การวิจัย

ขอขอบคุณกองทุนวิจัยคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการเก็บข้อมูลวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. การส่งเสริมการเกษตร. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

โชติกา ระโส. 2555. แรงจูงใจในการปฏิบัติงานของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ธงพล พรหมสาขา ณ สกลนคร. 2556. แนวทางการพัฒนาการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนในเขตลุ่มทะเลสาบสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาสารัตถศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

พชร ถือแก้ว, รุจ ศิริสัญลักษณ์, อาวรณ์ โอภาสพัฒนกิจ, จิรวัฒน์ พัสระ. 2562. การเปรียบเทียบการปฏิบัติงานกับภาระงานที่กำหนดไว้ของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. วารสารเกษตร. 35: 147–157.

รัชนีกร ขัติยอด. 2552. ปัจจัยที่มีผลต่อแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของข้าราชการส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาในเขตอำเภอหนองแซง จังหวัดสระบุรี. ภาคนิพนธ์บริหารธุรกิจ มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.

ลัดดาวัลย์ ศานตินิรันดร. 2538. แรงจูงใจในการทำงานกับพฤติกรรมการสอนของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน. 2548. พระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน พ.ศ. 2548. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

เสรี พงศ์พิศ. 2547. ร้อยค่าที่คู่ควร. เจริญวิทย์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

Bahua, M.l. 2013. Factors Affecting the performance agricultural extension and their impact at behavior maize farmers in Gorontalo Province. J. Agric. Educ. Ext. 1: 1–10.

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงานของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในจังหวัดสกลนคร ภายใต้การส่งเสริมของโรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม จำกัด

Grower's opinion on the decision to send sugarcane to factories in Sakon Nakhon Province, under promotion of Rerm Udom Sugar Factory Co., Ltd.

พชรพล จุฑามณี, ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์*

Patcharapon Chuthamani, Duangkamol Panrosthip Thunmathiwat*

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสาร และพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040491@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร 2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงาน 3) ปัญหาในการส่งอ้อยเข้าโรงงาน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการคัดเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงกับเกษตรกรที่ส่งอ้อยเข้าโรงงานเป็นประจำ จำนวน 18 ราย โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ และ ค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรเป็นเพศชาย อายุ 46–55 ปี (ร้อยละ 55.56) เกือบทั้งหมดจบการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 94.44) ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงาน พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านความสัมพันธ์ระหว่างนักส่งเสริมกับชาวไร่ (ค่าเฉลี่ย 4.67) รองลงมา คือ ด้านการส่งเสริมการผลิตอ้อยมีความสำคัญอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.22) และปัจจัยที่มีความสำคัญในระดับปานกลาง คือ ด้านระยะทาง ด้านราคา และด้านระยะเวลารอคิวลงอ้อย (ค่าเฉลี่ย 3.05, 2.72 และ 2.56) ปัญหาในการส่งอ้อยเข้าโรงงาน คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูงทำให้มีการบรรทุกน้ำหนักเกินที่กฎหมายกำหนด และการลัดคิวส่งอ้อยเข้าโรงงาน

คำสำคัญ: การตัดสินใจ, การส่งเสริม, เกษตรกรชาวไร่อ้อย, ความคิดเห็น

Abstract

This research aimed to study 1) basic information, 2) To factory opinion on factors affecting decision to send sugarcane to the factories, and 3) Problems in sending sugarcane. Data were collected by selecting specific 18 samples sugarcane farmers regularly sending sugarcane to the factory by in-depth interviews. Statistical analysis included frequency, percentage and mean. Results of revealed that half of respording were male (55.56 %), age 46–55 years. Most of there completed at the primary school (94.44%). Opinion on factors affecting the decision to send sugarcane to the factory found that the most important factors were relationship between extension worker and farmers (mean 4.67), followed by promotion of sugarcane production at a high level (mean 4.22). Factors at moderate importance included distance, price, and the queuing time for the process of sending sugarcane (mean 3.05,2.72 respectively 2.56). Problems in sending sugarcane were: high cost of transportation leads to legal overloading and out of the queue to send sugarcane.

Keywords: decision-making, extension, opinion, sugarcane farmer

คำนำ

ปัญหาของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศไทยคือ ความแปรปรวนของผลผลิตและราคาน้ำตาลในตลาดโลก ซึ่ง 3 ใน 4 ของผลผลิตทั้งหมดจะส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ ดังนั้นถ้าราคาน้ำตาลในตลาดโลกมีความผันผวนมาก ก็จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อราคาอ้อยในประเทศทันที ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมานี้ ผลผลิตอ้อยของประเทศมีความแปรปรวนอย่างมาก โดยมีปริมาณอ้อยเข้าหีบอยู่ระหว่าง 66–134 ล้านตัน ทำให้การวางแผนการผลิตและการค้าขายน้ำตาลเป็นไปด้วยความยากลำบาก เพราะเป็นตลาดล่วงหน้า ในปัจจุบันโรงงานน้ำตาล 54 โรงทั่วประเทศ มีกำลังการผลิตรวมกันมากกว่า 100 ล้านตันอ้อย แต่วัตถุดิบมักจะไม่เพียงพอโดยฉพาะในปีที่ประสบภาวะฝนแล้ง การระบาดของโรคใบขาวและหนอนกอ จะทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก ดังนั้นปัญหาความแปรปรวนของผลผลิตอ้อยที่จะป้อนให้โรงงาน จึงทำให้ประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลของโรงงานตกต่ำตามไปด้วย เพราะขาดแคลนวัตถุดิบ ประกอบกับพื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทยมีความผันแปรอยู่ระหว่าง 10–11 ล้านไร่ กระจายอยู่ในเขตภาคกลางภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลผลิตอ้อยโดยรวมในระยะ 5 ปีที่ผ่านมานี้จะอยู่ระหว่าง 93–134 ล้านตัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10–12 ตัน/ไร่ ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ได้อีกมาก (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2563)

โรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม จำกัด เป็นหนึ่งในหลายโรงงานที่ได้รับปัญหาการขาดแคลนอ้อยอย่างหนักในฤดูการผลิตที่ผ่านมา อันเนื่องมาจากโรงงานตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงเกิดปัญหาภัยแล้งเป็นประจำ ทำให้เกษตรกรมีอ้อยไม่เพียงพอในการส่งผลผลิตให้กับโรงงานต่าง ๆ ในพื้นที่ ทำให้โรงงานต่าง ๆ เกิดการแย่งอ้อยในการทำน้ำตาล

โรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม จำกัด เป็นโรงงานที่รับซื้ออ้อยจากเกษตรกรเพื่อนำมาผลิตเป็นน้ำตาลและส่งออก ตั้งอยู่ที่ 11 หมู่ 6 ต.หนองสระปลา อ.หนองหาน จ.อุดรธานี 41130 ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2500 โดยคุณเงิน ชัยรัตน์ได้เดินทางไปไต้หวัน เพื่อซื้ออุปกรณ์และขอความร่วมมือในการ ติดตั้งเครื่องจักรและฝึกสอนการเคี่ยวน้ำตาลทรายขาว โดยก่อตั้งโรงงานในพื้นที่ 80 ไร่ ซึ่งคือที่ตั้งโรงงานในปัจจุบันที่ โดยรับน้ำเชื่อมจากโรงงานทั้ง 8 สาขาเพื่อมาเคี่ยวน้ำตาลต่อมาใน ปี พ.ศ. 2519 ผู้อำนวยการโรงงาน คือคุณเงิน ชัยรัตน์ ได้เกษียณตนเองให้บุตรชายคนโตมาบริหาร คือคุณปรีชา ชัยรัตน์ ดำรงตำแหน่งกรรมการผู้จัดการ คุณปรีชา ชัยรัตน์ได้ขยายสำนักงานเพิ่ม 2 สาขา คือในกรุงเทพมหานครและสำนักงานโรงงานในปัจจุบัน ต่อมาบุตรชายอีก 2 คนของคุณเงิน คือ คุณประชา ชัยรัตน์ และคุณธาดา ชัยรัตน์ได้เข้าร่วมบริหารกิจการจนพัฒนา นำระบบการผลิตที่ทันสมัยและมาตรฐานการจัดการต่าง ๆ มาพัฒนาองค์กร จนเพิ่มกำลังการผลิต เป็นวันละ 20,582 ตัน ในปี พ.ศ. 2538–2539 บริษัทเริ่มทำการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ปีการผลิต 2545/2546 สามารถหีบอ้อยได้มากที่สุด 242,000 ตัน ในปี 2548 มีการนำกากอ้อยมาเป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิต และต่อมาได้เปลี่ยนไปจำหน่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (ฝ่ายไร่เริ่มอุดม, 2560)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาความคิดเห็นที่ส่งผลต่อการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงานของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยใน จังหวัดสกลนคร ภายใต้การส่งเสริมของโรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม จำกัด ทั้งนี้เพื่อให้บริษัทโดยเฉพาะหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการจัดหาอ้อยเข้าโรงงานสามารถนำข้อมูลจากการศึกษา ไปปรับใช้ในการวางแผนการจัดการอ้อยเข้าโรงงานต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามระเบียบวิธีการดังนี้

ประชากร ของการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริมจากโรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม ในพื้นที่ เขต 4 สกลนคร จำนวน 140 ราย

กลุ่มตัวอย่างทำการเลือกแบบเจาะจงจากเกษตรกรที่ส่งอ้อยเข้าโรงงานเป็นประจำในพื้นที่เขต 4 สกลนคร จำนวน 18 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย งานวิจัยนี้ใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกที่มีข้อคำถามเป็นปลายปิด (Close-Ended Question) และ แบบสัมภาษณ์ปลายเปิด (Open- Ended Question) โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยที่ได้รับการส่งเสริมจากโรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม จำกัด จังหวัดสกลนคร

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงาน

ตอนที่ 3 ปัญหาในการส่งอ้อยเข้าโรงงาน

การทดสอบเครื่องมือในการวิจัย

การตรวจสอบเครื่องมือ โดยผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบความถูกต้องและความครอบคลุมของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ด้วยตนเองจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 ราย ทำการเก็บข้อมูลจากการทำงานกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมโดยการเลือกเกษตรกรที่ส่งอ้อยเข้าโรงงานเป็นประจำ โดยทำการเก็บข้อมูลระหว่างการฝึกงาน ในระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำมาวิเคราะห์ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงาน โดยใช้แนวคิดของลิเคิรท (Likert Scale) เป็นเกณฑ์วัดซึ่งมีเกณฑ์ให้คะแนนตามระดับความสำคัญ 5 ระดับ (กชวรรณ, 2558)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การนำเสนอผลการศึกษา สามารถแบ่งออกได้ เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร

พบว่า เป็นเพศชายร้อยละ 50 อายุช่วง 46–55 ปี ร้อยละ 55.56 เกือบทั้งหมดจบการศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 94.44 ด้านกรรมสิทธิ์ในที่ดินพบว่าเกษตรกรมีที่ดินของตนเองและพื้นที่เช่าด้วยร้อยละ 72.22 ทำเกษตรกรรมโดยอาศัยน้ำฝนทั้งหมด ส่วนใหญ่ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ร้อยละ 72.22 ประเภทอ้อย เป็นอ้อย

ใหม่ร้อยละ 58.35 และเฉลี่ยค่าเช่าที่ดินไร่ละ 1138.89 บาทต่อไร่ ลักษณะการปลูก เกือบทั้งหมดปลูกด้วยเครื่องจักรกล ร้อยละ 72.22 มีการเก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคมทั้งหมด และมากกว่าครึ่งเก็บเกี่ยวอ้อยสดและอ้อยไฟไหม้ร้อยละ 77.78 ประมาณครึ่งหนึ่งใช้วิธีเก็บเกี่ยวด้วยวิธีแรงงานคนและรถตัดอ้อย ร้อยละ 55.56 การขนส่งส่วนใหญ่ขนส่งด้วยรถสิบล้อร้อยละ 72.22 และชาวไร่มีรถไถเป็นของตนเองร้อยละ 88.89 ระยะจากไร่ไปสถานีขนถ่าย ประมาณ 21–40 กิโลเมตรร้อยละ 50

ต้นทุนการปลูกอ้อยพบว่าเกือบครึ่งของเกษตรกรคือร้อยละ 44.44 อยู่ในช่วง 1000–2000 บาทโดยมีค่าเฉลี่ยที่ 1261 บาท($\overline{x}$ = 1261.00 บาท)ส่วนในค่าวัสดุการปลูกอ้อยส่วนใหญ่ร้อยละ 61.11 อยู่ในช่วง 0–999 บาท โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 1053.05 บาท($\overline{x}$ =1053.05 บาท) และค่าแรงในการเก็บเกี่ยวกว่าครึ่งร้อยละ 49.99 ในช่วง 0–999 บาท โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 1247.78 บาท($\overline{x}$ =1247.78 บาท) ค่าขนส่งรถสิบล้อเฉลี่ย 146.67 บาทต่อตัน รถหกล้อเฉลี่ย 151.11 บาทต่อตัน รถพ่วงเฉลี่ย 102.78 บาทต่อตันรถลากเฉลี่ย 100 บาทต่อตัน พันธุ์อ้อย ค่าเฉลี่ยพันธุ์อ้อย 1150 บาท ค่าที่ดินเฉลี่ยไร่ละ 1138.89 บาทต่อไร่

ปัญหาการปลูกส่วนใหญ่ร้อยละ 77.78 พบปัญหาภัยแล้ง ปัญหาการเก็บเกี่ยวอ้อยพบว่าปัญหาส่วนใหญ่คือการขาดแรงงานร้อยละ 61.11 และปัญหาการขนส่งอ้อยเข้าโรงงาน พบว่า การบรรทุกเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดร้อยละ 33.33

2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงาน

จากการสำรวจความคิดเห็นของเกษตรกรพบว่าปัจจัยด้านความสัมพันธ์กับชาวไร่มีความสำคัญระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.67, SD = 0.48) ความสัมพันธ์ในที่นี้เป็นไปในรูปแบบของความสัมพันธ์ที่มีมาจากรุ่นสู่รุ่น มีความสัมพันธ์ที่ดีกับโรงงานมาตลอดทำให้เกิดความผูกพัน การจงรักภักดีและการที่โรงงานดูแลลูกหลานของชาวไร่ ไม่ว่าจะเป็นการรับเข้ามาทำงานพาร์ทไทม์ ในช่วงฤดูเปิดหีบที่ทางโรงงานต้องการพนักงานเพิ่มขึ้น เพราะอ้อยเป็นพืชที่ไม่ได้เปิดรับตลอดจะเปิดแค่ช่วง ธันวาคม–มีนาคมของทุกปี และทางโรงงานจะเพิ่มพื้นที่รับซื้ออ้อยที่เรียกกันว่าลานรับซื้อในแต่ละเขตเพราะทางโรงงาน ไม่มีพื้นที่รองรับเพียงพอต่อเกษตรกรที่มาส่งวัตถุดิบ ส่งผลให้ต้องรับพนักงานมาเพิ่มจำนวนมาก ในทางปฏิบัติหัวหน้าเขตจะเป็นคนคัดสรรคนที่มาสมัครลูกหลานชาวไร่ที่มีความสัมพันธ์อันดีกับทางโรงงานส่งอ้อยเป็นประจำก็จะได้รับพิจารณาก่อน ทำให้เกษตรกรไม่อยากที่จะเปลี่ยนแปลงถึงแม้จะได้รับข้อเสนอที่ดีจากโรงงานใหม่ก็ตาม ด้านการส่งเสริมมีความสำคัญอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.22, SD = 0.73) การส่งเสริมคือการช่วยเหลือถ้อยทีถ้อยอาศัยไม่คิดอัตราดอกเบี้ยที่แพงเกินจริง สนับสนุนอุปกรณ์ที่เกษตรกรต้องการ หมั่นตรวจเยี่ยมเกษตรกรว่าพบปัญหาใดบ้างในการเพาะปลูก และการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ไม่ว่าจะเป็นเกษตรกรที่ขาดหลักทรัพย์ค้ำประกัน นักส่งเสริมก็จะให้มีการค้ำประกันกลุ่ม คือให้ชาวไร่ที่มีหลักทรัพย์ค้ำประกัน 3 คนขึ้นไปมาเซ็นค้ำประกันให้ อีกทั้งนักส่งเสริมยังคอยแจ้งนโยบายต่าง ๆ จากสมาคมชาวไร่อ้อย เช่น ราคาอ้อยขั้นต้น-ขั้นสุดท้าย เงินสนับสนุนจากรัฐบาล เงินครบโควตาจากโรงงาน เพราะเกษตรกรบางคนอายุมากแล้วใช้สมาร์ทโฟนไม่เป็น นักส่งเสริมจะคอยช่วยเหลือก่อให้เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างเกษตรกรกับทางโรงงาน ด้านระยะทางไปโรงงาน/ระยะทางไปลานมีความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.05, SD = 0.99) ระยะทางเป็นอีกปัจจัยสำคัญเพราะช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง ชาวไร่ที่อยู่ใกล้โรงงานก็ไม่อยากส่งไกล ถึงแม้จะได้เงินอุดหนุนด้านอ้อยทางไกลแต่ก็มีความเสี่ยงด้านความเสื่อมโทรมของรถเกษตรกร

และจากความเห็นของเกษตรกรรายหนึ่งบอกว่าถ้าไปโรงงานใหม่ทางที่ใกล้ก็มี แต่ถนนไม่ได้ลาดยางทางมีอุปสรรคเยอะอาจทำให้เครื่องยนต์เสียหายได้ ด้านราคามีความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.72, SD = 0.75) ราคาในกรณีอ้อยที่อยู่ในโควตาจะไม่ต่างกันมากเพราะถูกควบคุมโดยกระทรวงอุตสาหกรรมเพราะอ้อยเป็นพื้นควบคุมพิเศษด้านระยะเวลารอคิวขนถ่ายอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.56, SD = 0.88) การรอคิวเป็นปัญหาด้านการจัดการด้านพื้นที่ ที่มีข้อจำกัดเพราะอ้อยมีฤดูเปิดหีบแค่ธันวาคม-มีนาคม ทำให้เกษตรกรมาส่งอ้อยในเวลาที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้เกิดการไม่พอของพื้นที่ได้ และปัญหาด้านการใช้เส้นสายเพื่อลัดคิวก็เป็นอีกปัจจัยเพราะเกษตรกรบางรายมีญาติพี่น้องที่ทำงานอยู่ในโรงงานทำให้บางครั้งแอบช่วยเหลือกันทำให้ผู้อื่นได้รับความเดือดร้อนได้

3. ปัญหาในการส่งอ้อยเข้าโรงงาน

ปัญหาการขนส่งอ้อยเข้าโรงงานพบว่า มีการบรรทุกเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดร้อยละ 33.33 เนื่องมาจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่สูงทำให้มีการบรรทุกน้ำหนักเกินที่กฎหมายกำหนด เนื่องจากยิ่งพื้นที่ห่างไกลโรงงานราคาค่าขนส่งก็จะสูงตามไปด้วย รอคิวนาน คิดเป็นร้อยละ 22.22 อาจเป็นเพราะข้อจำกัดด้านพื้นที่ของโรงงานที่มีไม่มากนักและการใช้เส้นสายรู้จักคนในโรงงานและทำการลัดคิวให้คนที่รู้จัก

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาความคิดเห็นของเกษตรกรที่ให้ความสำคัญ กับปัจจัยที่ส่งผลต่อการส่งอ้อยเข้าโรงงานด้านความสัมพันธ์กับชาวไร่มากที่สุด(ค่าเฉลี่ย = 4.67, SD = 0.48) ด้านการส่งเสริมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.22, SD = 0.73) ด้านระยะทางไปโรงงาน/ระยะทางไปลานอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.05, SD = 0.99) ด้านราคาอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.72, SD = 0.75) ด้านระยะเวลารอคิวขนถ่ายอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย= 2.56, SD = 0.88) จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า

ด้านของความสัมพันธ์ จะมากที่สุดจะเห็นได้ว่าความคิดเห็นของเกษตรกรนั้นต้องการ การดูแลเอาใจใส่ของทางด้านนักส่งเสริม และทางโรงงานเป็นหลัก เพราะเกษตรกรหลายคนมีที่แต่ไม่มีทุนจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการส่งเสริมจากทางโรงงานทั้งด้านเครื่องมือการปลูก และเงินทุนจึงมีการพึ่งพาและอาศัยกันอยู่ตลอดของเกษตรกรและทางโรงงานถ้าโรงงานไม่สนับสนุนเกษตรกร โรงงานก็จะไม่มีวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาล และในทางกลับกันเกษตรกรก็จะไม่มีกำลังทรัพย์ในการปลูกอ้อยเช่นเดียวกันจึงเกิดเป็นความผูกพันธ์กันระหว่างเกษตรกรและโรงงานและก่อเกิดเป็นความภักดีที่มีต่อโรงงานเพราะเคยผ่านช่วงเวลาที่ยากลำบากมาด้วยกัน

ด้านของการส่งเสริม เกษตรกรส่วนใหญ่จะเป็นผู้สูงอายุบ้างก็ใช้สมาร์ทโฟนไม่เป็นก็ได้นักส่งเสริมช่วยดูแลไม่ว่าจะเป็นนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย เช่นการดูราคาอ้อยขั้นต้น เงินอุดหนุนจากรัฐบาล ปัญหาเงินไม่เข้า นักส่งเสริมของทางโรงงานก็จะช่วยดูในส่วนตรงนี้ และปัญหาขาดหลักทรัพย์ค้ำประกัน นักส่งเสริมก็จะทางออกให้เช่น การค้ำประกันกลุ่ม คือการให้เกษตรกรที่มีหลักทรัพย์ค้ำประกัน 3 คนขึ้นไปมาค้ำประกันให้เกษตรกรที่ไม่มีหลักทรัพย์ เป็นต้น

ด้านระยะทางไปโรงงาน/ระยะทางไปลาน อยู่ในระดับปานกลาง เกษตรกรส่วนใหญ่จะบอกคล้าย ๆ กันหมดว่าใกล้โรงงานไหนก็จะไปส่งโรงงานนั้นเพราะยิ่งระยะทางไกลก็เท่ากับว่าเพิ่มต้นทุน ทุกคนต้องการลดต้นทุน

กันอยู่แล้วเพื่อที่จะได้กำไรสูงสุดดังนั้นทางโรงงานควรที่จะดูแลเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ให้ดีไม่ให้โรงงานใกล้เคียงที่ระยะทางอาจจะไม่ห่างกันมากมาแย่งเกษตรกรของตนไป

ด้านราคา อยู่ในระดับปานกลางเนื่องจากอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดพิเศษที่ได้รับการควบคุมกำหนดราคาจากรัฐบาลทำให้ราคาในการรับซื้อไม่ต่างกันมากทำให้ในแต่ละโรงงานมีราคาที่ใกล้เคียงกัน จุดที่จะเกิดการแข่งขันในด้านราคาก็จะเป็นกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ได้อยู่ในโควตาของโรงงานขายอ้อยลอย พวกนี้จะได้อีกราคาอาจจะดูเหมือนว่าดีกว่า แต่จะไม่ได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐบาลและเงินเต็มโควตาจากทางโรงงาน

ด้านระยะเวลารอคิวขนถ่าย อยู่ในระดับปานกลาง ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นแน่นอนว่าอาจจะเกิดปัญหาการล่าช้าสุดวิสัยอันเนื่องมาจากพื้นที่ ที่จำกัดของทางโรงงาน แต่ในบางกรณีที่ล่าช้าเพราะเกิดการใช่เส้นสายในการลัดคิวเกษตรกรบางคนอาจรู้จักกับเจ้าหน้าที่ลำดับคิวเข้าลานขนถ่ายอ้อย ทางโรงงานควรที่จะคิดหาวิธีแก้ปัญหานี้เพราะอาจทำให้เสียเกษตรกรบางคนไปได้

จากความคิดเห็นที่กล่าวมานั้นโรงงานควรที่จะเน้นจุดนี้ให้หนักเพื่อที่จะเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างเกษตรกรและทางโรงงาน เพราะในปัจจุบันมีการแข่งขันที่ค่อนข้างสูงโรงงานคู่แข่งอาจเอาราคาที่สูง ทำให้เกษตรกรอาจเปลี่ยนโรงงานได้ จากความคิดเห็นเชิงลึกที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์มา โรงงานควรที่จะเร่งสร้างความสัมพันธ์ให้มากยิ่งขึ้น อาทิเช่นการจัดเลี้ยงเกษตรกรที่ส่งอ้อยครบโควตาเป็นประจำ ให้ทุนการศึกษาบุตรหลานเป็นต้น ส่วนในด้านของการส่งเสริม ให้เพิ่มของการติดตามเงินสนับสนุนให้ไวขึ้นเพื่อที่จะได้ทันในช่วงเพาะปลูก ถึงยังนั้นก็ไม่อาจมองข้ามในด้านความสำคัญที่อยู่ในระดับปานกลางได้ เช่นในด้านของระยะเวลารอขนถ่ายเกษตรกรบางคนอาจมีความจำเป็นต้องใช้รถเร่งด่วนไม่สามารถรอนาน ๆได้ต้องมีการจัดการระบบคิวเข้าร้านอ้อยใหม่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความคิดเห็นของเกษตรกรที่ให้ความสำคัญกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการส่งอ้อยเข้าโรงงานก็พบว่ามีลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลที่คล้ายคลึงและ สอดคล้องกับการศึกษาของ สุจรรยา วงษ์พันธ์ (2548) ได้ทำการศึกษาเรื่องการส่งเสริม/บริการ พบว่าเกษตรกรมีความต้องการได้รับการ ส่งเสริมและการบริการเป็นอันดับต้นๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง การจัดหาปัจจัยการผลิต ที่เกษตรกรมีความต้องการมากในเรื่องการจัดหาปุ๋ยและสารเคมีตลอดจนการส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับอ้อย

สรุป

ข้อมูลพื้นฐานเกษตรกร เกษตรกรที่ส่งอ้อยเข้าโรงงาน เป็นเพศชายร้อยละ 50 อายุช่วง 46–55 ปี ร้อยละ 55.56 เกือบทั้งหมดจบการศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 94.44 ด้านกรรมสิทธิ์ในที่ดินพบว่าเกษตรกรมีที่ดินของตนเองและพื้นที่เช่าด้วยร้อยละ 72.22 ทำเกษตรกรรมโดยอาศัยน้ำฝนทั้งหมด ส่วนใหญ่ปลูกอ้อยพันธ์ขอนแก่น 3 ร้อยละ 72.22

ความคิดเห็นเกี่ยบกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจส่งอ้อยเข้าโรงงานของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยใน จังหวัดสกลนคร พบว่าปัจจัยด้านความสัมพันธ์กับชาวไร่มีความสำคัญระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.67, SD = 0.48) ด้านการส่งเสริมมีความสำคัญระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.22, SD = 0.73) ด้านระยะทางไปโรงงาน/ระยะทางไปลานมีความสำคัญระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.05, SD = 0.99) ด้านราคามีความสำคัญระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.72, SD = 0.75) ด้านระยะเวลารอคิวขนถ่ายมีความสำคัญระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.56, SD = 0.88)

ปัญหาการขนส่งอ้อยเข้าโรงงาน ที่พบมากที่สุดคือ การบรรทุกเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดร้อยละ 33.33 เนื่องมาจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่สูง ทำให้มีการบรรทุกน้ำหนักเกินที่กฎหมายกำหนด และ การรอคิวนาน คิดเป็นร้อยละ 22.22

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยของผู้วิจัยที่ทำแบบสัมภาษณ์กับเกษตรกรและลงพื้นที่ในการฝึกสหกิจศึกษาควรมีการวางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ได้มากกว่านี้เช่น การเพิ่มวันทำงานอาทิตย์ละ 1 วันเพื่อเก็บข้อมูลโดยเฉพาะ ทั้งวันอาจทำให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและสามารถสรุปออกมาได้เป็นรูปธรรมและนำไปแก้ปัญหาให้ทางโรงงานได้จริง

เอกสารอ้างอิง

กชวรรณ ทาแก้วน้อย. 2558. ปัจจัยการตัดสินใจซื้อปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร ตำบลผาน้อย อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, เลย.

เกษสุดา เดชภิมล. 2561. ข้อมูลทั่วไปของอ้อยและน้ำตาลทราย. http://www.ocsb.go.th/upload/learning/fileupload/5336-7406.pdf, 23 กันยายน 2563.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2562. องค์ความรู้สำหรับการพัฒนาด้านอ้อย. ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น.

วิชรัตน์ บุปผาพันธุ์. 2554. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ. https://rtt.kku.ac.th/ejournal/pa_upload_pdf/772049.pdf, 23 กันยายน 2563.

วิชัย โถสุวรรณจินดา. 2535. ความหมายของการตัดสินใจ. http://www.researchsystem.siam.edu/images/independent/2561_MBA/5817103018/6.2_Chapter_2.pdf, 23 กันยายน 2563.

สมาคมชาวไร่อ้อยอีสานเหนือ. 2563. สถานการณ์อ้อยในปัจจุบัน. ใน: การประชุมใหญ่ชาวไร่อ้อยอีสานเหนือครั้งที่ 15. อุดรธานี.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม. 2563ก. ความเป็นมาน้ำตาลไทย. http://www.ocsb.go.th/, 15 กันยายน 2563.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม. 2563ข. สถานการณ์อ้อยในปัจจุบัน. กระทรวงอุตสาหกรรม. http://www.ocsb.go.th/th/cms/detail.php?ID=5336&SystemModuleKey=learning, 23 กันยายน 2563.

อิษฎ์ อินทรภูมิ. 2553. ความพึงพอใจของเกษตรกรชาวไร่อ้อยในจังหวัดขอนแก่นที่มีต่อการดำเนินงานและบริการของสมาคมชาวไร่อ้อยอีสานกลาง. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/gskku/article/view/22562, 31 ตุลาคม 2563.

กลยุทธ์การตลาดผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ

Marketing strategies for mushroom chili paste of Thai Wisdom Learning Center Community Enterprise, Samut Prakan Province

บุญญิสา งามเฉลียว*, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์

Bunyisa Ngamchaleaw*, Suneeporn Suwanmaneepong

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040485@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) กำหนดกลยุทธ์การตลาดผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด ของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของลูกค้าต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดโดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากลูกค้ากลุ่มตัวอย่าง 60 ราย และสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลหลักจำนวน 7 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา และ TOWS Matrix ในการกำหนดกลยุทธ์การตลาด ผลการศึกษาพบว่ากลยุทธ์การตลาดที่สำคัญ ได้แก่ การทำกลยุทธ์เชิงรุก (SO strategy) โดยการบูรณาการภูมิปัญญาในการทำน้ำพริกเห็ดร่วมกับการเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตเพื่อขยายธุรกิจไปสู่เชิงพาณิชย์และสร้างช่องทางตลาดออนไลน์เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และลูกค้ามีความพึงพอใจต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.16, SD = 0.79) โดยมีความพึงพอใจด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.40, SD = 0.72) รองลงมา ได้แก่ ด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.14, SD = 0.73) ด้านช่องทางการจำหน่าย ($\overline{X}$ = 4.05, SD = 0.71) และด้านการส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 3.91, SD = 0.79) ตามลำดับ

คำสำคัญ: กลยุทธ์การตลาดสินค้าเกษตร, ผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด, วิสาหกิจชุมชน

Abstract

This research aimed 1) to determine the marketing strategies for mushroom chili paste products of Thai Wisdom Learning Center Community Enterprise, Samut Prakan Province, and 2) to study customer satisfaction on the marketing mix factors of mushroom chili paste products. A survey questionnaire was collected data from 60 sample customers, and in-depth interviews were done with seven key informants. Data were analyzed by descriptive statistics and TOWS Matrix to identify appropriate marketing strategies. Results showed that the key marketing strategies identified is to create a proactive strategy (SO strategy) by integrating the wisdom of mushroom paste with technology in the production process to expand the business into a commercial scale and creating an online marketing channel to provide information consistent with target customer behaviors. And the customers were overall satisfied with the marketing mix factors of chili paste products at a high-level. Specifically, customers were mostly satisfied by the product ($\overline{X}$ = 4.40, SD = 0.72), followed by the price ($\overline{X}$ = 4.14, SD = 0.73), then the place or distribution channel ($\overline{X}$ = 4.05, SD = 0.71), and the promotion ($\overline{X}$ = 3.91, SD = 0.79), respectively.

Keywords: agricultural product marketing strategy, community enterprise, mushroom chili paste

คำนำ

วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ เป็นศูนย์การเรียนรู้ที่เปิดกว้างให้ประชาชนทั่วไป ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนสามารถเข้าถึงได้ เพื่อใช้เป็นสถานที่ในการฝึกอบรมการเพาะเห็ดแบบครบวงจรและการเพาะเห็ดถั่งเช่ารวมถึงการสอนแปรรูปจากเห็ด เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรและลดความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรที่มากเกินความจำเป็นของผู้บริโภคในบางฤดูกาล เนื่องจากเห็ดเป็นผลผลิตที่มีอายุค่อนข้างสั้นไม่สามารถเก็บรักษาได้นาน จึงนิยมนำเห็ดมาแปรรูปเป็นอาหารหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (กิตติยา, 2559) นอกจากนี้เห็ดถือเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างสูง เนื่องจากมีโปรตีนกากใยอาหารสูง ปราศจากไขมัน ปริมาณน้ำตาลและเกลือค่อนข้างต่ำ รวมทั้งยังอุดมไปด้วยวิตามินหลายชนิด รวมทั้งวิตามินบีรวม เห็ดจึงจัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพของมนุษย์มีคุณสมบัติเป็นยาป้องกันและรักษาโรค (อลิสรา, 2560) ด้วยเหตุนี้ วิสาหกิจชุมชนได้นำเห็ดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้มีผลิตภัณฑ์แปรรูปเห็ดหลากหลาย แต่ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมกับกลุ่มผู้บริโภค คือ น้ำพริกเผาเห็ด ซึ่งน้ำพริกเผาเห็ดของทางวิสาหกิจนั้นมีด้วยกัน 4 ชนิด ได้แก่ น้ำพริกเผาจักรพรรดิ น้ำพริกเผาเห็ดหอม น้ำพริกเผาเห็ดโคน และน้ำพริกเผาเห็ดตระกูลนางรม (การศึกษานอกระบบตำบลบางโฉลง, ม.ป.ป.) โดยน้ำพริกเผาเห็ดของทางวิสาหกิจชุมชนนั้นเริ่มผลิตในปี 2554 มีทั้งการผลิตเพื่อการจำหน่ายและการสอนอบรมการทำน้ำพริกเผาเห็ดแก่ผู้ที่สนใจ ในช่วงแรกของการวางจำหน่ายทางวิสาหกิจชุมชนเริ่มต้นจากการฝากขาย มีการนำไปฝากขายที่ร้านผลผึ้งหลวง ร้านจำหน่ายสินค้าโครงการหลวง และบริษัทพลังบุญบุญนิยม โดยขายในราคากระปุกละ 45 บาท ต่อมาทางวิสาหกิจชุมชนได้นำน้ำพริกเผาเห็ดมาวางขายในร้านค้าของทางวิสาหกิจชุมชน รวมถึงมีการออกบูทตามงานนิทรรศการต่าง ๆ ด้วย ลูกค้าส่วนใหญ่คือผู้ที่รักสุขภาพและทานมังสวิรัติ เนื่องจากน้ำพริกเผาเห็ดนั้นมีส่วนผสมจากเห็ดที่มีสรรพคุณทางยาหลากหลาย

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของทางวิสาหกิจชุมชนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปมากทั้งในด้านผู้บริโภค ช่องทางการจัดจำหน่าย ราคา และในด้านคู่แข่งทางการตลาดที่เพิ่มขึ้น รวมถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจในอนาคต จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคทางการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด เพื่อนำไปสู่การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดเพื่อให้วิสาหกิจชุมชนนั้นสามารถดำเนินไปได้อย่างมีทิศทางและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมทางการตลาดที่เปลี่ยนแปลงไปได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุนี้จึงทำการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยส่วนผสมทางการตลาดของผลิตภัณฑ์แปรรูปเห็ดของวิสาหกิจชุมชนชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ โดยมุ่งเน้นผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด เพื่อเป็นข้อมูลประกอบประกอบการดำเนินธุรกิจน้ำพริกเผาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการให้สอดคล้องกับสถานการณ์ทางการตลาดได้มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณ และการวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งได้กำหนดหัวข้อวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ

1. ลูกค้าประจำที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของทางวิสาหกิจชุมชน 30 ราย และผู้ที่มีแนวโน้มว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดอีก 30 ราย โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ผู้ประกอบการและสมาชิกกลุ่มผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของวิสาหกิจชุมชน จำนวน 7 ราย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.แบบสอบถาม เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาดโดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ที่ซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด จำนวน 30 ราย และผู้ที่มีแนวโน้มว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดอีกจำนวน 30 ราย โดยมีการกำหนดประเด็นคำถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ สถานภาพ ระดับการศึกษา

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดแต่ละด้าน ทั้ง 4 ด้านของวิหากิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ด้านราคา (Price) ด้านการจัดจำหน่าย (Place) และด้านการส่งเสริมการขาย (Promotion) โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทอันตราภาคชั้น (Interval scale) ตามแบบ Likert scale แบ่งออกเป็นระดับ ดังนี้ (ศิริวรรณ และคณะ, 2546)

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2. การสนทนากลุ่ม (Focus Group) เป็นการเก็บรวมรวมข้อมูลจาก ผู้ประกอบการและสมาชิกกลุ่มผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของวิสาหกิจชุมชน จำนวน 5 ราย ประเด็นคำถามในการจัดสนทนากลุ่ม ได้แก่ การสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยนำข้อมูลที่รวบรวมได้มา วิเคราะห์หาค่าทางสถิติ สถิติที่ใช้คือการแจกแจงความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ ความพึงพอใจที่มีต่อกลยุทธ์ทางการตลาดทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ด้านราคา (Price) ด้านการจัดจำหน่าย (Place) และด้านการส่งเสริมการขาย (Promotion) ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของวิสาหกิจชุมศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและกับการรายงานผลการศึกษา

ส่วนที่ 3 วิเคราะห์กลยุทธ์การตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดโดย SWOT Analysis เป็นการวิเคราะห์ที่นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จุดแข็ง (Strength) จุดอ่อน (Weakness) โอกาส (Opportunity) และอุปสรรค (Threat) และนำเทคนิคที่เรียกว่า TOWS Matrix มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดกลยุทธ์การตลาด โดยแบ่งออกเป็น 4 กลยุทธ์ ได้แก่ (ณัฐพร, 2555)

1. กลยุทธ์เชิงรุก (SO Strategy) ได้มาจากการนำข้อมูลการประเมินสภาพแวดล้อมที่เป็นจุดแข็งและโอกาสมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อที่จะนำมากำหนดเป็นกลยุทธ์ในเชิงรุก

2. กลยุทธ์เชิงป้องกัน (ST Strategy) ได้มาจากการนำข้อมูลการประเมินสภาพแวดล้อมที่เป็นจุดแข็งและอุปสรรคมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อที่จะนำมากำหนดเป็นกลยุทธ์ในเชิงป้องกัน

3. กลยุทธ์เชิงแก้ไข (WO Strategy) ได้มาจากการนำข้อมูลการประเมินสภาพแวดล้อมที่เป็นจุดอ่อนและโอกาสมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อที่จะนำมากำหนดเป็นกลยุทธ์ในเชิงแก้ไข

4. กลยุทธ์เชิงรับ (WT Strategy) ได้มาจากการนำข้อมูลการประเมินสภาพแวดล้อมที่เป็นจุดอ่อนและอุปสรรคมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อที่จะนำมากำหนดเป็นกลยุทธ์ในเชิงรับ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด

1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 60 ราย พบว่าโดยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 78.3 ซึ่งมีอายุ 51 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 46.7 สถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ 50.0 ด้านระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบการศึกษาต่ำกว่าระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 73.3 ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 46.7 และรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 71.7

1.2 พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด

1.2.1 พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 60 ราย พบว่าโดยส่วนใหญ่ซื้อผลิตภัณฑ์จากร้านค้าของทางวิสาหกิจชุมชน คิดเป็นร้อยละ 66.7 โดยส่วนใหญ่จะซื้อในช่วงเวลาวันจันทร์–ศุกร์ คิดเป็นร้อยละ 35.0 โดยจะซื้อเดือนละ 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 65.0 วัตถุประสงค์หลักคือซื้อเพื่อนำมาบริโภคในครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 50.0 และส่วนใหญ่จะเป็นการตัดสินใจซื้อด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 65.0

1.2.2 จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด 3 ลำดับ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเป็นลำดับที่ 1 ได้แก่ รสชาติ คิดเป็นร้อยละ 46.7 รองลงมาเป็นลำดับที่ 2 คือ ราคาที่เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 31.7 และลำดับที่ 3 คือ ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยได้มาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 21.7 ตามลำดับ

1.3 ความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด

จากการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดทั้ง 4 ด้านความพึงพอใจต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.16, SD = 0.79) โดยมีความพึงพอใจด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.40, SD = 0.72) รองลงมา ได้แก่ ด้านราคา ($\overline{x}$ = 4.14, SD = 0.73) ด้านช่องทางการจำหน่าย ($\overline{x}$ = 4.05, SD = 0.71) และด้านการส่งเสริมการตลาด ($\overline{x}$ = 3.91, SD = 0.79) ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์แยกระหว่างผู้ที่เป็นลูกค้าประจำกับผู้ที่มีแนวโน้มว่าจะซื้อในอนาคตแล้ว พบว่า ผู้ที่เป็นลูกค้าประจำ (Group 1) มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.29, SD = 0.29) โดยมีความพึงพอใจด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.37, SD = 0.43) รองลงมาคือด้านราคา ($\overline{x}$ = 4.16, SD = 0.43) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\overline{x}$ = 4.00, SD = 0.46) และด้านการส่งเสริมการตลาด ($\overline{x}$ = 3.83, SD = 0.55) ตามลำดับ และผู้ที่มีแนวโน้มว่าจะซื้อในอนาคต (Group 2) มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.16, SD = 0.35) โดยมีความพึงพอใจในด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.43, SD = 0.38) รองลงมาคือด้านราคา ($\overline{x}$ = 4.12, SD = 0.55) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\overline{x}$ = 4.11, SD = 0.44) และด้านการส่งเสริมการตลาด ($\overline{x}$ = 4.00, SD = 0.51) ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Level of satisfaction towards marketing mix factors

Items	Overall (n = 60)			Group 1 (n = 30)			Group 2 (n = 30)		
	$\overline{x}$	SD	Level	$\overline{x}$	SD	Level	$\overline{x}$	SD	Level
Product	4.40	0.72	Highest	4.37	0.43	High	4.43	0.38	Highest
Price	4.14	0.73	High	4.16	0.43	High	4.12	0.55	High
Place	4.05	0.71	High	4.00	0.46	High	4.11	0.44	High
Promotion	3.91	0.79	High	3.83	0.55	High	4.00	0.51	High
Grand mean	4.16	0.79	High	4.09	0.29	High	4.16	0.35	High

2. กลยุทธ์การตลาดผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด

วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการเริ่มการทำน้ำพริกในปี 2554 น้ำพริกด้วยกัน 4 รสชาติ คือ น้ำพริกเผาจักรพรรดิ เป็นการนำเห็ด 3 ชนิด ได้แก่เห็ดถั่งเช่า เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดภูฐานมาแปรรูปเป็นน้ำพริกเผา อีกทั้งยังมีน้ำพริกเผาเห็ดหอม น้ำพริกเผาเห็ดโคน และน้ำพริกเผาเห็ดตระกูลนางรม ดัง Fig 1.



Fig. 1 Mushroom chili paste of Thai Wisdom Learning Center Community Enterprise

Source: Thai Wisdom Learning Center Community Enterprise, Samut Prakan Province

โดยเห็ดที่นำมาแปรรูปเป็นน้ำพริกนั้นเป็นเห็ดที่ทางวิสาหกิจชุมชนปลูกเอง กระบวนการทำเป็นการทำแบบพื้นบ้านใช้วิธีกวนน้ำพริกเอง มีทั้งการทำขายและการสอนทำ โดยเริ่มแรกทางวิสาหกิจขายน้ำพริกเผาโดยการฝากขายกับทางร้านผลผึ้งหลวง ร้านจำหน่ายสินค้าโครงการหลวง และบริษัทพลังบุญบุญนิยม ขายในราคากระปุกละ 45 บาท ต่อมาทางวิสาหกิจชุมชนได้นำน้ำพริกเผาเห็ดมาวางขายในร้านค้าของทางวิสาหกิจชุมชน รวมถึงมีการออกบูทตามงานนิทรรศการต่างๆ ด้วย

2.1 จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด

โดยวิธี SWOT Analysis ได้ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

2.1.1 จุดแข็ง (Strength: S)

S_1) ผู้ผลิตมีความรู้และเชี่ยวชาญในเรื่องของการทำน้ำพริกเผาเห็ด

S_2) วัตถุดิบเห็ดที่ใช้ในการทำน้ำพริกเผาเห็ดเป็นเห็ดที่มาจากแหล่งผลิตที่ทางวิสาหกิจชุมชนปลูกเอง

S_3) มีการบริหารจัดการด้านการหมุนเวียนเงินที่ดี มีสภาพคล่องทางด้านการเงิน

S_4) มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบบรรจุภัณฑ์ให้เข้ากับรูปแบบการขนส่งไปยังกลุ่มลูกค้าตลาดออนไลน์

2.1.2 จุดอ่อน (Weakness: W)

W_1) ช่องทางการจัดจำหน่ายที่ยังไม่หลากหลาย

W_2) สถานที่ผลิตยังไม่ได้มาตรฐาน เป็นการผลิตแบบดั้งเดิม

W_3) การกำหนดราคาขายยังไม่สอดคล้องกับต้นทุนการผลิตที่เปลี่ยนแปลง

2.1.3 โอกาส (Opportunity: O)

O_1) ราคาน้ำพริกเผาของคู่แข่งมีราคาที่สูงกว่าโดยราคาของน้ำพริกของคู่แข่งอยู่ที่ 45–50 บาท

O_2) มีหน่วยงาน (สำนักงานพาณิชย์จังหวัด) เข้ามาช่วยเหลือในเรื่องของการจัดหาตลาดให้นำผลิตภัณฑ์ไปจำหน่าย

O_3) โครงการ ‘คนละครึ่ง’ ของทางรัฐบาลมีส่วนช่วยให้ขายได้มากขึ้น

O_4) มีการวางแผนนำเทคโนโลยีเครื่องกวนน้ำพริกมาใช้ในกระบวนการผลิต

2.1.4 อุปสรรค (Threat: T)

T_1) พฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปมีการทำน้ำพริกบริโภคเองภายในครัวเรือนทำให้มีการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดที่น้อยลง

T_2) สภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันส่งผลให้รายได้ของผู้บริโภคน้อยลงมีผลทำให้ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดน้อยลง

T_3) รายรับจากการขายน้ำพริกที่น้อยลงเนื่องจากการซื้อที่น้อยลงของผู้บริโภค

2.2 กลยุทธ์การตลาด ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด

การวิเคราะห์กลยุทธ์การตลาดผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ด โดยการทำ Focus group ร่วมกับผู้ให้ข้อมูลหลัก โดยนำจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคที่สำคัญมาทำกลยุทธ์ และวิเคราะห์โดยวิธีการ TOWS Matrix ผลการวิเคราะห์ได้กลยุทธ์การตลาดที่สำคัญ 4 กลยุทธ์ ดังนี้

2.2.1 กลยุทธ์เชิงรุก (Strength – Opportunity: SO) ได้แก่ การบูรณาการภูมิปัญญาในการทำน้ำพริกเห็ดร่วมกับการใช้เทคโนโลยีในกระบวนการผลิตเพื่อขยายธุรกิจไปสู่เชิงพาณิชย์และสร้างช่องทางตลาดออนไลน์เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

2.2.2 กลยุทธ์เชิงแก้ไข (Weakness–Opportunity: WO) ได้แก่ การนำเทคโนโลยีเครื่องกวนน้ำพริกมาใช้ในกระบวนการผลิต ปรับเปลี่ยนจากการผลิตรูปแบบเดิมเพื่อให้มีกระบวนการผลิตและสถานที่ผลิตที่ได้มาตรฐานยิ่งขึ้น

2.2.3 กลยุทธ์เชิงตั้งรับ (Strength–Threat: ST) ได้แก่ ทำการโฆษณา นำจุดเด่นในเรื่องของเห็ดที่ปลูกเอง รวมถึงสรรพคุณของเห็ดที่ใช้มาเป็นจุดขายเพื่อดึงดูดความสนใจทั้งลูกค้ารายใหม่และรายเก่าที่รักสุขภาพให้มาซื้อผลิตภัณฑ์มากขึ้น

2.2.4 กลยุทธ์เชิงป้องกัน (Weakness–Threat: WT) ได้แก่ เพิ่มสถานที่จัดจำหน่ายเพื่อเพิ่มช่องทางการตลาดในการดึงดูดลูกค้ารายใหม่

สรุป

การวิเคราะห์ SWOT Analysis พบว่า มีจุดแข็ง คือ วิสาหกิจชุมชนมีการปลูกเห็ดในการทำน้ำพริกเผาเอง มีการบริหารจัดการที่ดีรวมถึงผู้ผลิตมีความรู้ความเชี่ยวชาญ จุดอ่อน คือ สถานที่ผลิตยังไม่ได้มาตรฐาน ยังเป็นการผลิตแบบดั้งเดิมรวมถึงการตั้งราคาขายยังไม่สอดคล้องกับต้นทุนการผลิต โอกาส คือ มีการวางแผนนำเทคโนโลยีเครื่องกวนน้ำพริกมาใช้ในกระบวนการผลิตรวมถึงโครงการของรัฐบาลมีส่วนช่วยให้ขายน้ำพริกเผาเห็ดได้มากขึ้น และอุปสรรค คือ พฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปมีการทำน้ำพริกบริโภคเองภายในครัวเรือนทำให้มีการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดที่น้อยลง จากการวิเคราะห์ข้างต้นนำมาวิเคราะห์ TOWS Matrix ได้กลยุทธ์การตลาด ทั้งนี้กลยุทธ์การตลาดที่สำคัญ ที่ทางวิสาหกิจชุมชน ควรนำไปปรับใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของตลาด ได้แก่

1) กลยุทธ์เชิงรุก โดยการบูรณาการภูมิปัญญาในการทำน้ำพริกเห็ดร่วมกับการใช้เทคโนโลยีในกระบวนการผลิตเพื่อขยายธุรกิจไปสู่เชิงพาณิชย์และสร้างช่องทางตลาดออนไลน์เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย โดยการพัฒนาช่องทางการตลาดผ่าน Social Media และ Digital Marketing

2) กลยุทธ์เชิงแก้ไข ได้แก่ นำเทคโนโลยีเครื่องกวนน้ำพริกมาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อให้กระบวนการผลิตได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้นรวมถึงเพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นได้สะอาด ปลอดภัยได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น

3) กลยุทธ์เชิงตั้งรับ ได้แก่ นำจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ในเรื่องสรรพคุณของเห็ด รวมถึงในเรื่องของเห็ดที่ปลูกเองนั้นมาโฆษณาเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้าที่รักสุขภาพทั้งรายเก่าและรายใหม่

4) กลยุทธ์เชิงป้องกัน ได้แก่ การเพิ่มสถานที่จัดจำหน่ายเพื่อเพิ่มช่องทางการตลาดในการดึงดูดลูกค้ารายใหม่เพื่อให้วิสาหกิจชุมชนมีรายได้ที่เพิ่มมากขึ้น

การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ พบว่าลูกค้ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากโดยมีความพึงพอใจในด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมาคือด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการขาย ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รภัทร และอัมพน (2557) ศึกษาเรื่องกลยุทธ์การตลาดเพื่อเพิ่มยอดขายฟาร์มเห็ดเกษตรอ้วน พบว่าความพึงพอใจต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยปัจจัยย่อยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้ออยู่ในระดับมากที่สุดเป็นด้านผลิตภัณฑ์เช่นกัน จากข้อมูลข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่าลูกค้ามีความพึงพอใจในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา มากกว่าด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาดเนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถบริโภคกันอยู่ทั่วไป ดังนั้นเรื่องรสชาติ ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ และราคาที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญ ประกอบกับผลการศึกษาที่พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผามากที่สุด คือ รสชาติ ราคาที่เหมาะสม และผลิตภัณฑ์ปลอดภัยได้มาตรฐาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.บุญเลิศ ไทยทัตกุล และสมาชิกวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่เป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

การศึกษานอกระบบตำบลบางโฉลง. ม.ป.ป. วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยจังหวัด สมุทรปราการ. https://sites.google.com/dei.ac.th/nfe- bangchalong, 9 กันยายน 2563.

กิตติยา ฤทธิภักดี. 2559. สารพัดเมนูเห็ดแปรรูป. http://www.okmd.or.th/upload/pdf/2560/KC/mushroom_ processing.pdf, 11 กันยายน 2563.

กฤษณะ ดาราเรือง. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์ทางการตลาดวิสาหกิจชุมชนบ้านเขาแหลม จังหวัดนครสวรรค์. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา.

ฉัตยาพร เสมอใจ. 2559. กลยุทธ์การตลาดสำหรับวิสาหกิจชุมชน: กรณีศึกษากระเทียมโทนดอง อบต.บางร่าง จังหวัดนนทบุรี. มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์.

ณัฐพร น้ำแก้ว. 2555. การศึกษาการบริหารงานภายในขององค์กรเพื่อรักษาขีดความสามารถอย่างยั่งยืน สำหรับธุรกิจรับเหมาก่อสร้างกรณีศึกษาห้างหุ้นส่วนจำกัด หัวเขาสิบก่อสร้าง จังหวัดสุพรรณบุรี. ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

รภัทร หาทวายการ, อัมพน ห่อนาค. 2557. กลยุทธ์การตลาดเพื่อเพิ่มยอดขายฟาร์มเห็ดเกษตรอ้วน อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น. วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์, ศุภร เสรีย์รัตน์, องอาจ ปทะวานิช, ปริญ ลักษิตานนท์. 2546. การบริหารการตลาดยุคใหม่. บริษัท ธีระฟิล์ม และไซเท็กซ์ จำกัด. กรุงเทพฯ.

อลิสรา คูประสิทธิ์. 2560. เห็ดเมืองหนาว. https://www.tistr.or.th/tistrblog/?tag, 10 กันยายน 2563.

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ

Marketing mix factors affecting the purchasing decision on the Tama lotion product of Thai Wisdom Learning Center Community Enterprise, Samut Prakan Province

จุฑารัตน์ สุวรรณวิจิตต์*, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์

Jutharat Suwanwijit*, Suneeporn Suwanmaneepong

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040468@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ และ 2) ความแตกต่างด้านประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อโลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากสมาชิกทั้งหมดของโครงการนวัตกรรมอาหารเสริมเพื่อสุขภาพของวิสาหกิจชุมชน ณ เดือน ตุลาคม 2563 จำนวน 133 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ T-Test, F-Test ผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.34, SD = 0.37) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.41, SD = 0.45) รองลงมาได้แก่ ปัจจัยด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.39, SD = 0.51) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\overline{X}$ = 4.31, SD = 0.45) และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 4.21, SD = 0.48) นอกจากนี้ ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ได้แก่ อายุ อาชีพ สถานภาพ ระดับการศึกษาและรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การตัดสินใจซื้อ, ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด, โลชั่นทามา

Abstract

This research aimed to investigate: 1) marketing mix factors affecting purchasing decision, and 2) demographic characteristics influencing a purchasing decision on Tama lotion products of Thai Wisdom Learning Center Community Enterprise, Samut Prakan Province. Questionnaires were employed to collect data from a total of 133 members of the Community Enterprise's Health Supplement Innovation Project as of October 2020.The data were analyzed using descriptive statistics, namely mean, percentage, standard deviation, T-Test, and F-Test. Overall, the result revealed that the marketing mix factors influencing the purchasing decision on the lotion products at the highest level ($\overline{X}$ = 4.34, SD = 0.37). When considering each aspect, product factors had the most influence on the purchasing decision at ($\overline{X}$ = 4.41, SD = 0.45), followed by price factor ($\overline{X}$ = 4.39, SD = 0.51), distribution channel factor ($\overline{X}$ = 4.31, SD = 0.45), and promotion factor ($\overline{X}$ = 4.21, SD = 0.48). Additionally, different demographic characteristic factors such as age, occupation, status, education level, and average monthly income had significantly different effects on the purchasing decision on Tama lotion products of the Community Enterprise at $p < 0.05$ level.

Keywords: purchasing decision, marketing mix factors, Tama lotion

คำนำ

ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในประเทศไทยเติบโตอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2560 เป็นต้นมา โดยผลิตภัณฑ์ดูแลผิว (Skincare) มีส่วนแบ่งการตลาดมากที่สุดถึงประมาณร้อยละ 46.8 ของมูลค่าตลาดเครื่องสำอางในประเทศ ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์ดูแลผิวหน้ามีสัดส่วนมากที่สุดถึงร้อยละ 84 และดูแลผิวร่างกายสัดส่วนร้อยละ 16 เป็นที่น่าสังเกตว่าตลาดเครื่องสำอางที่น่าสนใจคือผลิตภัณฑ์ดูแลผิวซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดและมีการเติบโตที่สูงกว่าเครื่องสำอางประเภทอื่นๆ โดยเติบโตถึงร้อยละ 8.7 ซึ่งเป็นผลจากสภาพอากาศมลภาวะต่าง ๆ ทำให้ความต้องการเครื่องสำอางที่ช่วยปกป้องหรือซ่อมแซมผิวหรือร่างกายได้รับความนิยมโดยเฉพาะกลุ่มลูกค้าที่หันมาใช้เครื่องสำอางดูแลผิวตั้งแต่วัยรุ่นที่มีเพิ่มขึ้นประกอบกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับผิวแต่ละประเภททำให้ตลาดขยายกว้างมากขึ้น (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2561)

จากแนวโน้มและโอกาสทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางบำรุงผิวดังกล่าว ทางวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จึงได้ริเริ่มทำธุรกิจประเภทนี้ โดยวิสาหกิจชุมชนแห่งนี้ตั้งอยู่ที่ 48/16 หมู่ 1 ตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ โดยมีอาจารย์บุญเลิศ ไทยทัตกุล เป็นประธาน วิสาหกิจชุมชนแห่งนี้ทำการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์มากมายรวมไปถึงโลชั่นทามา (การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย บางโฉลง, ม.ป.ป) โลชั่นทามาถูกคิดค้นโดยคุณลภัสรดา บางเทศธรรม ซึ่งเป็นผู้ประกอบการของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนภูมิปัญญาไทย ได้นำเห็ดหลินจือและเห็ดถั่งเช่าที่เพาะปลูกอยู่ในวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาที่ช่วยในเรื่องกำจัดแบคทีเรียและเพิ่มคอลลาเจนให้กับผิวพรรณเพื่อตอบโจทย์สาว ๆ ที่รักในการดูแลผิวพรรณ (ลภัสรดา บางเทศธรรม, สัมภาษณ์, 24 สิงหาคม 2563)

ผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ ดำเนินการผลิตตั้งแต่ ปี 2563 เป็นต้นมา จึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย เนื่องจากเป็นสินค้าใหม่ที่กำลังทดลองเข้าสู่ตลาด จึงต้องการพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค โดยเริ่มศึกษาจากสมาชิกของโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยเนื่องจากเป็นผู้ที่ใช้และคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยอยู่แล้ว เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายต่อไป

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ สมาชิกในโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย โดยการคำนวณจากสูตรของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กำหนดความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 133 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ เช่น เพศ อายุ อาชีพ สถานภาพ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย เช่น ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด

ส่วนที่ 3 : ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง และปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด และระดับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามา โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โดยในการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด และระดับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามา โดยกำหนดค่าคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert rating Scale) ได้แก่ 5 = มากที่สุด, 4 = มาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย, 1 = น้อยที่สุด (สุนิชา, 2559)โดยคะแนนที่ได้รับจะนำมาวิเคราะห์และแปรผลของค่าเฉลี่ยตามระดับความสำคัญโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละระดับดังนี้ (สุนิชา, 2559 อ้างอิงจาก อัมพร, 2554) คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.21–5.00 = มากที่สุด, 3.41–4.20 = มาก, 2.61–3.40 = ปานกลาง, 1.81–2.60 = น้อย, 1.00–1.80 = น้อยที่สุด

2. วิเคราะห์ Independent-Sample T-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวแปรมากกว่า 2 ตัว

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 85.71) ช่วงอายุ 51 ปีขึ้นไป (ร้อยละ63.16) อาชีพ แม่บ้าน เกษตรกร (ร้อยละ49.62) มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ56.39) มีการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี (ร้อยละ 72.18) รายได้เฉลี่ยต่อเดือนคือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท (ร้อยละ60.15)

2. ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อโลชั่นทามา

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นโดยรวมต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.34, SD = 0.37) โดยปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ มีผลมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.41, SD = 0.45) รองลงได้ได้แก่ ปัจจัยด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.39, SD = 0.51) ปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย ($\overline{X}$ = 4.31, SD = 0.45) และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 4.21, SD = 0.48) ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Marketing mix factors affecting the purchasing decision of Tama lotion

Marketing mix factors	$\overline{X}$	SD	Level of Influence
Product	4.41	0.45	extremely influential
Price	4.39	0.51	extremely influential
Place	4.31	0.45	extremely influential
Promotion	4.21	0.48	extremely influential
Total	4.34	0.37	extremely influential

และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

2.1 ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) มีผลต่อการตัดสินใจซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.41, SD = 0.45) โดยด้านที่มีผลต่อการตัดสินใจสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ และระคายเคืองผิว ($\overline{X}$ = 4.54, SD = 0.63) การมีสถาบันรับรองคุณภาพและมาตรฐานเช่น อย. GMP ($\overline{X}$ = 4.52, SD = 0.62) และ เนื้อครีมมีความหอมติดทนนาน ($\overline{X}$ = 4.45, SD = 0.72) ตามลำดับ Table 2

Table 2 The product factor affecting the purchasing decision of Tama lotion

Product	$\overline{X}$	SD	Level of Influence
Lotion can absorb very quickly.	4.40	0.70	extremely influential
Smelling lotion with a long-lasting scent	4.45	0.72	extremely influential
Product does not cause allergic reactions, and skin irritation	4.54	0.63	extremely influential
Packaging is modern and beautiful.	4.23	0.73	extremely influential
Having an institution certifying quality and standards such as the FDA, GMP, etc.	4.52	0.62	extremely influential
Packaging shown production and expiration date clearly.	4.32	0.60	extremely influential
Total	4.41	0.45	extremely influential

2.2 ด้านราคา (Price) มีผลต่อการตัดสินใจซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.39, SD = 0.51) โดยด้านที่มีผลต่อการตัดสินใจสูงสุด 3 อันดับแรกได้แก่ ราคามีความเหมาะสมกับปริมาณของผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.51, SD = 0.60) ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.46, SD = 0.62) และมีป้ายราคาของผลิตภัณฑ์ระบุชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.19, SD = 0.59) ตามลำดับ แสดงดัง Table 3

Table 3 The price factor affecting the purchasing decision of Tama lotion

Price	$\overline{X}$	SD	Level of Influence
Price is reasonable with the quantity of the product.	4.51	0.60	extremely influential
Price is reasonable with the quality of the product.	4.46	0.62	extremely influential
Price tag of the product is clearly stated.	4.19	0.59	very influential
Total	4.39	0.51	extremely influential

2.3 ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีผลต่อการตัดสินใจซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.31, SD = 0.45) โดยด้านที่มีผลต่อการตัดสินใจสูงสุด 3 อันดับแรกได้แก่ มีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย เช่น ชำระด้วยเงินสด ชำระด้วยบัตรเครดิต ($\overline{X}$ = 4.43, SD = 0.55) มีบริการจัดส่งสินค้าที่ครอบคลุมทั้งกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด โดยผ่านบริษัทขนส่ง เช่น Kerry, J&T ($\overline{X}$ = 4.37, SD = 0.65) มีการขายผ่านช่องทางออนไลน์ ($\overline{X}$ = 4.34, SD = 0.64) ตามลำดับ แสดงดัง Table 4

Table 4 The place factor affecting the purchasing decision of Tama lotion

Place	$\overline{X}$	SD	Level of Influence
There is a delivery service that covers Bangkok Metropolitan, and urban area	4.37	0.65	extremely influential
Sales location is convenient and easy to find.	4.32	0.62	extremely influential
There are various payment methods such as cash, credit card	4.43	0.55	extremely influential
Selling through an online marketplace	4.34	0.64	extremely influential
Product placement in an easily accessible location	4.12	0.67	very influential
Total	4.31	0.45	extremely influential

2.4 ด้านการส่งเสริมการตลาด มีผลต่อการตัดสินใจซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.21, SD = 0.48) โดยด้านที่มีผลต่อการตัดสินใจสูงสุด 3 อันดับแรกได้แก่ มีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายสม่ำเสมอ เช่น การให้ส่วนลดช่วงเทศกาลต่าง ๆ ส่วนลดสำหรับสมาชิก ($\overline{X}$ = 4.27, SD = 0.64) มีพนักงานคอยให้ข้อมูลและคำแนะนำเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.24, SD = 0.54) มีการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ผ่านทางโซเชียลมีเดีย เช่น Facebook ($\overline{X}$ = 4.13, SD = 0.69) ตามลำดับ แสดงดัง Table 5

Table 5 The promotion factor affecting the purchasing decision of Tama lotion

Promotion	$\bar{x}$	SD	Level of Influence
There are advertisements through social media such as Facebook.	4.13	0.69	very influential
There are regular promotional activities such as giving discounts during various festivals, discounts for members.	4.27	0.64	extremely influential
Staff are willing to provide information and advice on products.	4.24	0.54	extremely influential
Total	4.21	0.48	extremely influential

3. การเปรียบเทียบปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดมีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยจำแนกตามด้านประชากรศาสตร์

3.1 จำแนกตามเพศ

พบว่า เพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่แตกต่างกัน มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชน ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ด้านราคา (Price) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) และด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงดัง Table 6

Table 6 Comparison of marketing mix factors affecting the purchasing decision on the Tama lotion product of Thai Wisdom Learning Center Community Enterprise by gender

Marketing mix factors	Sex	*n*	$\bar{x}$	SD	t	*p*
Product	male	19	4.47	0.54	0.662	0.509
	female	114	4.40	0.44		
Price	male	19	4.44	0.56	0.484	0.629
	female	114	4.38	0.50		
Place	male	19	4.33	0.53	0.124	0.901
	female	114	4.31	0.44		
Promotion	male	19	4.25	0.53	0.321	0.748
	female	114	4.21	0.47		
Total	male	19	4.37	0.49	0.509	0.612
	female	114	4.32	0.35		

3.2 จำแนกตามอายุ อาชีพ สถานภาพ ระดับการศึกษา และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

โดยภาพรวมพบว่า อายุ อาชีพ สถานภาพ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ของผู้ตอบแบบสอบถามที่แตกต่างกัน มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงดัง Table 7

Table 7 Comparison of marketing mix factors affecting the purchasing decision on the Tama lotion product of Thai Wisdom Learning Center Community Enterprise by age, occupation, status, education level, and average monthly income

Average personal factor	Source variance	SS	df	F	*p*
Age	total	18.236	132	4.990*	0.003
Occupation	total	18.236	132	2.471*	0.048
Status	total	18.236	132	4.533*	0.013
Educational level	total	18.236	132	5.546*	0.001
Average monthly income	total	18.236	132	3.460*	0.006

สรุป

จากผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลด้านปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทั้ง โดยรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านผลิตภัณฑ์มีระดับความคิดเห็นเรื่องของผลิตภัณฑ์ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ และระคายเคืองผิว รองลงมาคือการมีสถาบันรับรองคุณภาพและมาตรฐาน เช่น อย. หรือ GMP เป็นต้น เนื่องจากการใช้ผลิตภัณฑ์โลชั่นมีผลต่อผิวของลูกค้า ซึ่งการได้รับรองมาตรฐานจะทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจ ซึ่งสอดคล้องกับ จุฑารัตน์ และคณะ (2562) ที่พบว่า ผลิตภัณฑ์ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ดูแลผิวหน้าออร์แกนิกของผู้บริโภคที่อยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร

ด้านราคามีระดับความคิดเห็นในเรื่องราคามีความเหมาะสมกับปริมาณของผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมาคือราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ กฤษฎิ์ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เวชสำอางจากสารสกัดใบบัวบกของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครพบว่าปัจจัยด้านราคา ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านราคา แต่ละ ประเภทพบว่า ราคาของผลิตภัณฑ์เวชสำอางมีความเหมาะสมกับคุณภาพ มีผลต่อระดับความคิดเห็น อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายมีระดับความคิดเห็นในเรื่อง มีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย เช่น ชำระด้วยเงินสด ชำระด้วยบัตรเครดิตมากที่สุด รองลงมาคือมีบริการจัดส่งสินค้าที่ครอบคลุมทั้งกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด โดยผ่านบริษัทขนส่ง เช่น Kerry, J&T เป็นต้น

ด้านการส่งเสริมการตลาดมีระดับความคิดเห็นในเรื่องมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายสม่ำเสมอ เช่น การให้ส่วนลดช่วงเทศกาลต่าง ๆ ส่วนลดสำหรับสมาชิกมากที่สุด รองลงมาคือมีพนักงานคอยให้ข้อมูลและคำแนะนำ

เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทวัลย์ (2554) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อครีมบำรุงผิวกายเพื่อป้องกันแสงแดดของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานครพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ต้องการให้มีส่วนลดในการซื้อสินค้า

ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์พบว่า เพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย ในส่วนของอายุ อาชีพ สถานภาพ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ที่แตกต่างกัน มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการศึกษา มีข้อเสนอแนะที่สำคัญ คือ

1. ด้านผลิตภัณฑ์ หากโลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยมีสถาบันรับรองคุณภาพและมาตรฐาน เช่น อย. หรือ GMP จะช่วยให้ผู้บริโภคมั่นใจและกล้าใช้ผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคจะรู้สึกปลอดภัยเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์

2. ด้านการส่งเสริมการตลาด ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในเรื่องการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายสม่ำเสมอ เช่น การให้ส่วนลดช่วงเทศกาลต่าง ๆ ส่วนลดสำหรับสมาชิกมากที่สุด จึงควรจัดโปรโมชั่นอยู่เสมอเพื่อสร้างความสนใจและดึงดูดลูกค้ามากขึ้น

3. วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยควรเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาให้ครอบคลุมจะได้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์บุญเลิศ ไทยทัตกุล และคุณลภัสรดา บางเทศธรรม ที่ให้การช่วยเหลือและสนับสนุน อำนวยสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณสมาชิกในโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยบางโฉลง. (ม.ป.ป.). ประวัติความเป็นมาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย. https://sites.google.com/dei.ac.th/nfe-bangchalong/, 27สิงหาคม 2563.

กฤษฎิ์ ชนะชัย. 2561. ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เวชสำอางจากสารสกัดใบบัวบกของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

จุฑารัตน์ ทองสนิท, ชนิกานต์ หวั่งประดิษฐ์, ลักษมณ อนันตประยูร, สุมาลี พิมเขียว, ทาริกา สระทองคำ, ศุภชัย เหมือนโพธิ์. 2562. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ดูแลผิวหน้าออร์แกนิกของผู้บริโภคที่อยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 3: 9–19.

นันทวัลย์ มิตรประทาน. 2554. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อครีมบำรุงผิวกายเพื่อป้องกันแสงแดดของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ลภัสรดา บางเทศธรรม. 2563. ผลิตภัณฑ์โลชั่นทามาของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย. สัมภาษณ์, 24 สิงหาคม 2563.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2561. ตลาดบิวตี้ยังแจ๋วเกาะเทรนด์ธุรกิจทำเงิน. https://kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Documents/Beauty-Business_Trend.pdf, 14 กันยายน 2563.

สุนิชา ทิพยไกรศร. 2559. ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจซื้อบ้านของการเคหะแห่งชาติในเขตพัทยา กรณีศึกษา ผู้อยู่อาศัยในโครงการบ้านเอื้ออาทร จังหวัดชลบุรี เนินพลับหวาน. วิทยานิพนธ์รัฐประศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

อัมพร ฤทธิกุล. 2554. ปัจจัยทางการตลาดในการตัดสินใจซื้อบ้านจัดสรรของผู้บริโภคในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชีมา.วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.

ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกผักปลอดสารพิษของผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรรุ่นใหม่ กรณีศึกษา เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม

Cost and return of pesticide-free vegetables of young smart farmers: A case study of Kaset Lover Farm

บดินทร์ คิ้วทองวัฒนา*, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์

Bardin Kiewthongwattana*, Suneeporn Suwanmaneepong

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040484@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์ 1) ต้นทุนและผลตอบแทน 2) ความเป็นได้ในการลงทุนปลูกผักปลอดสารพิษของผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรรุ่นใหม่ กรณีศึกษาเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม จังหวัดชลบุรี เก็บข้อมูลโดยสัมภาษณ์ผู้ก่อตั้งฟาร์มใช้แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนและผลตอบและความเป็นไปได้ทางการเงิน ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate or Return: IRR) และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) ภายใต้สมมติฐานระยะเวลาโครงการ 5 ปี อัตราผลตอบแทนร้อยละ 10 รายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ต่อปี ขณะที่ต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี ผลการศึกษาพบว่า การลงทุนผลิตผักปลอดสารพิษ 6 ชนิดในพื้นที่ 1,180 ตารางเมตร (0.75 ไร่) ต้องมีเงินลงทุนเริ่มต้น 113,340 บาท โดยในการปลูกผักปลอดสารพิษ 6 รอบต่อปี มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 149,640 บาท/ปี มีผลตอบแทนเท่ากับ 157,680 บาท/ปี สำหรับความน่าลงทุนพบว่า มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3.71 ปี ค่า NPV เท่ากับ 111,310.80 บาท ค่า IRR เท่ากับ 80% และ ค่า B/C ratio เท่ากับ 1.21 แสดงว่าธุรกิจมีความน่าลงทุน

คำสำคัญ: เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม, ความคุ้มค่าในการลงทุน, ต้นทุนและผลตอบแทน, ผักปลอดสารพิษ, ผู้ประกอบธุรกิจรุ่นใหม่

Abstract

This research aimed to analyze 1) cost and return 2) feasibility of investing in pesticide-free vegetables growing of young farmers, a case study of Kaset Lover Farm, Chonburi province. A structured survey questionnaire was used for data collection among farm owners. The study conducted a cost-return analysis and estimated the financial indicators-payback period (PB), net present value (NPV), internal rate of return (IRR), and benefit-cost ratio (B/C ratio). Under a scenario of : a project would be for five years, the estimated return rate was 10%., a 10% increase in income and 5% in cost per year. The result revealed that investing in the six types of pesticide-free vegetables with an area of 1,180 square meters (0.75 rai) required an initial investment of 113,340 Thai Baht (THB). The production cost for an pesticide-free vegetables with six cropping cycles per year amounted to 149,640 THB/year with a 157,680 THB/year return. The feasibility indicators revealed a payback period of 3.71 years, a net present value of 111,310 THB, an IRR of 80%, a B/C ratio of 1.21, indicating a viable investment.

Keywords: cost-benefit, feasibility, Kaset Lover Farm, organic vegetables, young smart farmer

คำนำ

ในยุคปัจจุบันนี้ในการเลือกซื้ออาหารแต่ละชนิดตัวของผู้บริโภคนั้นจะคำนึงถึงประโยชน์ของตัวสินค้าก่อนที่จะทำการเลือกซื้อสินค้า จึงทำให้คนยุคใหม่หันมาใส่ใจในการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ปลอดสารพิษ และสำคัญต่อสุขภาพ โดยเน้นไปที่อาหารที่ดีต่อสุขภาพ ผักอินทรีย์หรือผักปลอดสารพิษจึงเป็นตัวเลือกที่สำคัญและยังเป็นตัวเลือกให้กับคนรุ่นใหม่ คนวัยทำงาน ผู้สูงวัย ที่ต้องใส่ใจกับสุขภาพของตัวเอง และคนที่ออกกำลังกายด้วยนั่นเอง ขณะที่โครงสร้างประชากรก้าวเข้าสู่สังคมสูงวัย ส่งผลให้กระแสการรักสุขภาพที่กำลังเป็นที่นิยมได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประชาชนสนใจหันมาใส่ใจกับสุขภาพมากขึ้น ส่งผลให้ธุรกิจต่างๆ ได้รับความนิยม และคนใส่ใจกับการเลือกรับประทานอาหารที่ปลอดภัยและมีประโยชน์มากขึ้น ผู้บริโภคหันมาใส่ใจในการเลือกซื้อผักที่ปลอดภัยและปราศจากสารเคมีตกค้าง โดยเฉพาะพืชผักปลอดสารเคมีและผักปลอดสารพิษที่กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เพราะผู้คนให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพมากขึ้น จึงส่งผลให้เกิดแนวคิดในการผลิตผักปลอดสารพิษ เพราะเริ่มมองถึงสุขภาพในระยะยาว (สุทธิดา และคณะ, 2562)

จากแนวโน้มดังกล่าว จึงมีผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรรุ่นใหม่ การปลูกผักปลอดภัย ในนามของ “เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม (kaset lover farm) ก่อตั้งขึ้นมาโดยมี นายสันติสุข มหัธธัญณวาณิชย์โดยที่เป็นผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรรุ่นใหม่และเป็นผู้ก่อตั้งฟาร์ม ตั้งอยู่ 110/7 หมู่ 6 ตำบล บางละมุง อำเภอ บางละมุง จังหวัด ชลบุรี ทั้งนี้เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม (kaset lover farm) ก็เป็นอีกหนึ่งฟาร์มที่ให้ความสำคัญกับการปลูกผักปลอดสารพิษ ภายในฟาร์มมีพื้นที่ทั้งหมด 7 ไร่ แต่ทำการปลูกผักปลอดสารพิษและเลี้ยงสัตว์ จำนวน 3 ไร่ นายสันติสุข เริ่มตั้งแต่จากการที่อยากทดลองการปลูกผักด้วยตัวเองจึงเริ่มปลูกตั้งแต่ คะน้า กวางตุ้ง ผักบุ้ง และนำของที่ปลูกไปขายจนมีรายได้เข้ามาและทำให้เกิดความคิดว่าอยากปลูกผักปลอดสารพิษชนิดต่าง ๆ มากขึ้นจึงเริ่มหันมาปลูกผักสลัดเพราะมองว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เริ่มหันมาดูแลสุขภาพตัวเองมากยิ่งขึ้นและกำลังเป็นที่ต้องการทั้งกับกลุ่มผู้บริโภคโดยตรง รวมไปถึงร้านอาหารและโรงแรมต่าง ๆ ที่ต้องใช้ผักสลัดปลอดสารพิษในการประกอบอาหารให้กับลูกค้ามากขึ้น จึงเริ่มปลูกจากโรงเรือนเล็ก ๆ ก่อน จนมีลูกค้ามากขึ้นเลยทำการขยายพื้นที่ในการปลูกผักสลัดจากในโรงเรือนไปทำการเพาะในถาดหลุดแล้วนำไปปลูกลงแปลงเพื่อให้ได้ปริมาณของผักสลัดที่เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิมและเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ผักสลัดที่เพาะปลูกมีด้วยกัน 6 ชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค มินิคอส เรดคอส บัตเตอร์เฮดและ ฟินเล่ สามารถทำการปลูกได้ตลอดทั้งปี (สันติสุข, 2563)

ด้วยเหตุนี้ การศึกษาครั้งนี้จึงสนใจทำการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการปลูกผักปลอดสารพิษของเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม ความคุ้มค่าในการลงทุนปลูกผักปลอดสารพิษ เพื่อเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการการวางแผนการผลิตต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตผักปลอดสารพิษให้กับผู้ประกอบการและเกษตรกรที่สนใจทั่วไป รวมทั้งเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจทำฟาร์มปลูกผักปลอดสารพิษให้กับผู้ประกอบการธุรกิจรุ่นใหม่ รวมทั้งผู้ที่สนใจได้อย่างเป็นรูปธรรม

วิธีการศึกษา

งานวิจัยเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกผักปลอดสารพิษของผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรรุ่นใหม่ กรณีศึกษา เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ คือ นาย สันติสุข

มหัธธัญณวาณิชย์ ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เป็นคนก่อตั้งฟาร์มและเป็นเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ความตั้งใจที่จะทำเกษตรและเป็นคนที่ตระหนักถึงความปลอดภัย คุณภาพของสินค้าที่จะส่งออกไปยังถึงมือผู้บริโภค และยังมีองค์ความรู้ในเรื่องของการบริหารการจัดการผลิตและการตลาด ด้วยความรู้เหล่านี้ทำให้สามารถมาปรับใช้กับฟาร์มได้ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ เครื่องมือที่ใช้เก็บและรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การผลิตและการตลาดของผักปลอดสารพิษ ประกอบด้วยข้อมูลการผลิต ประเภทผักปลอดสารพิษที่ปลูก จำนวนพื้นที่ในการเพาะปลูก เทคนิคการปลูกผักปลอดสารพิษ เป็นต้น รวมทั้งข้อมูลการตลาดเกี่ยวกับลักษณะของสินค้าที่จำหน่าย ราคา สถานที่จำหน่าย และการส่งเสริมการตลาด

ตอนที่ 2 ต้นทุนในการปลูกผักปลอดสารพิษ ประกอบด้วยข้อมูลของต้นทุนคงที่ เกี่ยวกับ ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับที่ดินค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ทางเกษตร และต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ผัก ค่าปุ๋ยและค่ายากำจัดแมลง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ของการปลูกผักปลอดสารพิษ และ เงินลงทุนเริ่มต้นในการทำฟาร์มผักปลอดสารพิษ

ตอนที่ 3 ผลตอบแทน ประกอบด้วย ปริมาณผลผลิต ราคาที่ชายผักได้ และรายได้จากการผลิตผักปลอดสารพิษของ Kaset Lover Farm

ตอนที่ 4 อุปสรรคและปัญหาในการปลูกผักปลอดสารพิษ ประกอบด้วย ปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับด้านการปลูกผักปลอดสารพิษ ต้นทุนผลตอบแทนการปลูกผักปลอดสารพิษ การจำหน่าย ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ประกอบด้วย (อุกฤษฎ์, 2552)

ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร

รายได้ทั้งหมด = รายได้ที่เป็นเงินสด + รายได้ที่ไม่เป็นเงินสด

2. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ (ชูชีพ, 2544)

2.1 ระยะคืนทุน (PB : Payback Period) หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินงานที่มีผลทำให้ผลตอบแทนสุทธิ มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนพอดี โดยมีวิธีการดำเนินการคำนวณดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน = เงินสดจ่ายลงทุนสุทธิเมื่อเริ่มโครงการ - กระแสเงินสดรับสุทธิรายปีสะสมไปเรื่อยๆ จนเงินจ่ายลงทุนสุทธิเมื่อเริ่มโครงการเท่ากับศูนย์

ระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้

2.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ซึ่งการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิโดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (Equation 1)

$$\text{NPV} = \sum_{t=}^{n} \frac{CF_t}{(1+i)^t} - I \quad (1)$$

ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ก็ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น

2.3 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีสมการ ดังนี้ (Equation 2)

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (2)$$

หาก IRR มีค่ามากกว่า i หรือ ต้นทุนเงินทุน ของโครงการก็ตัดสินใจลงทุน

2.4 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) คำนวนจาก Equation 3

$$\text{BCR} = \frac{\sum_{t=1}^{n} B_t(1-i)^{-t}}{\sum_{t=0}^{n} C_t(1-i)^{-t}} \quad (3)$$

หากค่า BCR มีค่ามากกว่า 1 ก็ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น

การวิเคราะห์ความเป็นได้ในการลงทุนโดยใช้เครื่องมือทางการเงิน 4 ประเด็น ดังต่อไปนี้ 1. ระยะเวลาคืนทุน 2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 3. อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ 4 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน ซึ่งการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในทางการเงิน ซึ่งมีสมมุติฐานในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาโครงการที่ทำการวิเคราะห์ คือ 5 ปี

2. อัตราดอกเบี้ย 4%โดยยึดอัตราดอกเบี้ยเงินฝากของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.)

3. ให้ต้นทุนและผลตอบแทนเพิ่มขึ้นปีละ 5% ตามภาวะเศรษฐกิจ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การผลิตและการตลาดผักสลัดปลอดสารพิษ

การผลิตผักสลัดปลอดสารพิษของเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม (Fig. 1) มีพื้นที่ในการเพาะปลูกผักสลัดที่ทำการปลูกตลอดทั้งปี จำนวน 1,180 ตารางเมตร โดยให้ผลผลิตของผักสลัดแต่ละชนิดต่อ 1 รอบการผลิต ได้แก่ กรีนโอ๊ต และเรดโอ๊ต อย่างละ 70 กิโลกรัม มินิคอส เรดคอส และบัตเตอร์เฮด อย่างละ 30 กิโลกรัม และ ฟินเล่ได้ทั้งหมด 10 กิโลกรัม โดยแรงงานที่ใช้ในการผลิตคือแรงงานภายในครัวเรือน ความโดดเด่นและเทคนิคในการปลูกผักปลอดสารพิษของเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม คือ ฟาร์มจะดูแลเรื่องน้ำเป็นหลักทำให้ผักมีความสดกรอบและมีรสชาติที่ดีทางฟาร์มจัดส่งตามออเดอร์ให้กับลูกค้าที่มาสั่ง และจัดส่งให้กับโรงแรม ร้านอาหาร พ่อค้าแม่ค้า รวมถึงลูกค้าที่มาซื้อที่หน้าฟาร์ม ราคาขายผักสลัดที่จำหน่ายให้กับลูกค้าอยู่ที่กิโลกรัมละ 120 บาท นอกจากนี้เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มมีการส่งเสริมการตลาดคือ มีการโฆษณาผ่านทาง Facebook เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ให้กับคนที่ยังไม่รู้จักเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มและผักสลัดของทางฟาร์มได้รู้จัก

(A) (B)



Fig. 1 Kaset Lover Farm sign (A), packaging of Kaset Lover Farm (B)

ต้นทุนและผลตอบแทนผักสลัดปลอดสารพิษ

ผลจากการศึกษาต้นทุนพบว่า สินทรัพย์ถาวร มีเงินรวมเท่ากับ 13,340 ได้แก่ โรงเรือนเพาะกล้าผักสลัด โรงเรือนเก็บของและปุ๋ย ถาดเพาะเมล็ด จอบ บัวรดน้ำ วัสดุคลุมดิน(ฟาง) และเงินทุนหมุนเวียน มีเงินรวมเท่ากับ 100,000 บาท แสดงดัง Table 1

Table 1 The initial investment of pesticide-free vegetables.

list	Number (unit)	Number (THB)
1. Fixed Assets		
1.1 Salad Vegetable Planting Plant	1	3,000
1.2 Storage & Fertilizer	1	5,000
1.3 Seed tray	100	2,500
1.4 Hoe	10	2,000
1.5 Watering can	2	240
1.6 Straw mulches	10	600
Total fixed assets		13,340
2. Revolving funds		
2.1 Gross operating expenses	1	100,000
Total Revolving funds		100,000
Total initial funds		113,340

ผลจากการศึกษาต้นทุนคงที่พบว่า ค่าเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตรในการผลิตผักสลัดปลอดสารพิษ โดยจะแยกเป็นแต่ละประเภทดังนี้ ไดโว่สูบน้ำ จอบ บัวรดน้ำ สายยาง ถาดเพาะเมล็ด กรรไกรตัดผัก เสียม รวมทั้งสิ้น 9,400 บาท แสดงดัง Table 2

Table 2 The value of agricultural equipment to produce pesticide-free vegetables in the area per rai

list	Number (unit)	Number (THB /unit))	Total amount (THB)	Being in use (years)	salvage value (THB)
1. water pump	1	2800	2,800	2	300
2. Hoe	10	200	2,000	2	50
3. Watering cans	2	120	240	2	20
4. rubber tubes	5	15	1,500	2	30/unit
5. Seed trays	100	25	2,500	2	10/unit
6. Vegetable scissors	2	30	60	2	5/unit
7. spade	2	150	300	2	40
Total			9,400		

ผลจากการศึกษาผลตอบแทนพบว่า รายได้จากการจำหน่ายผักสลัดปลอดสารพิษของเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์ม ทั้งหมด เป็นจำนวน 210 กิโลกรัม คิดเป็นเงินเท่ากับ 26,280 บาท แสดงดัง Table 3

Table 3 Revenue from sales of pesticide-free vegetables in one production cycle

List of salad vegetables	Number of Produces (kg)		(THB/kg)	Amount (THB)
	for sales	for consumption		
1. Green Oak Lettuce	65	5	120	7,800
2. Red Oak Lettuce	65	5	120	7,800
3. Mini Cos	25	5	120	3,360
4. Red Cos	25	5	120	3,360
5. Butter head Lettuce	25	5	120	3,360
6. Frillice	5	5	120	600
Total	210	30		26,280

วิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนและผลตอบและความเป็นไปได้ทางการเงิน ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate or Return: IRR) และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) ภายใต้สมมติฐานระยะเวลาโครงการ 5 ปี อัตราผลตอบแทนร้อยละ 10 รายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ต่อปี ขณะที่ต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี ผลจากการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนพบว่า ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 3.71 ปี ซึ่งน้อยกว่าระยะเวลาของโครงการที่ตั้งไว้ที่ 5 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ 111,310.80 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวกแสดงว่าโครงการนี้ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับ 80% และอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 10%

เนื่องจากผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าสูงกว่าอันตราดอกเบี้ยเงินกู้ แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1.21 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการนั้นเหมาะสมกับการลงทุน โดยความคุ้มค่าในการลงทุนที่กล่าวมามีผลเป็นไปในทางบวกจึงทำให้เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มเป็นฟาร์มที่เหมาะสมและน่าลงทุน แสดงดังใน Table 4

Table 4 Cash-flow and financial feasibility analysis of pesticide-free production of KASET LOVER FARM

Project period	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year
Income (+ 10 % per year)	173,448	190,792.8	209,872.1	230,859.3	253,945.2
Cost (+5 % per year)	157,122	164,978.1	173,227.01	181,888.36	190,982.77
Net cashflow	16,326	25,814.7	36,645.08	48,970.93	62,962.44
Payback period (year)	= 3.71 year				
Net Present Value (NPV)	= 111,310.80 THB				
Internal Rate of Return (IRR)	= 80%				
Benefit – Cost Ratio (BCR)	= 1.21				

อุปสรรคและปัญหาในการปลูกผักปลอดสารพิษ

จากการสัมภาษณ์พบว่า ปัญหาของเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มจะมีทั้งหมด 2 ด้าน คือ ด้านการผลิตและด้านการส่งเสริมการตลาด ทางด้านการผลิตพบว่า ยังขาดเครื่องจักรทุ่นแรงในการผลิตผักสลัดจึงทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการผลิตและยังพบปัญหาของแมลงศัตรูที่มารบกวน ด้านการส่งเสริมการตลาดพบว่า เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มยังไม่ได้เป็นที่รู้จักกับบุคลลภายนอกจึงต้องพัฒนาในเรื่องของการประชาสัมพันธ์และแจ้งข้อมูลข่าวสารให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น

สรุป

ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตผักปลอดสารพิษของผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรรุ่นใหม่กรณีศึกษา เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มจากการสัมภาษณ์เชิงลึก นายสันติ มหัธธัญณวาณิชย์ พบว่า มีผลผลิตทั้งหมด 6 ชนิด คือ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค มินิคอส เรดคอส บัตเตอร์เฮด และฟินเล่ ซึ่งแต่ละชนิดให้ผลผลิตที่แตกต่างกันออกไปโดยผักสลัดที่มีผลผลิตมากที่สุดคือ กรีนโอ๊คและเรดโอ๊ค ผลผลิตต่อรอบการผลิตเท่ากับ 70 กิโลกรัม รองลงมาคือ มินิคอส เรดคอสและบัตเตอร์เฮด มีผลผลิตต่อรอบการผลิตเท่ากับ 30 กิโลกรัม และผักสลัดที่ผลิตได้น้อยที่สุดคือ ฟินเล่ มีผลผลิตต่อรอบการผลิตเท่ากับ 10 กิโลกรัม ในส่วนต้นทุนการผลิตผักปลอดสารพิษของเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มพบว่า มีเงินทุนรวมในการตั้งต้นทำฟาร์มเท่ากับ 113,340 บาท มีรายได้จากการจำหน่ายผักสลัดปลอดสารพิษทั้งหมดจำนวน 210 กิโลกรัม คิดเป็นเงินเท่ากับ 26,280 บาท ต่อหนึ่งรอบการผลิต ด้านความคุ้มค่าในการลงทุน พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 3.71 ปี ซึ่งน้อยกว่าระยะเวลาของโครงการที่ตั้งไว้ที่ 5 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ 111,310.80 บาท มีค่าเป็นบวกแสดงว่าโครงการนี้ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับ 80% และอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 10% เนื่องจากผลตอบแทน

ภายในของโครงการมีค่าสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1.21 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการนั้นเหมาะสมกับการลงทุน โดยความคุ้มค่าในการลงทุนที่กล่าวมามีผลเป็นไปในทางบวกจึงทำให้เกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มเป็นฟาร์มที่เหมาะสมและน่าลงทุน

ข้อเสนอแนะผลการศึกษาพบว่าการลงทุนในธุรกิจการผลิตผักปลอดสารพิษของเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มมีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่ปัจจุบันธุรกิจผักปลอดสารพิษมีผู้ประกอบการจำนวนมาก ผู้ประกอบการที่มีความสามารถในการสร้างความแตกต่างของผลผลิต ตั้งแต่กระบวนการผลิต การแปรรูปและการตลาด มีการสื่อสารความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของการบริโภคผักปลอดสารพิษและเทคนิคการผลิตผักปลอดสารพิษของฟาร์มไปยังกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ให้มากขึ้น จะเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่จะให้ผลผลิตของฟาร์มเป็นที่รู้จักมากขึ้น นำไปสู่การสร้างรายได้มากขึ้น และสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณสันติสุข มหัธธัญญวาณิชย์ ผู้ก่อตั้งเกษตรเลิฟเวอร์ฟาร์มที่ให้ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และอำนวยด้านสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. 2544. ทฤษฎีการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ. https://erp.mju.ac.th/openFile.aspx?id=MjUwNjQ0&method=inline, 22 กันยายน 2563.

สันติสุข มหัธธัญญวาณิชย์. สัมภาษณ์, 29 สิงหาคม 2563.

สุทธิดา ขัตติยะ, ธัญพร ฟุ้งเฟื่อง, วัชระ วัธนารวี. 2562. พฤติกรรมความต้องการผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. ใน: การประชุมชนวิชาการด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 2. เชียงใหม่.

อุกฤษฎ์ พงษ์วานิชอนันต์. 2552. การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน การผลิตอ้อยโรงงาน ตำบลดอนเจดีย์ อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ปีการเพาะปลูก 2550/2551. ปริญญาเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

ตัวชี้วัดความยั่งยืนการจัดการสวนยางพาราไทยกับมาตรฐาน FSC

The Sustainable Indicators of Thai Rubber Plantation Management (STRPM) with FSC standard

มิลินภัทท์ บุญคงมา*, บัญชา สมบูรณ์สุข, กมลวรรณ แซ่จอง

Milinpat Boonkongma*, Buncha Somboonsuke, Kamonwan Sae-chong

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90110

Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: milinpat.m@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อศึกษาตัวชี้วัดความยั่งยืนในการจัดการสวนยางพาราไทย และความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดความยั่งยืนในการจัดการสวนยางพาราไทยกับจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนตามหลัก FSC เก็บข้อมูลจากครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา ใน 11 จังหวัด จำนวน 399 ครัวเรือน และ key informants จำนวน 50 ราย โดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้สถิติเชิงพรรณนา การวิเคราะห์เชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์หา Content Analysis ผลการศึกษาพบว่าตัวชี้วัดความยั่งยืนในการจัดการสวนยางพาราไทยประกอบด้วยตัวชี้วัดทางสังคม 10 ตัวชี้วัดได้แก่ เศรษฐกิจ 7 ตัวชี้วัด และทางสิ่งแวดล้อม 10 ตัวชี้วัด สำหรับความเชื่อมโยงระหว่างตัวชี้วัดการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนกับหลัก FSC พบว่าหลัก FSC ข้อที่ 1 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม และสิ่งแวดล้อม หลัก FSC ข้อที่ 2, 3, 5, 7, 8 และ 10 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม หลัก FSC ข้อที่ 4 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม เศรษฐกิจ และหลัก FSC ข้อที่ 6, 9 ความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: ตัวชี้วัดความยั่งยืน, สวนยางพาราไทย, มาตรฐาน FSC

Abstract

This study aimed to examine indicators of sustainability for Thai rubber plantation management (STRPM) and relationship between STRPM and sustainable rubber plantation management toward principles of FSC standards. Data collection was carried out in 11 provinces from 399 farmer households and 50 key informants. Structured interview and unstructured interview were used for data collection. Descriptive statistics was used for quantitative data analysis. Qualitative data analysis was used for content analysis synthesis. Relationship analysis was done by classifying major issues, coding, comparing, and interpreting to get and to connect some related ideas. The study found 10 social indicators, 7 economic indicators, and 10 environmental indicators for STRPM. For the relationship between STRPM and sustainable rubber plantation management toward principles of FSC standards, the study found that FSC principle # 1 had relationships with indicators related to a social issue and environmental issue; FSC principles # 2, 3, 5, 7, 8, and 10 had relationships with indicators related to a social issue, economic issue, and environmental issue; FSC principle # 4 had relationships with indicators related to social issue and economic issue; and FSC principles # 6 and 9 had relationships with indicators related to the environmental issue.

Keywords: indicators of sustainability for Thai rubber plantation management (STRPM), sustainable rubber plantation management, principles of FSC standards

คำนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีการผลิตเป็นอันดับหนึ่งมาตั้งแต่ พ.ศ. 2534 ปัจจุบันในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งสิ้นกว่า 23.34 ล้านไร่ เนื้อที่กรีดได้ 19.55 ล้านไร่ มีผลผลิต 4.39 ล้านตัน ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 224 กิโลกรัม/ไร่ โดยกระจายไปทุกภูมิภาคของประเทศ ได้แก่ ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดและเป็นพื้นที่ปลูกยางเดิมของประเทศ คือ 14.57 ล้านไร่ หรือ ร้อยละ 62.53 ของพื้นที่ปลูกยางทั้งประเทศ ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 242 กิโลกรัม ภาคเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกยางใหม่มีพื้นที่ 1.30 ล้านไร่ หรือ ร้อยละ 5.58 ของพื้นที่ปลูกยางทั้งประเทศ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 148 กิโลกรัม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกยางใหม่มีพื้นที่ 4.89 ล้านไร่ หรือ ร้อยละ 20.99 ของพื้นที่ปลูกยางทั้งประเทศ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 183 กิโลกรัม ภาคกลาง ภาคตะวันตก (พื้นที่ปลูกยางใหม่) และภาคตะวันออก (พื้นที่ปลูกยางเดิม) มีพื้นที่รวม 2.56 ล้านไร่ หรือร้อยละ 10.99 ของพื้นที่ปลูกยางทั้งประเทศ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 219 กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) การยางแห่งประเทศไทย (กยท.) ได้มีการสนับสนุนการทำสวนยางตามมาตรฐาน FSC เพื่อพัฒนาและสร้างเกณฑ์การจัดสวนยางไทยให้ได้มาตรฐานในระดับสากลและมีความยั่งยืน กระตุ้นให้เกษตรกรชาวสวนยางเห็นถึงความสำคัญในการจัดการสวนยางให้อยู่ในระดับมาตรฐานระดับสากล ซึ่งการทำสวนยางตามมาตรฐาน FSC หากสวนยางในประเทศสามารถดำเนินการจัดการสวนยางตามมาตรฐานดังกล่าวได้จะเป็นการเพิ่มโอกาสและรายได้ให้กับเกษตรกรชาวสวนยางด้วยการใช้ไม้ยางพาราและผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราในการจำหน่ายในประเทศและต่างประเทศ รวมถึงพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมจากไม้ยางพารา โดยคำนึงถึงการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

การวิจัยครั้งนี้จึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการจัดทำตัวชี้วัดความยั่งยืนในการจัดการสวนยาง และปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนกับหลักการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนตามมาตรฐาน FSC โดยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ 2 ประการ คือ (1) เพื่อศึกษาตัวชี้วัดและความเหมาะสมของตัวชี้วัดการจัดการสวนยางยั่งยืนสำหรับประเทศไทย และ (2) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนสำหรับประเทศไทยกับหลักการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนตามมาตรฐาน FSC

ซึ่งในด้านแนวคิดเกษตรยั่งยืน สุภาวดี (2547) ได้ให้แนวคิดเกษตรยั่งยืนไว้ใน 5 ด้านได้แก่ (1) ด้านเศรษฐศาสตร์ (2) ด้านระบบนิเวศ (3) ด้านสังคม (4) ด้านวัฒนธรรมและ (5) การมององค์ประกอบหรือภาพองค์รวม โดยแนวคิดทั้งหมดจะต้องเป็นระบบที่มี ความสัมพันธ์หลากหลายด้านสอดคล้องกัน เป็นองค์รวมในเวลาเดียวกัน ไม่แยกส่วนจากกันในการพิจารณา องค์ประกอบเกษตรยั่งยืนที่แท้จริงได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (Resources-conserving) เช่น ที่ดิน น้ำ เป็นต้น ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (Environmentally non-degrading) ยอมรับได้ทางเทคนิค (Technically appropriate) ยอมรับได้ทางเศรษฐกิจ (Economically acceptable) และ ยอมรับได้ทางสังคม (Socially acceptable) มูลนิธิเกษตรยั่งยืน (2546) ได้อธิบายไว้ว่ามีหลักการสำคัญ 3 ประการคือ (1) ความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ (2) ความยั่งยืนทางด้านสิ่งแวดล้อม และ (3) ความยั่งยืนทางด้านสังคม ซึ่งในการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนตามหลัก FSC ได้นำแนวคิดดังกล่าว (Forest Stewardship Council, 2015) มากำหนดเป็นหลักในการดำเนินการ และ ณรงค์ศักดิ์ (2560) ได้นำหลัก FSC มาประยุกต์ใช้กับการทำสวนยางพารา ซึ่งหลักการ FSC ประกอบด้วยหลัก 10 ประการได้แก่ (1) ความสอดคล้องระหว่างกฎหมาย กับหลักการต่างๆ ของ FSC (2) สิทธิในการถือครองและการใช้ประโยชน์ที่ดิน (3) สิทธิของชนพื้นเมือง (4) ความสัมพันธ์ต่างๆ กับชุมชน และสิทธิต่างๆ ของคนงาน (5) การ

ได้รับผลประโยชน์จากสวนยางพารา (6) ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ (7) แผนการจัดการ แผนการจัดการสวนยาง (8) การตรวจตรากำกับดูแลและการศึกษาวิเคราะห์การจัดการสวนยางพารา (9) การฟื้นฟูป่าไม้ที่มีคุณค่าสูงด้านการอนุรักษ์ (10) สวนป่าจะต้องจัดการและวางแผนพื้นที่สวนป่าให้สอดคล้องกับหลักการและรายละเอียดที่ 1–9

วิธีการวิจัย

พื้นที่ศึกษาในพื้นที่สวนยางพารา 5 ภาคใน 11 จังหวัด ได้แก่ ภาคใต้ จังหวัด สุราษฎร์ธานี จังหวัดตรัง จังหวัดกระบี่ จังหวัดสงขลา จังหวัดยะลา ภาคกลาง จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคตะวันออก จังหวัดระยอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดบึงกาฬ ภาคเหนือ จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดเชียงราย ประชากรที่ใช้ในการศึกษาได้แก่เกษตรกรชาวสวนยางพาราจำนวน 539,471 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีการสุ่มโดยใช้สูตรของ Taro Yamane โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง 399 คนและ เกษตรกรชาวสวนยางพารา ผู้ให้ข้อมูลหลักจำนวน จำนวน 110 คน (จังหวัดละ 10 คน) จากการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงด้วยเกณฑ์เป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจและสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนตามมาตรฐาน FSC เครื่องมือที่ใช้ได้แก่แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างใช้ในการสำรวจเชิงปริมาณ และแบบสัมภาษณ์ไม่มีโครงสร้างใช้ในการสำรวจเชิงคุณภาพด้วยการเสวนากลุ่มย่อย วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) เพื่ออธิบายข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคล ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ และปัจจัยทางด้านสังคม โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความถี่ และ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพเป็นการวิเคราะห์เนื้อหา Content Analysis โดยการวิเคราะห์ประเด็นที่สำคัญที่ค้นพบจากผลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมาสังเคราะห์เพื่อกำหนดตัวชี้วัดการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนสำหรับประเทศไทย สังเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการจัดกลุ่มประเด็นหลัก การใส่รหัส เปรียบเทียบ แปรความหมายเพื่อให้ได้แนวคิดและเชื่อมแนวคิดที่สัมพันธ์กัน

ผลการวิจัย

สังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและการจัดการผลิตของครัวเรือนเกษตรกรสวนยางพาราในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา

ภาพรวมลักษณะทางสังคมของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางครัวเรือนที่ไม่ได้จัดการสวนยางตามมาตรฐาน FSC ใน 5 ภาค จำนวน 11 จังหวัด พบว่าการประกอบอาชีพของครัวเรือนโดยภาพรวมทำสวนยางร้อยละ 50.77 ยางร่วมปลูกพืชอายุสั้นร้อยละ 31.67 ยางร่วมกับทำนาร้อยละ 32.41 ยางร่วมกับไม้ผลร้อยละ 32.74 ยางร่วมกับการเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 3.14 ยางร่วมกับการประกอบอาชีพอื่นๆ นอกภาคเกษตรร้อยละ 20.04 ประสบการณ์ในการทำการเกษตรเฉลี่ย 21.23 ปี จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.95 คน ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกลุ่มชาวสวนยาง กยท. ร้อยละ 72.03 การมีเอกสารสิทธิ์พบว่าประเภทเอกสารสิทธิ์ในแปลงสวนยาง นส3 นส3ก ร้อยละ 35.20 โฉนดร้อยละ 24.11 ภบท 5 และ 6 ร้อยละ 40.21 มีการเสียภาษีที่ดินสวนยางพาราร้อยละ 85.10

ภาพรวมลักษณะทางเศรษฐกิจ พบว่าแรงงานครัวเรือนเฉลี่ย 2.85 คนเป็นแรงงานในภาคเกษตรเฉลี่ย 2.41 คนแรงงานนอกภาคเกษตร 0.69 คนแรงงานจ้างเฉลี่ยรวม 2.05 คน เป็นแรงงานจ้างประจำ 2.11 คน ประเภทของแรงงานกรีดยางพบว่าเป็นแรงงานจ้างกรีดเฉลี่ยร้อยละ 34.20 และเป็นแรงงานต่างด้าวจ้างกรีดเฉลี่ยร้อยละ 25.67

การแบ่งสรรผลประโยชน์ระหว่างเจ้าของสวนและแรงงานจ้างกรีดพบว่าส่วนใหญ่สัดส่วนรายได้แบ่งเป็น 50:50 ร้อยละ 66.70 สำหรับรายได้จากสวนยางเฉลี่ย 147,814.24 บาทต่อปี ส่วนรายจ่ายพบว่ารายจ่ายจากสวนยางทั้งหมด 53,396.03 บาทต่อปี จำนวนเงินออมของครัวเรือนเฉลี่ย 36,633.59 บาทต่อปี และจำนวนเงินกู้โดยเฉลี่ย 367,129.37 บาท

ภาพรวมลักษณะทางสิ่งแวดล้อมและการจัดการผลิต พบว่าครัวเรือนถือครองที่ดินสวนยางเฉลี่ย 19.19 ไร่ พันธุ์ยางที่ใช้ส่วนใหญ่พันธุ์ยางพารา RRIM600 ร้อยละ 83.60 ระยะปลูกส่วนใหญ่คือ 7×3 เมตรร้อยละ 60.96 จำนวนต้นต่อไร่เฉลี่ย 74.65 ต้น ปุ๋ยที่ใช้มีการใช้ที่หลากหลายสูตรแต่ส่วนใหญ่ใช้สูตร 29-5-18 และ 16-8-16 ร้อยละ 92.56 และ 84.21 ตามลำดับ ระบบการกรีดที่ใช้ส่วนใหญ่ใช้ระบบกรีด 1/3Sd/2 และระบบกรีด 1/3S3d/4 ร้อยละ 77.10 และ ร้อยละ 40.78 ตามลำดับ

การสังเคราะห์ประเด็นสำคัญทางเศรษฐกิจ สังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและการจัดการผลิตสู่ความยั่งยืนของสวนยางพาราไทย

จากผลการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการเสวนา กลุ่มย่อยในพื้นที่ศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้ (1) ความสอดคล้องกับกฎหมาย: ส่วนใหญ่มีการเสียภาษีอย่างถูกต้อง การใช้เทคโนโลยี่ที่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ทางวิชาการผ่านการส่งเสริมและการให้คำแนะนำจาก กยท. และพบว่าเกษตรกรทราบกฎหมายที่ดิน พรบ. การปลูกแทนและกฎหมายว่าด้วยแรงงานที่เกี่ยวกับประเด็นค่าจ้างละการจ้างแรงงาน (2) สิทธิการถือครองและการใช้ประโยชน์ที่ดิน: ส่วนใหญ่เกษตรกรชาวสวนยางมากกว่าร้อยละ 50 ยังใช้ประโยชน์ในที่ดินที่ไม่ถูกต้องตามกฎหมาย เช่นใช้ประโยชน์การถือครองในที่ดินประเภท ภบท 5 และ 6 และที่ดินประเภทอื่นที่ไม่ถูกต้อง (ไม่มีเอกสารสิทธิ์มากกว่าร้อยละ 20) (3) สิทธิผู้ปฏิบัติงานและเงื่อนไขการจ้างงาน: การจ้างแรงงานพบว่าโดยส่วนใหญ่เป็นการใช้แรงงานจ้างในกิจกรรมการเก็บเกี่ยวได้แก่การกรีดยาง สำหรับสวัสดิการแรงงานและสุขอนามัยในสวนยางพบว่ายังไม่มีในเรื่องนี้ในพื้นที่ปลูกยางใหม่แต่ในพื้นที่ปลูกยางเดิมภาคใต้และภาคตะวันออกพบบ้างในพื้นที่สวนยางพาราที่มีการจ้างแรงงานโดยมีที่พักอาศัยในสวนยาง และการเจ็บไข้ได้ป่วยก็ได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าของสวนยาง (นายจ้าง) บ้าง สำหรับการแบ่งสัดส่วนผลประโยชน์ ระหว่างเจ้าของสวนยางกับแรงงานจ้างพบว่าส่วนใหญ่มีความเป็นธรรม (4) ประโยชน์ ความขัดแย้ง และสิทธิชุมชน ท้องถิ่น: พบว่าเกษตรกรชาวสวนยางพารามีส่วนร่วมกิจกรรมของชุมชนและ เป็นสมาชิกมากกว่า 1 กลุ่มในชุมชน ไม่มีความขัดแย้งในการทำสวนยางพารากับบุคคล และชุมชน (5) ผลผลิตและการจัดการผลผลิต และประโยชน์จากการทำสวนยางพารา: พบว่าครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้โดยเฉลี่ยสูงกว่ารายได้ขั้นต่ำของประเทศที่กำหนด และครัวเรือนเกษตรกรมีความหลากหลายในอาชีพหรือหารายได้เพิ่มโดยมีอาชีพเสริมมากขึ้นในภาวะราคายางผันผวน (6) ด้านสิ่งแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพ: พบว่าเกษตรกรชาวสวนยางพารายังคงใช้สารเคมีในการจัดการสวนยาง เช่นการใช้ปุ๋ยเคมีส่วนใหญ่ที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและใช้หลากหลายสูตร การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชและโรคพืช การทำเกษตรอินทรีย์พบว่ายังมีน้อย และพบว่ามีประมาณร้อยละ38 เท่านั้นที่มีกิจกรรมในสวนยางพาราหรือมีความหลากหลายทางชีวภาพในสวนยางพารา นอกจากนี้การที่เกษตรกรโดยเฉพาะภาคใต้ยังใช้ระบบกรีดที่มีความถี่สูงไม่เป็นไปตามหลักวิชาการส่งผลให้เกิดโรคง่ายทำให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีในการแก้ไขปัญหา (7) การบริหารจัดการสวนยางพารา: สำหรับการบริหารจัดการสวนยางพบว่าโดยส่วนใหญ่เกษตรกรที่ได้รับการสังเคราะห์จะมีแผนในการปฏิบัติงานโดย กยท. กำหนด

เท่านั้นแต่สำหรับเกษตรกรในพื้นที่ปลูกใหม่มีการให้คำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ กยท. (8) ดำเนินการสอดส่องดูแลและประเมินผลการปฏิบัติตนเอง: พบว่าโดยส่วนใหญ่การประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเองยังมีน้อยมากไม่ว่าจะเป็นการทำบัญชีครัวเรือนหรือทดสอบใดๆแต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรได้รับการอบรมและเพิ่มพูนความรู้และความสามารถจาก กยท.อยู่สม่ำเสมอ (9) การรักษา ฟื้นฟู และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ:พบว่าเกษตรกรในกลุ่มนี้ยังไม่มีแนวคิดในเรื่องนี้เป็นไปได้ว่าราคายางพาราผันผวนเกษตรกรจึงคิดแต่เพียงสถานะทางเศรษฐกิจเป็นส่วนใหญ่ อีกประการหนึ่งที่ผ่านมา กยท.ไม่ได้มุ่งเน้นในประเด็นเท่าที่ควร (10) จัดการสวนยางพาราเพื่อสร้างระบบนิเวศ: พบว่ายังมีน้อยมากแต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรคำนึงถึงระบบนิเวศในประเด็นการใช้สารเคมีและการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในสวนยาง ก็ถือว่าเป็นการจัดการสวนยางเพื่อสร้างระบบนิเวศ

ตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนสำหรับประเทศไทย

จากการศึกษาเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมและการจัดการสวนยางในการศึกษาเชิงปริมาณจากกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการเสวนา สามารถสังเคราะห์ตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน สำหรับประเทศไทย โดยตัวชี้วัดทางสังคมมีจำนวน 10 ตัวชี้วัด ได้แก่ (1) การเข้าถึงและการใช้ประโยชน์ที่ดินสวนยางพาราที่ถูกต้องตามกฎหมาย (2) การเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับการจัดการสวนยางที่ดีละถูกต้อง (3) การเข้าเป็นสมาชิกกลุ่มและกระบวนการพัฒนากลุ่ม สหกรณ์รวมถึงการพัฒนาเครือข่าย (4) กระบวนการแก้ไขปัญหาความขัดแย้งและความไม่เข้าใจระหว่างบุคคลต่อบุคคล และระหว่างกลุ่มต่อกลุ่มและระหว่างบุคคลกับชุมชน (5) การเข้าถึงและการสนับสนุนการเป็นสมาชิกและเข้าร่วมกิจกรรมกับกิจกรรมของหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ (6) เข้าถึงและมีความรู้เกี่ยวกับระบบสารสนเทศทั้งการผลิตและการตลาด (7) ความสามารถในการหารายได้จากรายได้อื่นๆ (8) การเข้าถึงนวัตกรรมการผลิตและการจัดการ และการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า (9) ความสามารถในการปรับตัวเกียวกับการผลิตและการจัดการสวนยาง และ (10) การวางแผนการผลิตและประเมินผลตามวัตถุประสงค์ของแผนตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจมีจำนวน 7 ตัวชี้วัด ได้แก่ (1) ระดับของรายได้และรายได้สุทธิจากการจัดการสวนยางและการประกอบอาชีพอื่นๆควบคู่กับการทำสวนยางของครัวเรือน (2) ระดับหนี้สินของครัวเรือนและการเข้าถึงแหล่งเงินกู้ของครัวเรือน (3) การลดต้นทุนการผลิต (4) ระดับเงินออมของครัวเรือนในปัจจุบัน (5) รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการแปรรูปผลผลิต (6) จำนวนเงินที่ลงทุนเพื่อการผลิตในอนาคต และ (7) การประเมินการสถานการณ์จัดการสวนยาง ตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและการจัดการมีจำนวน 10 ตัวชี้วัด ได้แก่ (1) สิทธิการครอบครองที่ดินตามกฎหมาย และภาษีที่ดิน (2) การจัดการสวนยางตามมาตรฐานอาชีพ (3) ระบบวนเกษตรและระบบพืชร่วมยาง (4) การตัดแต่งกิ่งยางและการปราบวัชพืชในสวนยาง (5) การใช้พันธุ์ยางที่ต้านทานต่อโรคและให้ผลผลิตสูง (6) การเก็บเกี่ยวผลผลิตตามหลักวิชาการ (7) เก็บเกี่ยวผลผลิตถูกต้องตามอายุเปิดกรีดและขนาดต้นยางตามหลักวิชาการ (8) ใช้ปุ๋ยถูกต้องตามอายุยางและตามหลักวิชาการกำหนด (9) สุขอนามัยและความปลอดภัยในการจัดการสวนยาง (10) กิจกรรมการฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับความเหมาะสมของการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนสำหรับประเทศไทย

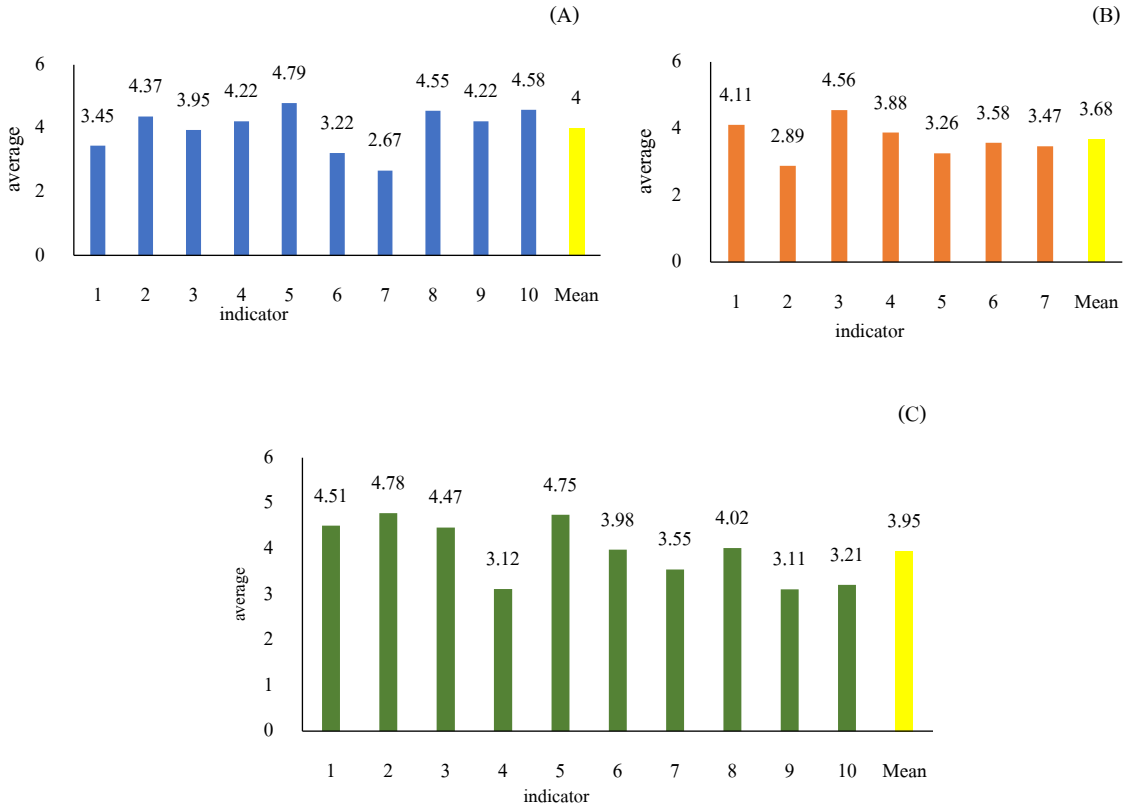


Fig. 1 The suitable assessment of SRMITS Social (A), Economics (B) and Environment and farm management (C) of Thai rubber smallholding farms

จาก Fig. 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน สำหรับประเทศไทยทั้งสามด้านมีค่าเฉลี่ย 3.88 (เกณฑ์เหมาะสมมาก) โดย ค่าเฉลี่ยรวมตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนทางสังคมมีค่า 4.00 (เกณฑ์เหมาะสมมาก) ค่าเฉลี่ยรวมตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนทางเศรษฐกิจมีค่า 3.68 (เกณฑ์เหมาะสมมาก) และค่าเฉลี่ยรวมตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมและการจัดการสวนยาง มีค่า 3.95 (เกณฑ์เหมาะสมมาก) ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดการจัดการสวนยางพารายั่งยืนสำหรับประเทศไทยกับหลักการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนตามมาตรฐานสภาพิทักษ์ป่าหรือ FSC

จาก Fig. 1 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนกับหลัก FSC โดยหลัก FSC ข้อที่ 1 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม และสิ่งแวดล้อม หลัก FSC ข้อที่ 2, 3, 5, 7, 8 และ 10 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม หลัก FSC ข้อที่ 4 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม เศรษฐกิจ และหลัก FSC ข้อที่ 6, 9 ความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อม

Table 1 Relationship between SRMITS and FSC's principle

FSC 's Principle	The Application FSC's Principle to Natural Rubber	MSRMC		
		Social	Economics	Environmental and Farm Management Aspect
1. Compliance with laws and FSC Principles	Rubber Farmers who will manage rubber plantation must be approved for rubber forest management and have to respect and obey laws regulated by that country	•		•
2. Tenure and land use rights and responsibilities	Rubber farmer needs to be specified for the right of land ownership, processing of work, and using benefits from the rubber plantation area	•	•	•
3. Indigenous peoples' rights	Rubber farmer has to respect the rights of local people living in the community of local plantation without creating conflict	•	•	•
4. Maintain the social and economic wellbeing of local communities	Rubber farmer must create relationships with community and maintain rights of working labor in their farms	• •	•	
5. Benefits from the forest	Rubber farmer has to process the management of production and market effectively with also having sustainability and stability of the economic and social status	•	•	•
6. Environmental impact	In managing rubber farm, the farmer needs to limit the effect that affects the environment by no using chemical but try to improve organic agriculture in their farms			•
7. Management plan	Rubber farmer has to be set the management plan such as written, implemented, and kept up to date, the long term objectives of management, and the means of achieving them shall be clearly stated.	•	•	•

Table 1 (continued).

FSC 's Principle	The Application FSC's Principle to Natural Rubber	MSRMC		
		Social	Economics	Environmental and Farm Management Aspect
8. Monitoring and assessment	Rubber farmer should be Monitoring and assessment conducted: appropriate to the scale and intensity of forest management, to assess the condition of the forest, yields of forest products, chain of custody, management activities, and their social and environmental impacts.	•	•	•
9. Maintenance of high conservation value forests	Rubber farmers have to manage the activities in high conservation value forests shall maintain or enhance the attributes, which define such forests. Decisions regarding high conservation value forests shall always be considered in the context of a precautionary approach.			•
10. Plantations shall be planned and managed by Principles and Criteria 1 - 9 and Principle 10 and its Criteria.	Rubber farmers should complement the management of, reduce pressures on, and promote the restoration and conservation of natural forests.	•	•	•

สรุป

ตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน สำหรับประเทศไทย โดยตัวชี้วัดทางสังคมมีจำนวน 10 ตัวชี้วัด ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจมีจำนวน 7 ตัวชี้วัด และตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและการจัดการมีจำนวน 10 ตัวชี้วัด ซึ่งตัวชี้วัดดังกล่าวครอบคลุมหลักการการจัดการอย่างยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่ง ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน สำหรับประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยรวมมีค่า 3.88 (เกณฑ์เหมาะสมมาก) และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดการจัดการสวนยางยั่งยืนสำหรับ ประเทศไทยกับหลัก 10 ซึ่งพบว่าหลัก FSC ข้อที่ 1 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม และสิ่งแวดล้อม หลัก FSC ข้อที่ 2, 3, 5, 7, 8 และ 10 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม หลัก FSC ข้อที่ 4 มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสังคม เศรษฐกิจ และหลัก FSC ข้อที่ 6, 9 ความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อม ซึ่ง ตัวชี้วัดการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนสำหรับประเทศไทย และความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการสร้างตัวชี้วัดการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน

รวมถึงเครื่องมือในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานที่รับผิดชอบการพัฒนายางพารา เช่น การยางแห่งประเทศไทย (กยท.) เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการยางแห่งประเทศไทย (กยท.) ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ความคิดเห็นและข้อมูลในงานวิจัย พร้อมทั้งได้นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการจัดทำแผนการดำเนินการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืนตามหลัก FSC สำหรับประเทศไทย ทั้งนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่อำนวยความสะดวกในการบิการสถานที่ในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและเอกสารในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ศักดิ์ ใจสมุทร. 2560. การพัฒนาสวนยางให้ได้รับมาตรฐาน FSC. สวท. เพชรบูรณ์. http://phetchabunradio.net/?name=knowledge&file=readknowledge&id=527, 21 เมษายน 2564.

สุภาวดี โพธิยะราช. 2547. เศรษฐศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัยศรีปทุม. http://elearning.spu.ac.th/allcontent/ecn384/Index.htm, 21 เมษายน 2564.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2559. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ.

Forest Stewardship Council. 2015. FSC Principles and Criteria for Forest Stewardship. https://ic.fsc.org/preview.fsc-principles-and-criteria-for-forest-stewardship-fsstd-01-001-v5-2-en-print-version.a-4843.pdf, 21 เมษายน 2564.

Yamane, T. 1967. Statistics: An Introductory Analysis, 2nd ed. Harper and Row. New York, NY, USA.

ผลกระทบการระบาดของโรค COVID-19 ต่อการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา: กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา ภาคใต้ประเทศไทย

The effects of COVID-19 pandemic to adjustment for livelihood of rubber farmer households: A case study in Songkhla Province in Southern Thailand

กิตติชัย เหลี่ยมวานิช*, บัญชา สมบูรณ์สุข, มิลินภัทท์ บุญคงมา

Kittichai Lheamwanich*, Buncha Somboonsuke, Milinpat Boonkongma

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90110

Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: jumbogott@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาผลกระทบของโรค COVID-19 ต่อเศรษฐกิจ สังคม การจัดการเทคโนโลยีการผลิตยางพาราของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพาราขนาดเล็กในจังหวัดสงขลาและสังเคราะห์ประเด็นการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางในจังหวัดสงขลาจากการระบาดของ COVID-19 เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณด้วยเครื่องมือ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง กับครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา จำนวน 108 ครัวเรือน ที่ได้จากการสุ่มด้วยวิธี Simple Random Sampling Method และเชิงคุณภาพ กับผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informant) จำนวน 10 ราย โดยวิธีเจาะจง (Purposive Sampling Method) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณา ได้แก่ ค่าร้อยละ และเฉลี่ย และเชิงคุณภาพ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการศึกษาพบว่าผลกระทบต่อสังคม ได้แก่ การติดต่อสัมพันธ์ และการทำกิจกรรมลดลง ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ ได้แก่ รายได้ครัวเรือนลดลง รายจ่ายและหนี้สินสูงขึ้น และผลกระทบต่อการจัดการเทคโนโลยีการผลิตยางพาราและการดำรงชีพ ได้แก่ มีการปรับผลผลิตเป็นน้ำยางสดมากขึ้น สำหรับการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพพบว่า ครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารามีการปรับรูปแบบการบริโภค การใช้จ่ายครัวเรือน บริหารการเงินครัวเรือน และการเพิ่มความหลากหลายในการทำอาชีพ

คำสำคัญ: COVID-19 กับชาวสวนยางพารา, การปรับตัวเกษตรกรชาวสวนยางพารา, การดำรงชีพชาวสวนยางพาราสงขลา

Abstract

The objectives of this study were to examine the effects of COVID-19 on economy, society, rubber production technology management, and synthesis the adaptation for livelihood of smallholding rubber households. Quantitative and Quantitative methods were used for this study with structured interviews with 108 smallholding rubber households and 10 key informants. Simple random sampling was used data collection. Descriptive statistics such as percentage and mean were used for quantitative data analysis. Qualitative data analysis was carried out by content analysis by collecting, ordering, classifying, interpreting, separating, and connecting relationships. The study indicated effects on society that farmers had lower community interaction and social activities, effects on the economy as farmers had lower income, higher expenses, and more debts, effects on technology management and livelihood as farmers changed rubber production to more rubber latex. For the adaptation for livelihood of smallholding rubber households, there were found that they adjusted their consumption types and household expenses; managed household finance; and diversified production activities.

Keywords: COVID-19 effects on rubber, rubber farmer livelihood, rubber farmer household adjustment

คำนำ

การแพร่ระบาดของโรคติดต่อเชื้อโคโรนาไวรัส 2019 (Corona Virus Disease 2019) หรือโควิด-19 (COVID-19) ที่เริ่มต้นแพร่ระบาดในประเทศจีนและแพร่กระจายสู่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกพบว่าในเดือนพฤษภาคม 2563 มีผู้ติดเชื้อโควิด-19 ทั่วโลกอย่างน้อย 215 ประเทศ มีผู้ติดเชื้อทั้งสิ้นทั่วโลก 6,175,290 ราย (ศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉิน กรมควบคุมโรค, 2563; Johns Hopkins University and Medicine, 2020; Worldometer, 2020) ได้ส่งผลต่อทั้งสภาพเศรษฐกิจของแต่ละประเทศในทุกด้านทั้งในด้านเกษตรอุตสาหกรรม ท่องเที่ยวและบริการ รวมทั้งสภาพสังคมและความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศต่าง ๆ (คณะกรรมาธิการเกษตรและสหกรณ์, 2563) สำหรับประเทศไทย เริ่มมีการระบาดของโควิด-19 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2563 จากนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าสู่ประเทศไทย หลังจากนั้นมีการขยายตัวของผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2563 มีผู้ป่วยประมาณสามพันคน เสียชีวิต 58 คน (คณะกรรมาธิการเกษตรและสหกรณ์, 2563) แม้ว่าจำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตในประเทศไทย จะมีจำนวนไม่มากนักเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศในยุโรป และสหรัฐอเมริกา แต่ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ตลอดจนวิถีชีวิตของประชาชนก็มีความรุนแรงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเกษตรกรไทยมากกว่าครึ่งหนึ่งต้องพึ่งพารายได้จากนอกภาคเกษตรคิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 80 อายุเกษตรกรที่มีแน้วโน้มมากขึ้นหนี้สินหลักแสน ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น (ไทยรัฐออนไลน์, 2563) แม้ว่าการระบาดของโควิด-19 จะไม่กระทบกับกระบวนการการผลิตของภาคเกษตรในส่วนต้นน้ำมากนัก แต่สิ่งที่ทำให้เกษตรกรเจ็บหนักคือ วิกฤติดังกล่าวทำให้อุตสาหกรรมกลางน้ำ คือการขนส่งและการแปรรูปต้องหยุดชะงักไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง ประกอบกับภาวะเศรษฐกิจถดถอยทั่วโลกที่ทำให้ความต้องการซื้อสินค้าเกษตรบางชนิดมีแนวโน้มลดลงซ้ำร้ายด้วยภัยแล้งตั้งแต่ปลายปีก่อน ผนวกกับโรคระบาดทั้งพืชและสัตว์ เช่นเดียวกันสำหรับเกษตรกรชาวสวนยางพารา ก็ได้รับผลกระทบจากการระบาดโควิด-19 ทั้งทางสังคมเศรษฐกิจ และการดำรงชีพเหมือนเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพทางเกษตรอื่นๆส่งผลให้เกษตรกรชาวสวนยางพาราจำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์เพื่อความอยู่รอด ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลกระทบของโรค COVID-19 ต่อเศรษฐกิจ สังคม การจัดการเทคโนโลยีการผลิตยางพาราของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพาราขนาดเล็กในจังหวัดสงขลาและจะสังเคราะห์ประเด็นการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางในจังหวัดสงขลาจากการระบาดของ COVID-19เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการช่วยเหลือครัวเรือนเกาตรกรชาวสวนยางพาราในจังหวัดสงขลาในอนาคต

วิธีการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพาราในจังหวัดสงขลา จำนวนครัวเรือน ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Simple Random Sampling Method (Yamane, 1967) ได้จำนวนตัวอย่าง 108 ครัวเรือนสำหรับทำการศึกษาเชิงปริมาณ และจำนวนตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informant) จำนวน 10 ราย สำหรับการศึกษาในเชิงคุณภาพ จากการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling method) โดยเกณฑ์การคัดเลือกต้องเป็นผู้ที่สามารถให้ข้อมูลในภาพรวมของพื้นที่เกี่ยวกับผลกระทบและการปรับตัวของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพาราในภาพรวมได้ และเป็นผู้ประกอบอาชีพการทำสวนยางพาราในปัจจุบัน เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง

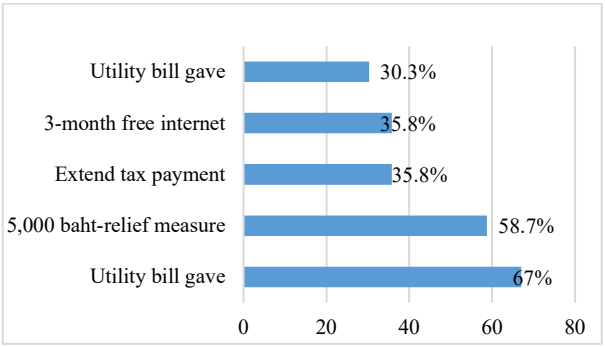
วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณา ได้แก่ ค่าร้อยละ และเชิงคุณภาพ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการรวบรวม เรียบเรียง จัดกลุ่ม แปลความหมาย แยกแยะและเชื่อม

ผลการวิจัย

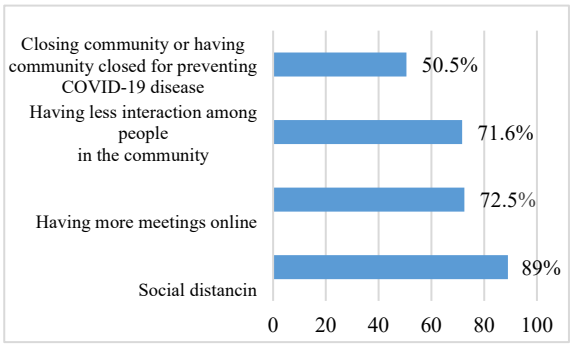
ผลกระทบ COVID-19 ด้านเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยีและการดำรงชีพของครัวเกษตรกรชาวสวนยางพารา

สำหรับผลการศึกษาจะนำเสนอผลการศึกษาแยกออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ผลกระทบ COVID-19 ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ และด้านเทคโนโลยีและการจัดการผลิตยางพาราของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา ดังรายละเอียดดังนี้

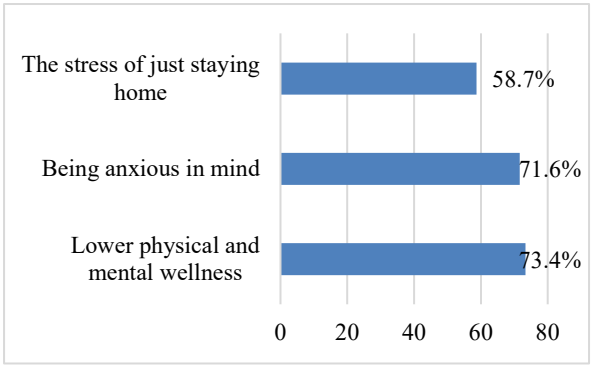
ผลกระทบด้านสังคม



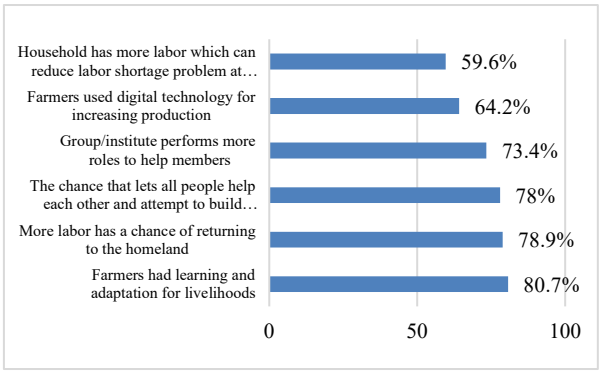
(1) Receiving Welfare/Social Policy form the Government



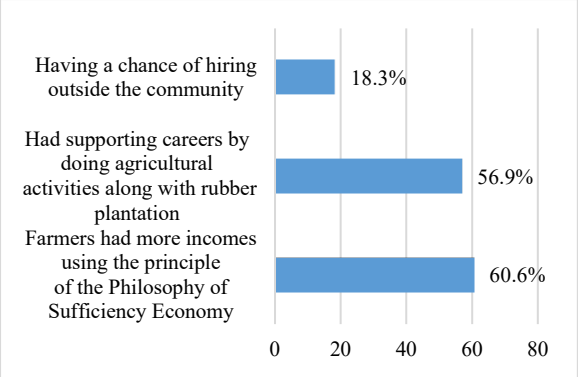
(2) Interaction in the Community During COVID-19



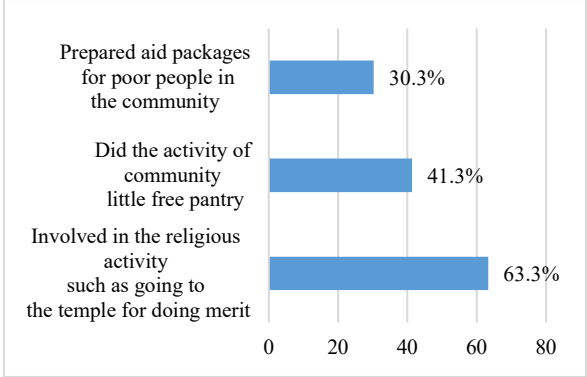
(3) Wellness of Rubber Farmers



(4) Learning and Adaptation



(5) Supporting Careers for More Incomes

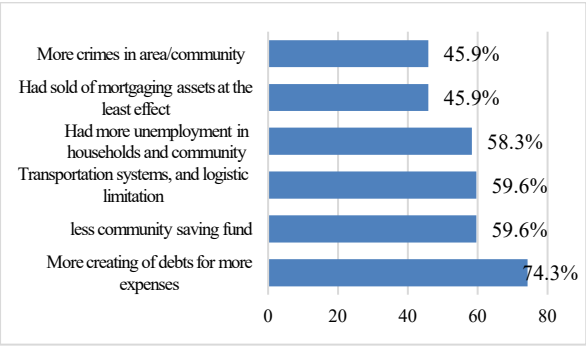


(6) Getting Together for Cultural Activities in the Community

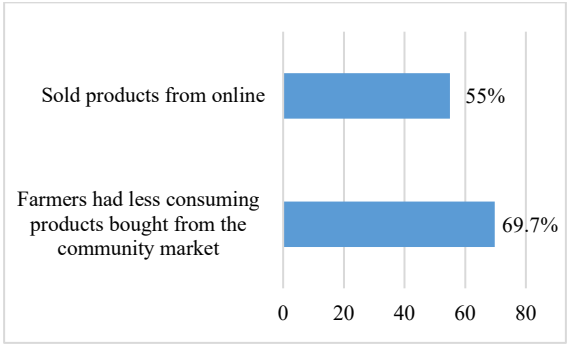
Fig. 1 (1)–(6) The effects of COVID-19 to society of rubber households

จากภาพที่ 1 (1)–(6) แสดงผลกระทบ COVID-19 ด้านสังคมพบว่าผลกระทบด้านการได้รับสวัสดิการตามนโยบายช่วยเหลือจากภาครัฐภาพที่1(1))ได้แก่ การได้รับค่าน้ำ/ค่าไฟ ได้รับผลกระทบมากที่สุด ร้อยละ 67 รองลงมาการได้รับเงินจากมาตรการเยียวยา 5,000 บาท ร้อยละ 58.7 ผลกระทบด้านสังคมจากปฏิสัมพันธ์ในชุมชนช่วง COVID-19 (ภาพที่ 1 (2))ได้แก่ มีระยะห่างทางสังคมมากที่สุด ร้อยละ 89 มีการพบกันผ่านโลกออนไลน์มากขึ้น ร้อยละ 72.5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนในชุมชนลดลง ร้อยละ 71.6 ผลกระทบด้านความเป็นอยู่ของเกษตรกรชาวสวนยางพารา (ภาพที่ 1 (3))พบว่า มีสุขภาวะทางกายทางจิตต่ำลง ร้อยละ 73.4 รองลงมาความวิตกกังวลในจิตใจ ร้อยละ 71.6 และความพอเพียงมีความเครียดจากการอยู่บ้านเฉยๆน้อยที่สุด ร้อยละ 58.7 ผลกระทบด้านการเรียนรู้และการปรับตัวของเกษตรกรชาวสวนยางพารา (ภาพที่ 1(4)) ได้แก่ เกษตรกรเรียนรู้การปรับตัวในการดำรงชีพ ร้อยละ 80.7 รองลงมาแรงงานมีโอกาสเปลี่ยนแปลงอาชีพเมื่อกลับมาสู่ครัวเรือน ร้อยละ 78.9 ผลกระทบด้านการทำอาชีพเสริมรายได้ (ภาพที่1 (5))ได้แก่ การหารายได้เสริมด้วยการยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียงมากที่สุดอยู่ที่ ร้อยละ 60.6 มีการทำอาชีพเสริมด้วยการทำกิจกรรมการเกษตรร่วมกับการทำสวนยางพารา ร้อยละ 56.9 และผลกระทบด้านการสังสรรค์การทำกิจกรรมวัฒนธรรมในชุมชน (ภาพที่ 1(6))ได้แก่การทำกิจกรรมทางศาสนา เช่น การไปวัดทำบุญมากที่สุดอยู่ที่ ร้อยละ 63.3 มีการทำกิจกรรมไปแจกถุงยังชีพให้คนยากไร้ในชุมชน ร้อยละ 41.3 และการทำกิจกรรมการจัดตู้ปันสุขในชุมชนน้อยที่สุด ร้อยละ 30.3

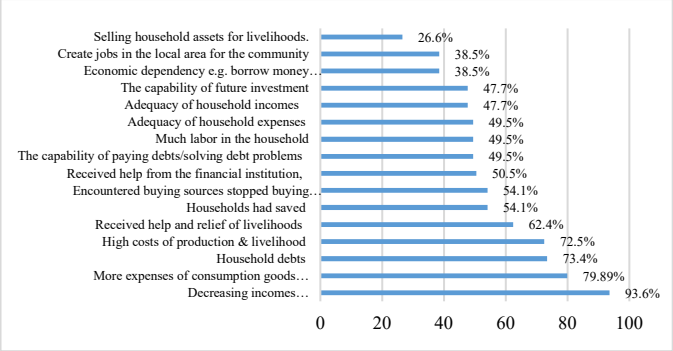
ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ



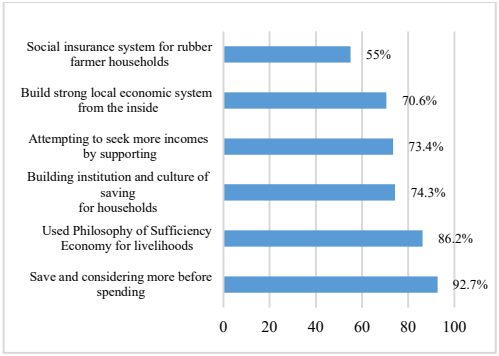
(1) community Economic Status



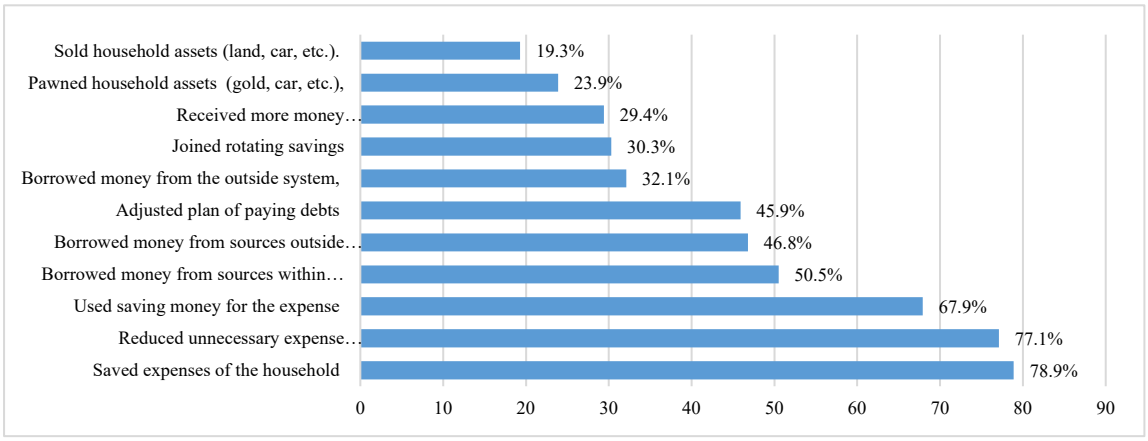
(2) the household activities of increasing income and decreasing cost



(3) Household Income and Expense



(4) The supporting activity of household economy



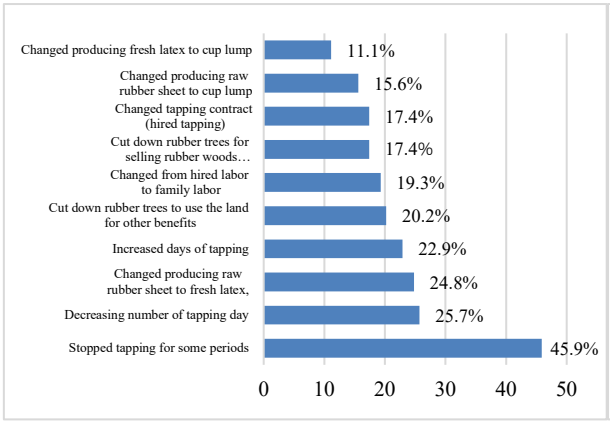
(5) Saving and sufficiency economy in community

Fig. 2 (1)–(5) Effects of COVID-19 to Economy of Rubber Households

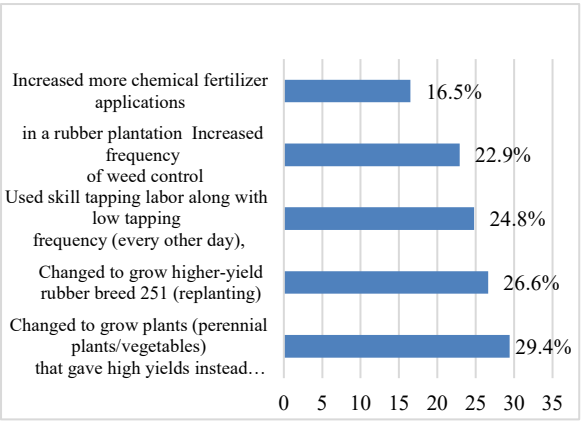
จากภาพที่ 2 (1)–(5) แสดงผลกระทบCOVID-19 ด้านเศรษฐกิจพบว่าผลกระทบด้านสถานภาพทางเศรษฐกิจของชุมชน (ภาพที่ 2 (1)) ได้แก่ ครัวเรือนหนี้สินมากขึ้นเนื่องจากค่าใช้จ่ายมากขึ้น ร้อยละ 74.3 ครัวเรือนมีการออมลดลง การคมนาคมและการขนส่งมีปัญหา เท่ากันในร้อยละ59.6 ผลกระทบด้านกิจกรรมการเพิ่มรายได้และลดรายจ่าย (ภาพที่2 (2))ได้แก่ เกษตรกรเลือกซื้อสินค้าจากตลาดท้องถิ่นมากขึ้นเพื่อประหยัดและสินค้ามีราคาถูกกว่าในห้างสรรพสินค้าร้อยละ 69.7 เกษตรกรหารายได้โดยขายสินค้าทางออนไลท์มากขึ้น ร้อยละ 55.0 ผลกระทบด้านรายได้และรายจ่ายของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา (ภาพที่ 2 (3))ได้แก่ รายได้รวมครัวเรือนลดลง (ผู้ซื้อน้อย ราคาตกต่ำ) ร้อยละ 93.6 รองลงมารายจ่ายครัวเรือนเพื่อการอุปโภคและบริโภคสูงขึ้น(สินค้ามีราคาสูง และค่าใช้จ่ายน้ำไฟสูง) ร้อยละ 79.8 ครัวเรือนมีหนี้สิน ร้อยละ 73.4 ครัวเรือนมีต้นทุนการผลิตและการดำรงชีพสูง ร้อยละ 72.5 ครัวเรือนการได้รับความช่วยเหลือและการเยียวยาในการดำรงชีพ ร้อยละ 62.4 แหล่งรับซื้อยางหยุดรับซื้อ/พ่อค้ากดราคาและครัวเรือนมีการออมเงินมีสัดส่วนเท่ากันอยู่ที่ ร้อยละ 54.1 ได้รับความช่วยเหลือจากสถาบันการเงิน ร้อยละ 50.5 ความพอเพียงของรายจ่ายของครัวเรือน ครัวเรือนมีแรงงานส่วนเกินมากขึ้นและครัวเรือนมีความสามารถในการชำระหนี้/แก้ปัญหาหนี้สินเท่ากันอยู่ที่ ร้อยละ 49.5 ความพอเพียงของรายได้ของครัวเรือนและครัวเรือนมีความสามารถในการลงทุนในอนาคตเท่ากันอยู่ที่ ร้อยละ 47.7 มีการสร้างงานในท้องถิ่นให้กับชุมชนและครัวเรือนมีการพึงพิงทางเศรษฐกิจ เช่น เงินกู้นอกระบบ การกู้เงินเท่ากันอยู่ที่ ร้อยละ 38.5 และมีการขายสินทรัพย์ของครัวเรือนเพื่อการดำรงชีพน้อยที่สุด 26.6 สำหรับผลกระทบด้านกิจกรรมเสริมความเข้มแข็ง

ทางเศรษฐกิจครัวเรือน (ภาพที่ 2 (4)) ได้แก่ ครัวเรือนมีการประหยัดรู้จักและระมัดระวังการใช้จ่ายของครัวเรือนมากขึ้น ร้อยละ 92.7 ครัวเรือนมีการหันมาใช้หลักเศรษฐกิจพอเพียงในการดำรงชีวิต ร้อยละ 86.2 มีการสร้างสถาบันและวัฒนธรรมการออมให้กับครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา ร้อยละ 74.3 ครัวเรือนขวนขวายและกระตือรือร้นหารายได้เพิ่มด้วยการทำอาชีพเสริม ร้อยละ 73.4 ชุมชนรู้จักสร้างระบบเศรษฐกิจท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็งจากข้างใน ร้อยละ 70.6 และมีการสร้างระบบหลักประกันทางสังคมให้ครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา ร้อยละ 5 ผลกระทบการออมและการใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชน (ภาพที่ 2 (5)) ได้แก่ ครัวเรือนในชุมชนมีการออมและประหยัดในการใช้จ่ายมากขึ้นร้อยละ 78.9 รองลงมาครัวเรือนเกษตรกรลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นในช่วง COVID-19 มากขึ้นตามไปด้วยร้อยละ 77.1

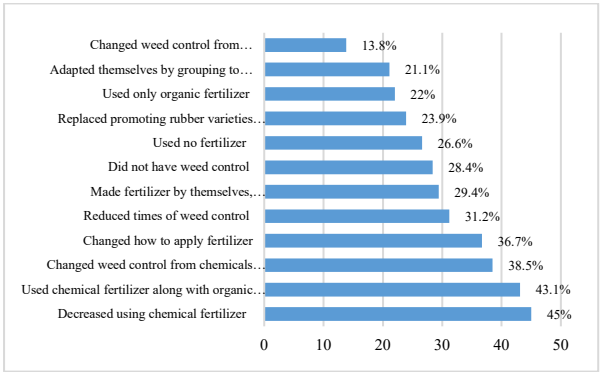
ผลกระทบด้านเทคโนโลยีและการจัดการผลิตยางพาราของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา



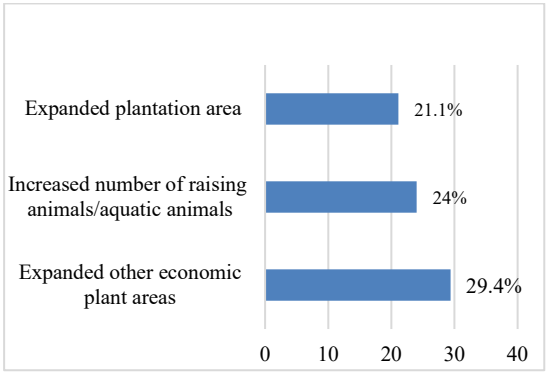
(1) Change Rubber-Producing Technique



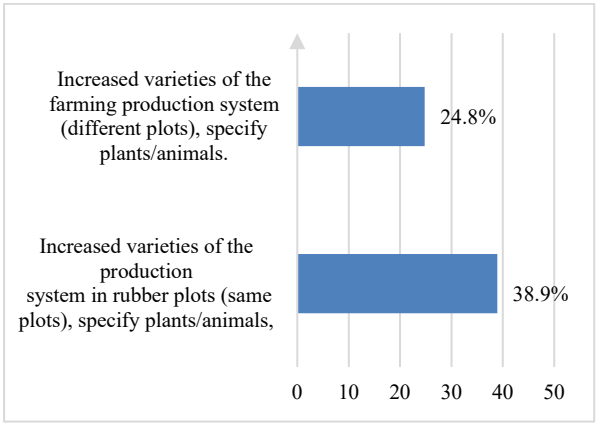
(2) Increase in Production Efficiency



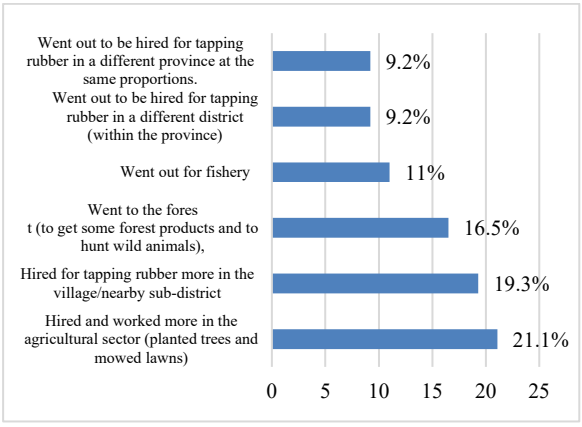
(3) Reducing the Production Cost



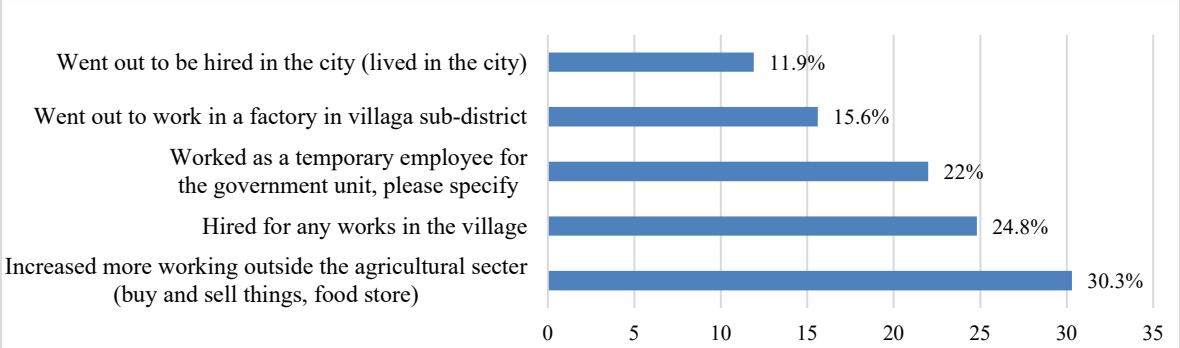
(4) Expand production



(5) Increase Varieties of the Production System



(6) Using Hired Labor in the Agricultural Sector



(7) Work Outside the Agricultural Sector

Fig. 3 (1)–(7) Effect of Covid-19 to Livelihood Strategy for Adaptation of Rubber Farmer Households

จากการศึกษาผลกระทบ COVID-19 ด้านเทคโนโลยีและการจัดการผลิตยางพาราของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพารา ภาพที่ 3(1)–(7) พบว่า (1) การปรับเทคนิคการผลิตยาง มีประเด็นสำคัญ (ภาพที่ 3 (1))ได้แก่ ครัวเรือนหยุดกรีดยางในบางช่วงเวลามากที่สุด ร้อยละ 45.9 รองลงมาคือลดจำนวนวันกรีดยางของครัวเรือนลง ร้อยละ 25.7 เปลี่ยนจากการผลิตยางแผ่นดิบเป็นน้ำยางสด ร้อยละ 24.8 (2) การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มีประเด็นสำคัญ (ภาพที่ 3 (2))ได้แก่ เกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนไปปลูกพันธุ์พืชมากที่สุด (พืชยืนต้น/ผัก) ที่ให้ผลผลิตสูงทดแทนการปลูกยางพารามากที่สุด ร้อยละ 29.4 รองลงมาปรับเปลี่ยนไปใช้พันธุ์ยางผลผลิตสูง 251 (ปลูกทดแทน) ร้อยละ 26.6 (3) การลดต้นทุนการผลิต มีประเด็นสำคัญ(ภาพที่ 3 (3))ได้แก่ เกษตรกรมีการปรับลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับสวนยางพารามากที่สุด ร้อยละ 45.0 รองลงมาปรับใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 43.1 (4) การขยายการผลิต มีประเด็นสำคัญ (ภาพที่ 3 (4))ได้แก่ เกษตรกรมีการขยายพื้นที่พืชเศรษฐกิจอื่นๆมากที่สุด ร้อยละ 29.4 รองลงมาเพิ่มจำนวนสัตว์เลี้ยง/เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ร้อยละ 24 และขยายพื้นที่สวนยางพาราน้อยที่สุด ร้อยละ 21.1 (5) การเพิ่มความหลากหลายในระบบการผลิตมีประเด็นสำคัญ (ภาพที่ 3 (5))ได้แก่เพิ่มความหลากหลายระบบผลิตในแปลงสวนยาง (ร่วมแปลงยาง) ระบุชื่อพืช/สัตว์มากที่สุด ร้อยละ 38.9 และเพิ่มความหลากหลายระบบผลิตในฟาร์ม (แยกแปลง) ระบุชื่อพืช/สัตว์น้อยที่สุด ร้อยละ 24.8 (6) การใช้แรงงานจ้างในภาคเกษตรประเด็นสำคัญ (ภาพที่ 3(6)) ได้แก่ เกษตรกรมีการรับจ้างทำงานภาคเกษตรเพิ่มขึ้น (ปลูก ตัดหญ้า) มากที่สุด ร้อยละ 21.1 รองลงมารับจ้างกรีดยางเพิ่มขึ้นในหมู่บ้าน/ตำบลใกล้เคียง ร้อยละ 19.3 (7) การรับจ้างภายนอกภาคเกษตรมีประเด็นสำคัญ (ภาพที่ 3 (7))ได้แก่ เกษตรกรทำงานภายนอกภาคเกษตรได้แก่ ค้าขายและ ทำร้านอาหารมากที่สุด ร้อยละ 30.3 รองลงมาทำงานรับจ้างทั่วไปในหมู่บ้าน ร้อยละ 24.8

สังเคราะห์ประเด็นการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยาง

สำหรับการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางจากการระบาดของ COVID-19 สามารถแบ่งได้ 5 ประเด็น ได้แก่ (1) การปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริโภคให้สอดคล้องกับรายได้และสถานะการเงินของครัวเรือน กลยุทธ์ที่เลือกใช้ เช่น ลดรายจ่ายที่ไม่จำเป็นในครัวเรือนและรายจ่ายฟุ่มเฟือย ทำอาหารบริโภคภายในครัวเรือน ซื้อเฉพาะสิ่งของอุปโภคเท่าที่จำเป็น ปลูกพืชอาหาร/พืชสวนครัวในพื้นที่บริเวณบ้าน แลกเปลี่ยนอาหารภายในชุมชน เป็นต้น (2) การปรับแผนการเงินและการจัดการทางการเงิน เกษตรกรส่วนใหญ่มีหนี้สินค่อนข้างสูงและพยายามรักษาระดับการออม ส่วนใหญ่จึงเลือกวิธีการยืดระยะเวลาชำระหนี้ ปรับโครงสร้างหนี้ และ

วางแผนการชำระหนี้ใหม่ รวมทั้งการเพิ่มสภาพคล่องทางการเงินโดยขายสินทรัพย์สภาพคล่องสูง เช่น ทองคำ เป็นต้นและ (3) การเพิ่มแหล่งสร้างรายได้และเพิ่มความหลากหลายกิจกรรมการผลิต เกษตรกรบางส่วนได้ริเริ่มวางแผนปรับระบบการผลิตที่มีกิจกรรมการเกษตรที่มีความหลากหลายเพิ่มขึ้น เช่น เลี้ยงสัตว์ปีก หมู ผึ้ง แพะ และวัวในสวนยาง เพื่อการลดการพึ่งพารายได้จากสวนยางเพียงอย่างเดียว รวมทั้งหาช่องทางหารายได้นอกภาคเกษตรเพิ่มขึ้น เช่น ขายสินค้าทั่วไป ร้านอาหาร และรับจ้างทางการเกษตร (4) เพิ่มมูลค่าผลผลิตด้วยการแปรรูปผลผลิต และ (5) ใช้แรงงานในครัวเรือนมากขึ้นพยายามลดการจ้างแรงงานจากภายนอกครัวเรือนเพื่อลดค่าใช้จ่าย

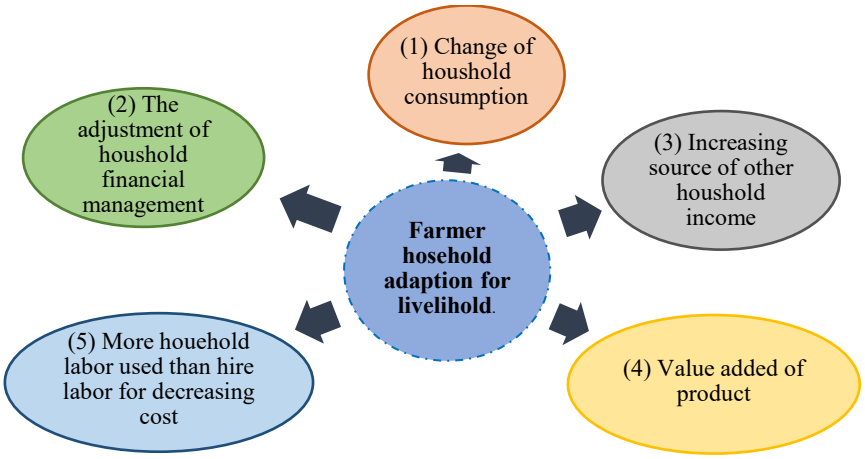


Fig. 4 Synthesis issues of Farmers household adaptation for Livelihood

Sources: from the result of In-debt interview 10 households

สรุป

ผลกระทบทางสังคมที่สำคัญได้แก่ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครัวเรือนในชุมชนลดลง มีการพบทางออนไลน์มากขึ้นและมีระยะห่างทางสังคมของครัวเรือนมาก อย่างไรก็ตามกิจกรรมทางสังคมและวัฒนธรรมก็ยังคงเดิมและมีกิจกรรมช่วยเหลือกันในสังคมมาก เช่นโครงการตู้ปันสุข เป็นต้น และครัวเรือนเกษตรกรมีการเรียนรู้และปรับตัว ในการทำอาชีพเสริมรายได้มากขึ้นได้โดยยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียง ส่วนผลกระทบทางเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ ครัวเรือนมีหนี้สินมากขึ้น รายได้ลดลง ครัวเรือนมีการเลือกซื้อสินค้าในท้องถิ่นมากขึ้น ประหยัดและรู้จักและระมัดระวังในการใช้จ่าย ครัวเรือนมีการออมมากขึ้น และผลกระทบทางเทคโนโลยีและการจัดการผลิตยางพาราของครัวเรือนเกษตรกรที่สำคัญได้แก่ เกษตรกรกรมีความพยายามลดต้นทุนการผลิตเพื่อลดรายจ่ายในการผลิต และทำกิจกรรมการผลิตอื่นๆ เสริมรายได้ในครัวเรือนมากขึ้น และพยายามจ้างแรงงานภายในชุมชนมาช่วยในบางกิจกรรมการผลิตยางพารามากขึ้น สำหรับการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกรสรุปได้ว่ามี 5 ประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ ครัวเรือนมีการปรับเปลี่ยนการบริโภคให้สอดคล้องกับสถานะการเงิน โดยยึดหลัก การลดรายจ่ายในครัวเรือนลง ครัวเรือนมีการวางแผนการจัดการทางการเงินของครัวเรือน เช่นรักษาระดับการออมการยืดระยะเวลาชำระหนี้ครัวเรือน ครัวเรือนมีการเพิ่มแหล่งสร้างรายได้และเพิ่มความหลากหลายกิจกรรมการผลิต

ครัวเรือนมีความพยายามเพิ่มมูลค่าผลผลิตด้วยการแปรรูปผลผลิต และลดต้นทุนด้วยการใช้แรงงานในครัวเรือนทดแทนการจ้างแรงงานจากภายนอกครัวเรือน

ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะแนวทางพัฒนารับมือโควิด-19 โดยภาพรวมสำหรับครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพาราในอนาคต ควรเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบการผลิตในระดับครัวเรือนโดยเพิ่มความหลากหลายของการทำเกษตรและกิจกรรมการผลิตทั้งในแปลงและนอกภาคเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของครัวเรือน พัฒนาระบบเกษตรดิจิทัลในระดับระบบการผลิตและเชื่อมโยงสู่ระบบตลาดดิจิทัลของยางพาราควรให้ความรู้แก่เกษตรกร ต้นทุนกรผลิตเป็นปัญหาที่สำคัญดังนั้นความพยายามลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรเช่นการจ้างแรงงานครัวเรือน การผสมปุ๋ยใช้เอง และการรวมกลุ่ม เป็นประเด็นที่ครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางพาราต้องปรับเปลี่ยนภายใต้ COVID-19 และควรส่งเสริมการทำอาชีพเสริมรายได้นอกเหนือจากรายได้จากสวนยางพาราให้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ การยางแห่งประเทศไทยที่ให้ความอนุเคราะห์ประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณเกษตรกรชาวสวนยางพารา สหกรณ์กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางในเขตจังหวัดสงขลาทุกคนที่อนุเคราะห์ให้สัมภาษณ์ และท้ายสุดขอขอบคุณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่วิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมาธิการเกษตรและสหกรณ์. 2563. รายงานผลการพิจารณาเรื่องผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจไทยจากโรคติดต่อเชื้อโคโรน่าไวรัส. สำนักกรรมาธิการ 1. สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. กรุงเทพฯ.

ไทยรัฐออนไลน์. 2563. วิกฤติโควิด-19 คือโอกาสเติบโตของภาคเกษตรไทย. http://www.thairath.co.th/news/business/1963665, 1 ธันวาคม 2563.

ศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉินกรมควบคุมโรค. 2563. รายงานสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ฉบับที่ 149 วันที่ 31 พฤษภาคม 2563. กรุงเทพฯ.

Johns Hopkins University and Medicine. 2020. COVID-19 case tracker follow global cases and trends. Updated daily. Coronavirus Resource Center. https://coronavirus.jhu.edu/, 19 May 2020.

Worldometer. 2020. COVID-19 Coronavirus pandemic. http://www.worldometers. info/coronavirus/, 13 May 2020.

Yamane, T. 1967. Statistics: An Introductory Analysis, 2nd ed. Harper and Row. New York, USA.

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกร โรงเรียนสันติสุข อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่

Factors affecting success of agricultural activities of the Young Farmer Project at Santisuk School, Doi Lo District, Chiang Mai Province

ณัชชา ยี่ใจ*, รุจ ศิริสัญลักษณ์, บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล, ประทานทิพย์ กระมล

Natcha Yeejai*, Ruth Sirisunyaluk, Budsara Limnirankul, Prathanthip Kramol

ภาควิชาพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Agricultural Economic, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Natchayeejai142@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมด้านการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกรในโรงเรียนสันติสุข อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านการเกษตรของโรงเรียน นักเรียนและผู้ปกครอง จำนวน 86 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์เชิงลึกและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละและความแปรปรวน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกร คือ ความร่วมมือและความพร้อมจากทุกฝ่าย ทางโรงเรียนพร้อมสนับสนุนโครงการยุวเกษตรกร ทั้งทางด้านงบประมาณ บุคลากร วัสดุอุปกรณ์และสถานที่ในการทำกิจกรรมด้านการเกษตร การได้รับการสนับสนุน ช่วยเหลือจากหน่วยงานภายนอก เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอ เทศบาลตำบลดอยหล่อ เป็นต้น อีกทั้งตัวนักเรียนเองมีความพร้อมในการเข้าร่วมโครงการยุวเกษตรกร กล่าวคือ มีความสนใจ ใส่ใจ อยากเรียนรู้ในด้านทักษะวิชาชีพทางการเกษตร ตลอดจนผู้ปกครองให้การสนับสนุนบุตรหลานในการเข้าร่วมโครงการยุวเกษตรกรเป็นอย่างดี ปัจจัยทั้งหมดนี้ส่งผลให้คณะผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้รับผิดชอบโครงการยุวเกษตรกร นักเรียนและผู้ปกครอง ส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อโครงการยุวเกษตรกรภายในโรงเรียนสันติสุขและให้ความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมเป็นอย่างดี

คำสำคัญ: กลุ่มยุวเกษตรกร, กิจกรรมด้านกานเกษตร, ความสำเร็จ

Abstract

The main purpose of the study was to study the factors affecting the success of agricultural activities of the Young Farmer Project in Santisuk School, Doi Lo District. Chiang Mai Province. The population consisted of 86 participants, including personnel involving in the agricultural activities in the school, students, and their parents. An in-depth interview form was used as a tool to collect data and descriptive statistical analysis, including frequency, percentage, and variance was used to analyze the data. The result showed that factors affecting the success of the agricultural activities of the Young Farmers Project was the readiness from all parties. The school were corporate and to support the project in terms of budget, personnel, materials, equipment and place for agricultural activities. Support from outside agencies such as the District Agricultural Office, and Doi Lo Sub-District Municipality, was also necessary. The students themselves had to sufficiently encourage to join the Young Farmer Project. In other words, they had to be interested in learning and caring about agricultural profession. Moreover, the parents were also a key person who supported their children in participating in the Young Farmer Project as well. All factors combined together resulted in most participants, the school administrators, the teacher in charge of the project, and parents had the positive attitude towards the project at Santisuk School and all worked in close cooperation with each other.

Keywords: agricultural activities, success, young farmers

คำนำ

ยุวเกษตรกรหรือกลุ่มยุวเกษตร คือ เยาวชนที่มีอายุระหว่าง 10–25 ปี ที่รวมตัวกันขอจดทะเบียนจัดตั้งเป็นกลุ่มยุวเกษตรกับสำนักงานเกษตรอำเภอในพื้นที่ ส่วนใหญ่มีสมาชิก 15–30 คน เพื่อรับบริการความรู้ ฝึกหัดการเกษตรพื้นฐานและการทำงานเป็นกลุ่ม โดยมีเกษตรกร ครู หรือผู้นำท้องถิ่น อาสาสมัครมาเป็นที่ปรึกษายุวเกษตรกร คอยดูแล บ่มเพาะยุวเกษตรในการฝึกปฏิบัติงาน ปลูกพืช เลี้ยงสัตว์และเคหะกิจเกษตร ที่สอดคล้องกับอาชีพการเกษตรของชุมชน ยุวเกษตรกรกลุ่มแรกของไทย ก่อตั้งขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2496 โดยองค์การส่งเสริมการศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทราและคณะกรรมการพื้นฟูกสิกรรมนิคมบางประกง กลุ่มยุวเกษตรกรมีระยะเวลาประมาณ 2–3 ปี แล้วจะสลายตัวหรือเริ่มเป็นกลุ่มใหม่ก็ได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

กรมส่งเสริมการเกษตร โดยสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ ได้ตระหนักถึงความสำคัญของบทบาทเยาวชนชาวไทย ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ จึงนับว่าเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาเกษตรกรรมไทย โดยริเริ่มจากโรงเรียนซึ่งถือเป็นหน่วยที่รวบรวมกลุ่มเยาวชนได้มากที่สุด และยังเป็นหน่วยที่มีบทบาทในการส่งเสริม ขัดเกลาเยาวชนให้มีประสิทธิภาพผ่านกระบวนการเรียนรู้ในหลายรูปแบบและเพื่อให้เกิดการพัฒนาไปยังหน่วยอื่นต่อไป เช่น ครอบครัว ชุมชน และประเทศชาติอันเป็นหน่วยที่ใหญ่ที่สุด ด้วยงานยุวเกษตรกรที่ จ.เชียงใหม่ จำนวน 125 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มในระบบการศึกษา 123 กลุ่ม นอกระบบการศึกษา 1 กลุ่ม และระบบอุดมศึกษาแห่งแรกในประเทศไทย ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อีก 1 กลุ่ม มีจำนวนสมาชิกทั้งหมด 2,500 คน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561)

จังหวัดเชียงใหม่มีกลุ่มยุวเกษตรกรทั้งหมด 186 กลุ่ม และมีสมาชิกยุวเกษตรกรทั้งหมด 6,013 คน มีการดำเนินกิจกรรมยุวเกษตรที่แตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ในแต่ละอำเภอ และมีการประเมินสถานะของกลุ่ม ดังนี้ สถานะดี 22 กลุ่ม สถานะปานกลาง 137 กลุ่ม และสถานะปรับปรุง 27 กลุ่ม จากการประเมินนี้จะเห็นได้ว่าทุกกลุ่มไม่ได้ประสบความสำเร็จทั้งหมด อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น ขาดการประสานงานที่ดี กลุ่มไม่เข้มแข็ง ครูที่ปรึกษาขาดความรู้ งบประมาณไม่เพียงพอ พื้นที่ในการดำเนินกิจกรรม หรือขาดความร่วมมือของผู้ปกครอง เป็นต้น แต่ก็มีบางกลุ่มที่สามารถดำเนินกิจกรรมยุวเกษตรกรให้ประสบความสำเร็จได้ สมาชิกกลุ่มมีความเข้มแข็ง สร้างรายได้ให้กับตนเองและครอบครัว ทำให้มีผลงานระดับประเทศ จนได้รับรางวัลยุวเกษตรกรดีเด่นและสมาชิกยุวเกษตรกรดีเด่น (สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2561)

โรงเรียนสันติสุขเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กประจำตำบลสันติสุข ตั้งอยู่เลขที่ 89 หมู่ 6 ตำบลสันติสุข อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ มีเนื้อที่ 80 ไร่ โดยได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาจากสำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม ปัจจุบันมีนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 170 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 194 คน และมีครูทั้งสิ้น 24 คน ภายในโรงเรียนมีการจัดตั้งกลุ่มยุวเกษตรกรขึ้นและมียุวเกษตรกรดีเด่น ที่เป็นตัวอย่างเด็กดีเด็กเก่ง สามารถดำรงชีวิตด้วยเจตนคติมุ่งมั่นในการเรียน และการศึกษาเพื่อการประกอบอาชีพ ด้วยพื้นฐานทางภูมิสังคม ครอบครัวที่เป็นชาติพันธุ์ ประกอบอาชีพเกษตรบนที่สูง ซึ่งครอบครัวและชุมชนนั้นประกอบอาชีพเกษตรกรรมปลูกพืช เลี้ยงสัตว์ ภายใต้โครงการหลวง ซึ่งผลิตตามระบบ GAP อยู่แล้ว พืชที่ปลูกได้แก่ พืชผักเมืองหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มะเขือเทศที่ประสบปัญหาโรค อย่างโรคโคนเน่า โรคเหี่ยว ที่ทำให้ผลผลิตเสียหาย จึงได้นำความรู้ด้านการใช้สารชีวภัณฑ์ ในการป้อง กันโรค แมลงศัตรูพืช เชื้อราไตรโคเดอร์มา บิวเวอร์เรีย โดยรับการถ่ายทอดจากสำนักงานเกษตร อ.ดอยหล่อ ปฏิบัติในแปลงที่โรงเรียน

สันติสุขและรับการสนับสนุนจาก นายณรงค์ศักดิ์ จำรูญหิน ผู้อำนวยการฯ ในโครงการอาหารกลางวันของโรงเรียน เห็นว่าใช้ได้ผลดี ก่อเกิดรายได้ในรูปแบบสหกรณ์ ไม่เป็นพิษ หรือตกค้างในร่างกาย รวมถึงสิ่งแวดล้อม เป็นการลดต้นทุนการผลิต จึงตั้งใจขยายสู่ครอบครัว และชุมชน โดยใช้กระบวนการกลุ่มที่ได้เรียนรู้จากกลุ่มยุวเกษตรกร จนทำให้ชุมชนเกิดการยอมรับในเทคโนโลยี นำไปใช้ในชุมชน และยังได้รับรับเชิญเป็นวิทยากรถ่ายทอดองค์ความรู้ ที่เกิดจากการปฏิบัติจริงในการใช้สารชีวภัณฑ์ ให้กับเกษตรกรครอบครัวอื่น ๆ ในชุมชนและประเทศชาติ ทำให้ผลงานเป็นที่ประจักษ์จนเป็น 1 ใน 9 กลุ่มระดับประเทศและเป็นตัวอย่าง เป็นแรงบันดาลใจ แก่เยาวชนในยุคไทยแลนด์ 4.0 ต่อไป (โรงเรียนสันติสุข, 2561)

จากการจัดกิจกรรมด้านการเกษตรของกลุ่มยุวเกษตรกรโรงเรียนสันติสุขได้ประสบความสำเร็จ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวางแผน แก้ไข ปรับปรุงการดำเนินงาน การจัดกิจกรรมกลุ่มยุวเกษตรกรกลุ่มอื่นๆ ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาจากประชากรทั้งหมดโดยไม่มีการสุ่มตัวอย่างเนื่องจากทำการศึกษาในโรงเรียนเดียว ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ คณะผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 5 คน ครูผู้รับผิดชอบกิจกรรมด้านการเกษตร จำนวน 1 คน นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมด้านการเกษตรจำนวน 40 คน และผู้ปกครองนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมด้านการเกษตร จำนวน 40 คน รวมประชากรทั้งสิ้น 86 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) และความแปรปรวน (variance) และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหาร่วมด้วย (Content analysis)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารโรงเรียนและครูผู้รับผิดชอบโครงการยุวเกษตรกรโรงเรียนสันติสุข ในเรื่องของการดำเนินงานของโครงการยุวเกษตรกร ภายใต้กรอบแนวคิดตามรูปแบบการประเมินของ Luther Gulick (POSDCORB) ได้ข้อสรุป ดังนี้

นักเรียนภายในโรงเรียนสันติสุขส่วนใหญ่เข้ามาอาศัยอยู่ประจำกินนอนในโรงเรียน ทางคณะผู้บริหารได้เห็นความสำคัญของสภาพความเป็นอยู่และเด็กจำนวนร้อยละ 50 จบไปแล้วไม่มีโอกาสได้เรียนต่อ จึงอยากให้มีกิจกรรมทางการเกษตรตลอดระยะเวลาที่ได้อยู่ในโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ในด้านวิชาการและเพิ่มทักษะทางด้านวิชาชีพ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติให้เกิดผลดีต่อตนเองและครอบครัว สร้างงานสร้างอาชีพตลอดจนขยายผลให้สมาชิกในหมู่บ้านใกล้เคียงและชุมชนได้

โครงการยุวเกษตรกรในโรงเรียนสันติสุขเริ่มก่อตั้งขึ้นเมื่อปี 2553 มีสมาชิกก่อตั้งทั้งหมด 40 คน ซึ่งคัดเลือกจากนักเรียนที่มีความสนใจและถนัดในวิชาชีพต่าง ๆ เช่น ปลูกพืชผักสวนครัว เลี้ยงสัตว์ โดยมีนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นผู้ดำเนินการ

ด้านบุคลากรภายในโรงเรียนได้รับความช่วยเหลือจากทุกฝ่าย ตั้งแต่ระดับผู้บริหาร ผู้ช่วยผู้บริหารฝ่ายต่างๆ คณะครู และครูที่ปรึกษายุวเกษตรกร หากต้องการขอความช่วยเหลือในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทุกฝ่ายจะให้ความสนับสนุนและความร่วมมือเป็นอย่างดี ส่วนหน่วยงานภายนอกโรงเรียน ก็ได้รับการสนับสนุนจากทุกหน่วยงานเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็น สำนักงานเกษตรอำเภอดอยหล่อ เทศบาลตำบลดอยหล่อ เป็นต้น

ด้านงบประมาณ งบประมาณส่วนใหญ่มาจากหน่วยงานภายนอก เช่น สำนักงานเกษตรจังหวัด สำนักงานเกษตรอำเภอ เทศบาลตำบลดอยหล่อ เป็นต้น โดยทางโรงเรียนจะเขียนโครงการขึ้นมาแล้วนำไปเสนอให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ทางหน่วยงานก็จะให้ทุนสนับสนุนเพื่อให้โครงการดำเนินไปได้อย่างราบรื่น ส่วนทางโรงเรียนจะมีงบประมาณบางส่วนที่คอยช่วยสนับสนุนในโครงการยุวเกษตรกร

ด้านวัสดุ อุปกรณ์และสถานที่ ในด้านวัสดุและอุปกรณ์ในการทำการเกษตรนั้น ทางโรงเรียนมีให้เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน โดยบางส่วนทางโรงเรียนจัดหามาให้ตามความเหมาะสมและบางส่วนได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก ส่วนในด้านสถานที่ ทางโรงเรียนสันติสุขนั้น มีสถานที่ทำการเกษตรเพียงพอสำหรับทุก ๆ กิจกรรม เช่น มีการขุดสระเลี้ยงปลา มีโรงเรือนเพาะกล้าพืช มีแปลงปลูกบริเวณหลังโรงเรียน ซึ่งนักเรียนและยุวเกษตรกรสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ได้ตามความเหมาะสม

การจัดการด้านการวางแผนงาน ก่อนการทำงานจะมีการประชุมหารือกับฝ่ายบริหารก่อน หลังจากได้ข้อสรุปแล้วจะนำข้อมูลไปปรึกษากับเกษตรอำเภอ เนื่องจากเกษตรอำเภอจะคอยให้คำแนะนำ ชี้แจง แก้ไข และสามารถดำเนินงานไปตามแผนงานได้อย่างดี

การจัดการด้านโครงสร้างของโครงการ มีการกำหนดบทบาทให้กับคณะครูและนักเรียน ก่อนที่จะเริ่มโครงการ ทุกคนมีหน้าที่ของตัวเองชัดเจน ไม่ก้าวก่ายหน้าที่ของกันและกัน

การจัดการด้านบุคคลในองค์กร คณะผู้บริหารทำการคัดเลือกที่ปรึกษายุวเกษตรกรจากความเหมาะสม มีความรู้ในด้านการเกษตรเป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการเกษตร เป็นต้น และเนื่องจากทางโรงเรียนมีครูเกษตรเพียงคนเดียว หน้าที่อื่น ๆ ในโครงการนั้นก็จะดูตามความเหมาะสมว่าหน้าที่ไหน ใครสามารถทำได้ เช่น หากนักเรียนต้องไปนำเสนอความรู้ทางวิชาการ ก็จะให้ครูภาษาไทยเข้ามาช่วยสอนในหลักของการพูด การนำเสนอ เป็นต้น

การจัดการด้านการมอบหมายงาน หลักการ/ขั้นตอนในการมอบหมายงานนั้น คณะผู้บริหารจะกระจายงานให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้งานนั้นไม่ค้างอยู่ที่ใครคนใดคนหนึ่ง แต่หลัก ๆ จะให้ครูที่ปรึกษายุวเกษตรกรเป็นคนจัดการเพราะเป็นคนที่เข้าใจและรู้เรื่องมากที่สุด ครูท่านอื่น ๆ จะคอยช่วยหลังจากได้รับคำสั่งจากคณะผู้บริหารเท่านั้น และจะมีการกำหนดส่งงาน โดยในแต่ละช่วงของการจัดทำโครงการยุวเกษตรกรจะมีการประเมินจากหน่วยงานที่ได้รับโครงการของทางโรงเรียน และจะส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาประเมินโครงการว่าโรงเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตามที่เขียนมาจริงหรือไม่

การจัดการด้านการประสานงาน มีการประสานงานระหว่างหน่วยงานภายในและหน่วยงานภายนอก โดยคนประสานงานจะเป็นฝ่ายบุคคลของทางโรงเรียน และจะได้รับความร่วมมือและได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอกเป็นอย่างดี

การจัดการด้านการรายงานผลการปฏิบัติงาน มีการจดบันทึกการทำกิจกรรมทุกครั้ง ทั้งนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการและครูที่ปรึกษายุวเกษตรกร เพื่อรวบรวมและนำไปเป็นแนวทางให้กับการจัดทำโครงการยุวเกษตรกรในรุ่นต่อ ๆ ไป และส่งให้กับคณะผู้บริหาร

การจัดการด้านงบประมาณ เมื่อได้รับงบประมาณมาแล้ว จะมีการพิจารณาก่อนว่ากิจกรรมใดควรใช้งบประมาณเท่าใด เพราะบางกิจกรรมจะใช้งบมากกว่า เช่น เลี้ยงไก่จะใช้งบประมาณมากกว่าปลูกพืช เป็นต้น และมีการจัดทำบัญชีรายรับ รายจ่าย เพื่อป้องกันความผิดพลาดและจะได้รู้ว่าเมื่อเราลงทุนไปแล้ว เราได้กำไรหรือขาดทุน เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติจริงให้กับนักเรียนได้

Table 1 Opinion of administrators, teachers, students and parents on factors affecting the success of agricultural activities of the Young Farmer Project

Factors affecting the success of agricultural activities	Level of opinion					μ σ^2	Interpreted result
	Very High (%)	High (%)	Moderate (%)	Low (%)	Very Low (%)		
1. Administrators (n = 5)							
Agricultural activities of the Young Farmer Group are in line with the mission, vision and goals of Santisuk School's education management.	2 (40.0)	3 (60.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.40 (0.548)	High
There are agricultural extension office taking part in the implementation of the project, such as providing a training for students and providing plant and animal species.	2 (40.0)	3 (60.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.40 (0.548)	High
Prior to the implementation of agricultural activities, the administrators had a meeting to discuss and collaboratively plan for the implementation of the activities. The meeting consisted of the administrators, the school committee, teachers, parents, students and the student committee.	1 (20.0)	3 (60.0)	1 (20.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.00 (0.707)	High

Table 1 (continued).

Factors affecting the success of agricultural activities	Level of opinion					μ σ^2	Interpreted result
	Very High (%)	High (%)	Moderate (%)	Low (%)	Very Low (%)		
2. Teacher (n = 1)							
Agricultural activities of the Young Farmer Program in the school are suitable for the area and climate.	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	-	Very High
There are agricultural extension officials taking part in the implementation of the project, such as providing a training for students and providing plant and animal species.	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	-	Very High
Teachers and students are involved in a selection of agricultural activities.	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	-	Very High
3. Students (n = 40)							
Students gain equal knowledge of agricultural understanding, techniques, and skills.	22 (55.0)	14 (35.0)	4 (10.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.45 (0.677)	High
Knowledge acquired in participating in the Young Farmer Project can be generally applied by students.	21 (52.5)	14 (35.0)	5 (12.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.40 (0.709)	High
There are teachers responsible for providing necessary advice, support, and help with problems.	18 (45.0)	18 (45.0)	4 (10.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.35 (0.662)	High
4. Parents (n = 40)							
Students develop relevant professional skills, are able to grow crops, raise animals and use agricultural equipment in a proper manner.	14 (35.0)	22 (55.0)	4 (10.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.25 (0.630)	High

Table 1 (continued).

Factors affecting the success of agricultural activities	Level of opinion					μ σ^2	Interpreted result
	Very High (%)	High (%)	Moderate (%)	Low (%)	Very Low (%)		
The school has sufficient number of personnel to carry out agricultural activities.	15 (37.5)	19 (47.5)	6 (15.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.23 (0.698)	High
Schools and parents are continually in contact with agricultural activities such as participating in planning activities and student performance appraisals.	16 (40.0)	15 (37.5)	9 (22.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.18 (0.781)	High

เมื่อศึกษาข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบสัมภาษณ์ให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นตามมาตรวัดแบบ Likert Scale (กุณฑลี, 2551) และใช้เกณฑ์การแปลผลจากค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับ	ค่าเฉลี่ย
มากที่สุด	4.50–5.00
มาก	3.50–4.49
ปานกลาง	2.50–3.49
น้อย	1.50–2.49
น้อยที่สุด	1.00–1.49

พบว่าผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ได้แสดงความคิดเห็นตามตารางที่ 1 ดังนี้ จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารสถานศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกร พบว่า ปัจจัยที่คณะผู้บริหารมีความเห็นว่ามีผลต่อความสำเร็จอยู่ในระดับมาก ได้แก่ กิจกรรมด้านการเกษตรของกลุ่มยุวเกษตรกรสอดคล้องกับพันธกิจ วิสัยทัศน์ เป้าหมายในการจัดการศึกษาของโรงเรียนสันติสุข (μ = 4.40) มีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการ เช่น อบรมให้ความรู้แก่นักเรียน จัดหาพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ (μ = 4.40) และก่อนการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตรทางฝ่ายบริหารได้ประชุมปรึกษาหารือและวางแผนร่วมกันในการดำเนินกิจกรรมซึ่งประกอบด้วยคณะผู้บริหารคณะกรรมการสถานศึกษาครูผู้รับผิดชอบผู้ปกครองนักเรียนและคณะกรรมการนักเรียน (μ = 4.00)

ในด้านความคิดเห็นของครูต่อปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกร พบว่า ปัจจัยที่ครูมีความเห็นว่ามีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตรในระดับมากที่สุด ได้แก่ การดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกรในโรงเรียนมีความเหมาะสมกับพื้นที่และสภาพภูมิอากาศ มีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการ เช่น อบรมให้

ความรู้แก่นักเรียน จัดหาพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ ครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกกิจกรรมด้านการเกษตร และมีการกำกับติดตามการทำงานของนักเรียน ทั้งระหว่างและหลังปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง

สำหรับความคิดเห็นของผู้ปกครองต่อปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกร พบว่า ปัจจัยที่ผู้ปกครองมีความเห็นว่ามีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตร ในระดับมาก ได้แก่ นักเรียนเกิดทักษะในการประกอบอาชีพ สามารถปลูกพืชเลี้ยงสัตว์และการใช้อุปกรณ์ด้านการเกษตรได้เป็นอย่างดี (μ = 4.25) โรงเรียนมีบุคลากรที่เพียงพอในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตร (μ = 4.23) และปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในระดับมากคือโรงเรียนและผู้ปกครองมีการติดต่อประสานงานในการปฏิบัติกิจกรรมด้านการเกษตรอย่างต่อเนื่องเช่นการเชิญร่วมวางแผนการจัดกิจกรรมการประเมินผลงานนักเรียน (μ = 4.18)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกรนั้น มาจากความพร้อมจากทุกฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นทางโรงเรียนให้การสนับสนุนกับโครงการเป็นอย่างดีและสามารถเอื้ออำนวยในทุกด้าน ทั้งทางด้านบุคลากร งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ พื้นที่ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม มีการช่วยเหลือและสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก เช่น สำนักงานเกษตรจังหวัด สำนักงานเกษตรอำเภอ เทศบาลตำบลดอยหล่อ เป็นต้น สอดคล้องกับ ณภัทร (2555) พบว่า สมาชิกยุวเกษตรกรส่วนมากให้ความคิดเห็นต่อการได้รับการสนับสนุนจากทางโรงเรียนในระดับดีมาก โดยเฉพาะการสนับสนุนด้านความรู้แก่กลุ่ม การสนับสนุนด้านการเงิน เช่นเดียวกับ ดุจเดี่ยว (2536) กล่าวว่า การที่กลุ่มยุวเกษตรกรจะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้น การสนับสนุนจากที่ปรึกษาภายในท้องถิ่นก็มีผลมากเพราะที่ปรึกษาจะให้ความช่วยเหลือทางด้านปัจจัยการผลิตและปัจจัยอื่นๆ รวมทั้งคำแนะนำในการทำโครงการ ซึ่งรวมทั้งการสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรด้วย กลุ่มที่ประสบความสำเร็จนั้นเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรให้ความร่วมมือสนับสนุน พร้อมกับที่ปรึกษายุวเกษตรกรประจำท้องถิ่นด้วย นอกจากนี้ยังได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครองให้นักเรียนเข้าร่วมโครงการยุวเกษตรกรเป็นอย่างดี เนื่องจากผู้ปกครองนักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อโครงการและมองเห็นถึงประโยชน์ที่บุตรหลานจะได้รับ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาเป็นอาชีพให้กับตนเอง ครอบครัว และชุมชนได้ สามารถสร้างงานสร้างรายได้ ให้กับครอบครัวได้ สอดคล้องกับดุจเดี่ยว (2536) กล่าวว่า กลุ่มยุวเกษตรกรจะประสบความสำเร็จได้นั้นจะต้องได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครองและผู้ปกครองจะต้องให้ความสำคัญของกลุ่มยุวเกษตรกรในทุกๆเรื่อง ในอันดับแรกผู้ปกครองต้องอนุญาตบุตรหลานให้สมัครเป็นสมาชิกยุวเกษตรกรนั้นเอง ส่วนตัวนักเรียนเองสามารถสมัครใจเข้าร่วมโครงการฯ ได้ด้วยตนเองและเลือกทำกิจกรรมตามที่ตนเองถนัด สามารถเสนอกิจกรรมเพิ่มเติมตามความสนใจ มีส่วนร่วมในการดำเนินงานของแต่ละกิจกรรม และตัวนักเรียนเองเป็นผู้ดำเนินกิจกรรม จะมีครูที่ปรึกษาคอยให้คำปรึกษาและดูแลตลอดการทำกิจกรรมนั้นๆ สอดคล้องกับดุจเดี่ยว (2536) กล่าวว่า การมีส่วนร่วมในงานกลุ่มของสมาชิกกลุ่มยุวเกษตรกร การมีส่วนร่วมเป็นปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนและกระตุ้นให้ว่าเกษตรกรให้ความสนใจและร่วมมือในโครงการรวมของกลุ่มทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จ เช่นเดียวกับ ถวิล (2526) กล่าวว่ากลุ่มใดจะดำเนินงานไปได้ด้วยดีและมีความก้าวหน้า สมาชิกในกลุ่มต้องให้ความร่วมมือกันเป็นอย่างดี

สรุป

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกรโรงเรียนสันติสุข อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้ คณะผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้รับผิดชอบโครงการยุวเกษตรกร นักเรียนและผู้ปกครอง ในภาพรวมเห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกรโรงเรียนสันติสุข คือ กิจกรรมด้านการเกษตรของกลุ่มยุวเกษตรกรสอดคล้องกับพันธกิจ วิสัยทัศน์ เป้าหมายในการจัดการศึกษาของโรงเรียนสันติสุข มีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการ เช่น อบรมให้ความรู้แก่นักเรียน จัดหาพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ ก่อนการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตรทางฝ่ายบริหารได้ประชุมปรึกษาหารือและวางแผนร่วมกันในการดำเนินกิจกรรมซึ่งประกอบด้วยคณะผู้บริหารคณะกรรมการสถานศึกษาครูผู้รับผิดชอบผู้ปกครองนักเรียนและคณะกรรมการนักเรียน มีการสนับสนุนบุคลากร งบประมาณ เครื่องมือ วัสดุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนความร่วมมือจากหน่วยงานภายนอก โรงเรียนมีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการดำเนินกิจกรรม มีการจัดอบรมบุคลากรด้านการเกษตรอย่างสม่ำเสมอ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรมด้านการเกษตร ทั้งในเวลาและนอกเวลาเรียนและมีการจัดทำบัญชี รายรับ รายจ่าย ของโครงการยุวเกษตรกร นอกจากนี้ผู้ปกครองให้การสนับสนุนยุวเกษตรกรในการทำกิจกรรมด้านการเกษตรและมองเห็นถึงประโยชน์ที่ลูกหลานได้รับ และโรงเรียนมีบุคลากรเพียงพอในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตร พร้อมให้คำแนะนำแก่นักเรียนได้ทุกเมื่อ

จากผลการศึกษาผู้ศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) ควรมีการส่งเสริมการดำเนินงานของกลุ่มยุวเกษตรกรในกิจกรรมที่สามารถให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เพื่อทำให้เกิดแรงจูงใจในการทำกิจกรรม และเพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้กับกลุ่มยุวเกษตรกรในโรงเรียน 2) โรงเรียนควรรักษาความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ปกครองและชักชวนให้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานของกลุ่มยุวเกษตรกร หรือเชิญผู้ปกครองที่มีความเชี่ยวชาญในด้านต่างๆ เข้ามาเป็นวิทยากรร่วม เพื่อเป็นการสร้างความสามัคคีและความเข้าใจอันดี ระหว่างผู้ปกครองและสมาชิกยุวเกษตรกร 3) ควรเพิ่มจำนวนครูที่ปรึกษายุวเกษตรกรให้มีจำนวนมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู นักเรียนและผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนสันติสุข อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ที่สนับสนุนข้อมูลและช่วยประสานงานในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. ยุวเกษตรกร. คู่มือการดำเนินงานกลุ่มยุวเกษตรกร. สำนักพัฒนาเกษตรกร. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2561. ยุวเกษตรกร. คู่มือการดำเนินงานกลุ่มยุวเกษตรกร. สำนักพัฒนาเกษตรกร. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

กุณฑลี รื่นรมย์. 2551. การวิจัยการตลาด. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

ดุจเดี่ยว วงศ์ภักดิ์. 2563. ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของกลุ่มยุวเกษตรกรในจังหวัดปราจีนบุรี วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณภัทร ก๋านนท์. 2555. การมีส่วนร่วมในการดำเนินงานของสมาชิกกลุ่มยุวเกษตรกรในโรงเรียนกรณีศึกษากลุ่มยุวเกษตรกรโรงเรียนบ้านบุ่งคล้า ตำบลบุ่งคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ถวิล ธาราโภชน์. 2526. จิตวิทยาสังคม, พิมพ์ครั้งที่ 3. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

โรงเรียนสันติสุข อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่. 2561. ประวัติโรงเรียน. http://www.santisuk.ac.th/information_school.php, 9 พฤษภาคม 2562.

สัญจนา สิงห์ใจ. 2559. ความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตรของโครงการยุวเกษตรกรในโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สราวุฒิ ช่างถม. 2543. ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของกลุ่มยุวเกษตรกรในจังหวัดร้อยเอ็ด วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่. 2561. ยุวเกษตรกร. http://www.chiangmai.doae.go.th/, 21 พฤษภาคม 2562.

Gulick, L., Urwick, L. 1973. The Science of Administration. Columbia University. New York, USA.

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้

The substitution of wheat flour with Hom Bai Toei brown rice flour on the characteristics of cookies

รุ่งทิพย์ รัตนพล*, วัลลภา กองชิด, น้ำฝน ชูพูล

Rungtip Rattanapon*, Wanlapa Kongchid, Namfon Chupool

หลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา 90000

Food and Nutrition Programme, Department of Home Economics, Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla 90000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: rungtip.r@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้อง โดยการทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยในปริมาณร้อยละ 0, 25, 35, 45, 55 และ 65 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี พบว่า ปริมาณแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสี: L*, a* และ b* ลดลง ($p < 0.05$) ในขณะที่ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของคุกกี้ที่ทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยทั้ง 5 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) นอกจากนี้ คุกกี้สูตรทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยทุกระดับ มีพลังงานและคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และเถ้า สูงกว่าสูตรควบคุม (แป้งสาลี ร้อยละ 100) ด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าคุกกี้จากแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยร้อยละ 35 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี มีคะแนนการความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.57, 7.63, 8.07, 8.00 และ 8.13 คะแนน ตามลำดับ จากการทดสอบผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 95 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้อง สูตรที่ใช้แป้งข้าวกล้องหอมใบเตยร้อยละ 35

คำสำคัญ: ข้าวหอมใบเตย, คุกกี้, แป้งข้าวกล้อง

Abstract

This research aimed to investigate the effect of wheat flour substitution with Hom Bai Toei brown rice flour on the development of brown rice cookies. The substitution of Hom Bai Toei brown rice flour at the level of 0, 25, 35, 45, 55 and 65% by weight of wheat flour was carried out. The result was found that the increasing of Hom Bai Toei brown rice flour decreased color values as L*, a* and b* ($p < 0.05$). Whereas the water activity (a_w) was no significant difference among five levels of Hom Bai Toei brown rice flour ($p \geq 0.05$). The energy and nutritional values of Hom Bai Toei brown rice cookies including protein, fat, crude fiber and ash were higher than the control formula (100% wheat flour). The brown rice cookies using 35% Hom Bai Toei brown rice flour had the highest acceptance score in terms of color, odor, taste, texture and overall liking. There were 7.57, 7.63, 8.07, 8.00 and 8.13, respectively. The result of consumers test ($n = 100$) showed that 95% of consumers were accepted the brown rice cookies using 35% Hom Bai Toei brown rice.

Keywords: brown rice flour, cookies, Hom Bai Toei rice

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นธัญพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นแหล่งสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้ข้าวสำหรับการบริโภคในรูปแบบข้าวสวยและผลิตภัณฑ์จากข้าว เช่น การนำแป้งไปใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ขนมขบเคี้ยว และผลิตภัณฑ์ขนมไทยอื่นๆ เป็นต้น ขณะที่ปัจจุบันกระแสการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ผู้บริโภคมีการบริโภคข้าวในรูปแบบของข้าวกล้องเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้าวกล้องอุดมไปด้วยสารอาหารชนิดต่าง ๆ ที่สูงกว่าข้าวขัดขาว เช่นข้าวกล้องมีโปรตีนร้อยละ 7.6 วิตามินบีหนึ่ง 0.34 มิลลิกรัม ในขณะที่ข้าวขัดขาวมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.4 และวิตามินบีหนึ่ง 0.07 มิลลิกรัม เป็นต้น (สุดารัตน์, 2553) จึงมีการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากข้าวกล้องเพื่อเป็นอาหารเพื่อสุขภาพอย่างแพร่หลาย

ข้าวหอมใบเตย เป็นพันธุ์ข้าวที่มีการส่งเสริมให้มีการปลูกในพื้นที่จังหวัดพัทลุง และกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน มีผลผลิตเฉลี่ย 517 กิโลกรัมต่อไร่ จัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลส ร้อยละ 18.1 มีความคงตัวของแป้งสุกอยู่ในระดับอ่อน อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ข้าวมีกลิ่นหอมใบเตย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ โปรตีน ร้อยละ10.71 ไขมัน ร้อยละ 2.89 ใยอาหาร ร้อยละ 0.32 และเถ้า ร้อยละ 1.51 นอกจากนี้ข้าวมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มหลังจากการหุง (หทัยรัตน์, 2560)

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบร่วน รสหวาน มีรูปร่างแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของคุกกี้ ส่วนประกอบหลักของคุกกี้ ได้แก่ แป้งสาลี น้ำตาล เนย และส่วนผสมอื่นๆ (จิตธนา และอรอนงค์, 2539) ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์กลุ่มขนมอบส่วนใหญ่จะใช้แป้งสาลี ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ และมีกลูเตนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอาการแพ้ในผู้บริโภคบางกลุ่ม ส่งผลให้มีการนำแป้งข้าวมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ วิจัยนี้จึงทำการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวกล้องหอมใบเตยในการพัฒนาคุกกี้ข้าวกล้อง โดยการหาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยเพื่อทดแทนแป้งสาลี และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่ได้ รวมทั้งทำการทดสอบผู้บริโภค เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวกล้องหอมใบเตย และเป็นการช่วยเพิ่มทางเลือกผลิตภัณฑ์อาหารให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแป้งข้าวกล้องหอมใบเตย

การเตรียมแป้งข้าวกล้องหอมใบเตย ดัดแปลงจากวิธีการของ นรินทร์ (2561) โดยนำข้าวกล้องหอมใบเตยจากกลุ่มเกษตรกรอำเภอปากพะยูน จังหวัดพัทลุง ที่เก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 ปั่นข้าวให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช แล้วนำส่วนกากหยาบปั่นอีกครั้ง และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช จนได้แป้งข้าวกล้องหอมใบเตยที่มีเนื้อละเอียด

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของคุกกี้

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของคุกกี้จาก 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (นภัสรพี และสวามินี, 2559) สูตรที่ 2 (ปริทัศน์, 2560) และสูตรที่ 3 (จินตนา, 2562) ซึ่งมีส่วนผสม แสดงดัง Table 1 นำคุกกี้มาประเมินความชอบทาง

ประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ จำนวน 30 คน คุกกี้สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด จะถูกคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐาน เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

Table 1 The ingredients of cookies for 3 basic formulas

Ingredients	Amount (%)		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
All-purpose wheat flour	38.46	-	-
Wheat flour (red lotus special flour)	-	36.59	37.17
Sugar	-	18.29	-
Icing sugar	19.23	-	21.07
Salted butter	-	31.71	-
Unsalted Butter	32.05	-	16.11
Margarine	-	-	11.15
Whole egg	6.41	12.20	9.29
Vanilla extract	0.38	0.73	0.37
Baking powder	0.26	0.49	-
Baking soda	-	-	0.25
Milk powder	3.21	-	-
Milk	-	-	4.46
Salt	-	-	0.12

Source: Formula 1 (Napatrapee and Sawaminee, 2559), Formula 2 (Paritat, 2560) and Formula 3 (Jintana, 2562)

การหาปริมาณแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์คุกกี้

จากสูตรคุกกี้พื้นฐานที่คัดเลือกได้ ทำการศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยที่ต่างกัน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 25, 35, 45, 55 และ 65 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี จากนั้นประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ จำนวน 30 คน คัดเลือกสูตรคุกกี้ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงที่สุด

การวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้

วิเคราะห์คุณลักษณะของคุกกี้ ได้แก่ ค่าสี โดยเครื่องวัดค่าสี (Color Flex EZ) รุ่น Hunter Lab และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ตามวิธี A.O.A.C. (1999) คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย

คาร์โบไฮเดรต ตามวิธี A.O.A.C. (1999) วิเคราะห์ค่าพลังงานด้วยวิธีการคำนวณตาม Equation 1 และประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ จำนวน 30 คน

$$\text{Energy (kcal/100 g)} = (4 \times \text{protein (g)}) + (4 \times \text{carbohydrate (g)}) + (9 \times \text{fat (g)}) \quad (1)$$

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวกล้องที่ได้จากการพัฒนาข้าง ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในระดับห้องปฏิบัติการสูงที่สุด สุ่มตัวอย่างผู้บริโภคทั่วไปที่มีอายุอยู่ในช่วง 18–50 ปี โดยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ จำนวน 100 คน (วศินี, 2558) และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic scale)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของคุกกี้ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (นภัสรพี และสวามินี, 2559) สูตรที่ 2 (ปริทัศน์, 2560) และสูตรที่ 3 (จินตนา, 2562) โดยประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า คุกกี้สูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($p < 0.05$) แสดงดัง Table 2 ทั้งนี้สูตรที่ 2 มีส่วนผสมที่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 3 คือ เนยเค็ม และน้ำตาลทราย ซึ่งอาจส่งผลต่อรสชาติของคุกกี้ที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากกว่าสูตรอื่น ดังนั้นจึงคัดเลือกคุกกี้สูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์คุกกี้ต่อไป

Table 2 The sensory score of cookies in basic formulas

Formula	Sensory score				
	color	odor	taste	texture	overall
1	6.80±1.32^{b}	7.00±1.29^{b}	6.63±1.22^{b}	7.03±1.03^{b}	6.97±1.13^{b}
2	7.63±1.00^{a}	7.70±0.99^{a}	7.67±1.15^{a}	7.70±1.19^{a}	8.03±0.93^{a}
3	7.53±1.14^{a}	7.36±0.96^{ab}	7.27±1.28^{a}	7.37±0.96^{ab}	7.57±0.90^{a}

Each value was expressed as the mean ± standard deviation ($n = 3$). a-b; different superscripts in the same column indicated significant differences ($p < 0.05$).

จากการศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้อง โดยการทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยในปริมาณร้อยละ 0, 25, 35, 45, 55 และ 65 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของคุกกี้สูตรควบคุม (แป้งสาลี ร้อยละ 100) มีค่าสูงที่สุด และมีค่า L* ลดลง เมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะแป้งสาลีมีสีขาว ในขณะที่แป้งข้าวกล้อง

หอมใบเตยมีสีน้ำตาลอ่อน ส่งผลให้คุกกี้จากแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยมีสีที่เข้มกว่าคุกกี้สูตรควบคุมที่ไม่มีแป้งข้าวกล้อง

Table 3 The color values (L*, a*, b*) of cookies substituted with the different levels of Hom Bai Toei brown rice flour

The ration of wheat flour : Hom Bai Toei brown rice flour	Color values		
	L*	a*	b*
100:0 (control)	69.70±0.25[a]	8.58±0.51[a]	35.04±0.22[a]
75:25	65.03±0.57[b]	7.70±0.65[b]	31.57±0.81[b]
65:35	63.60±1.32[c]	7.56±0.63[b]	31.54±0.70[b]
55:45	62.41±1.00[c]	6.64±0.32[c]	28.92±0.67[c]
45:55	62.30±1.07[c]	6.51±0.28[c]	28.87±0.63[c]
35:65	62.13±1.51[c]	6.55±0.38[c]	28.72±1.21[c]

Each value was expressed as the mean ± standard deviation (n = 3). a-c; Different superscripts in the same column indicated significant differences (p< 0.05).

คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์คุกกี้ทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยทั้ง 6 ระดับ แสดงดัง Table 4 พบว่า การเติมแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยทดแทนแป้งสาลี ทำให้ปริมาณเถ้า ใยอาหาร โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตของคุกกี้ที่ได้สูงกว่าสูตรควบคุม (แป้งสาลี ร้อยละ 100) (p < 0.05) ทั้งนี้แป้งข้าวกล้องผ่านกระบวนการขัดสีบางส่วน ทำให้มีปริมาณสารอาหารบางชนิดที่สูงกว่าแป้งสาลี สอดคล้องกับการรายงานวิจัยของหทัยรัตน์ (2560) พบว่า ข้าวกล้องหอมใบเตยมีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 10 ไขมัน ร้อยละ 2.89 อะไมโลส ร้อยละ 19.75 และใยอาหาร ร้อยละ 0.32 ในขณะที่แป้งสาลีมีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 12.6 ไขมัน ร้อยละ 2.0 และใยอาหาร ร้อยละ 0.18 (Kuma et al., 2011)

Table 4 The nutritional values of cookies substituted with the different levels of Hom Bai Toei brown rice flour

Nutritional values (%wb)	The ration of wheat flour : Hom Bai Toei brown rice flour					
	100:0 (control)	75:25	65:35	55:45	45:55	35:65
Moisture	3.52±0.01[a]	2.27±0.05[b]	2.26±0.02[b]	2.29±0.02[b]	2.32±0.03[b]	2.31±0.03[b]
Ash	1.22±0.01[e]	1.35±0.03[d]	1.44±0.04[c]	1.51±0.04[b]	1.55±0.05[ab]	1.59±0.03[a]
Crude fiber	0.84±0.06[d]	1.36±0.05[c]	1.46±0.08[b]	1.49±0.04[b]	1.54±0.05[ab]	1.60±0.02[a]
protein	3.15±0.09[d]	3.65±0.03[bc]	3.73±0.09[bc]	3.77±0.04[ab]	3.82±0.07[ab]	3.86±0.01[a]
Crude fat	7.19±0.06[f]	7.25±0.04[e]	7.36±0.01[d]	7.46±0.02[c]	7.53±0.03[b]	7.62±0.01[a]
Carbohydrate	84.92±0.08[cd]	85.48±0.01[a]	85.21±0.14[b]	84.96±0.02[c]	84.78±0.16[de]	84.63±0.01[de]
Energy (kcal)	417.02±0.46[c]	421.77±0.31[b]	422.00±0.29[ab]	422.10±0.16[ab]	422.17±0.18[ab]	422.51±0.07[ab]

Each value was expressed as the mean ± standard deviation (n=3). [a-c]Different superscripts in the same row indicated significant differences ($p < 0.05$).

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบมีต่อคุกกี้สูตรทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยระดับต่างๆ แสดงดัง Table 5 พบว่า คะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของคุกกี้ทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตย ร้อยละ 35 มีคะแนนสูงที่สุด ($p < 0.05$) และเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยเพิ่มขึ้น (มากกว่าร้อยละ 35) ส่งผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีที่ลดลง เมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยเพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยมีสีน้ำตาลอ่อน จึงส่งผลให้คุกกี้มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ซึ่งผลการประเมินสอดคล้องกับค่าสีของคุกกี้ โดยมีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง เมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวกล้องหอมใบเตย ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นของคุกกี้ทั้ง 6 สูตรการทดลอง ($p \geq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าระดับการทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยในผลิตภัณฑ์คุกกี้มีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส นอกจากนี้การทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตย ร้อยละ 35 เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ

Table 5 The sensory score of cookies with the different levels of Hom Bai Toei brown rice flour

The ration of wheat flour: Hom Bai Toei brown rice flour	Sensory acceptance score				
	color	odor	taste	texture	overall
100:0 (control)	7.30±0.75^{ab}	7.60±0.81^{a}	7.60±0.72^{ab}	7.50±0.90^{ab}	7.57±0.67^{b}
75:25	7.17±0.65^{ab}	7.60±0.77^{a}	7.67±0.61^{ab}	7.53±0.68^{ab}	7.67±0.61^{b}
65:35	7.57±0.82^{a}	7.63±0.81^{a}	8.07±0.94^{a}	8.00±1.02^{a}	8.13±1.01^{a}
55:45	6.93±1.39^{b}	7.30±0.95^{a}	7.23±1.14^{bc}	7.07±0.94^{bc}	7.20±1.00^{bc}
45:55	6.90±0.90^{b}	7.31±0.54^{a}	7.07±1.16^{c}	6.69±1.00^{c}	6.80±0.89^{c}
35:65	6.83±1.21^{b}	7.37±1.07^{a}	6.93±1.07^{c}	6.60±1.04^{c}	6.73±1.17^{c}

Each value was expressed as the mean ± standard deviation ($n = 3$). a-c; different superscripts in the same column indicated significant differences ($p < 0.05$).

ผลการศึกษายอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้องที่ใช้แป้งข้าวกล้องหอมใบเตย ร้อยละ 35 ที่ได้จากการพัฒนา แสดงดัง Table 6 พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่ทดสอบผลิตภัณฑ์จำนวน 100 คน แบ่งเป็นเพศหญิง ร้อยละ 54 และเพศชาย ร้อยละ 56 ส่วนใหญ่มีอายุ 20–30 ปี คิดเป็นร้อยละ 41 รองลงมาคือช่วงอายุ 31–40 ปี ร้อยละ 27 และอายุ 41 ปีขึ้นไป ร้อยละ 26 ตามลำดับ ด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 95) ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวกล้องหอมใบเตย โดยมีคะแนนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 7.27, 7.56, 7.74, 7.28 และ 7.68 ตามลำดับ

นอกจากนี้มีการตัดสินใจซื้อ คิดเป็นร้อยละ 95 ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบ เหตุผลที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวกล้องหอมใบเตย ร้อยละ 43.2 ระบุว่าเนื่องจากรสชาติอร่อย รองลงมา คือ ร้อยละ 25.3 ระบุว่าดีต่อสุขภาพ

Table 6 The consumer test of Hom Bai Toei brown rice cookies

General information	Amount (%)
Gender	
Male	46
Female	54
Age	
Less than 20 years	6
20–30 years	41
31–40 years	27
More than 40 years	26
Purchase decision	
Buy	95
Don't buy	5
The reason for purchase the product	
Good taste	43.2
Good for health	25.3
High nutritional value	15.8
Others	15.7
The acceptance	
Like	95
Dislike	5
The average acceptance score	
Color	7.27
Odor	7.56
Taste	7.74
Texture	7.28
Overall	7.68

The number of consumers was 100 persons (n = 100).

สรุป

การศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้อง พบว่า ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยร้อยละ 35 ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้องมีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.57, 7.63, 8.07, 8.00 และ 8.13 คะแนน ตามลำดับ และมีค่าสี ได้แก่ ค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 63.60, 7.56 และ 34.54 นอกจากนี้คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวกล้อง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และใยอาหาร มีปริมาณ

สูงกว่าคุกกี้สูตรควบคุม และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 95) ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยร้อยละ 35 เนื่องจากมีรสชาติอร่อย (ร้อยละ 43.2) และดีต่อสุขภาพ (ร้อยละ 25.3) และมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.27, 7.56, 7.74, 7.28 และ 7.68 ตามลำดับ จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสามารถนำแป้งข้าวกล้องหอมใบเตยทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้ และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภทอื่นที่ต้องการทดแทนปริมาณแป้งสาลี รวมถึงเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวหอมใบเตย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ และผู้ทรงคุณวุฒิในหลักสูตรอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำหรับคำแนะนำเพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณนักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แจ่มเมฆ, อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จินตนา เจริญเนตรกุล. 2562. ขนมอบ. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ, คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, สงขลา.

นภัสรพี เหลืองสกุล, สวามินี นวลแขกุล. 2559. Cooking bible bakery, พิมพ์ครั้งที่ 1. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

นรินทร์ เจริญพันธ์. 2018. การผลิตเค้กลูกชุบจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 27: 915–923.

ปริทัศน์ มีชัย. 2560. นับ 1 ถึง 10 รวยจากร้านเบเกอรี่. Book Maker, กรุงเทพฯ.

วศินี ศุภพิมล. 2558. การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อไส้ขนมลูกชิดจากเศษเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตลูกชิดเชื่อม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน. 2553. ผลของชนิดความเข้มข้นและขั้นตอนการใช้สมุนไพรต่อสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องงอก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

หทัยรัตน์ ทองปันจา. 2560. คุณภาพของข้าวหอมใบเตยและผลิตภัณฑ์ข้าวพร้อมบริโภคระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

A.O.A.C. 1999. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 15th ed., The Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.

Kumar, P., Yadaval, P.K., Gollen1, B., Kumar1, S., Verma, R.K., Yadav, S. 2011. Nutritional contents and medicinal properties of wheat: A review. Life. Sci. Med. Res. 22: 1–10.

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูป

Study of the optimum processing condition for ready-to-cook mung bean powder

น้ำฝน ชูพูล*, สุดารัตน์ ศรีวิลัย, อาจารีย์ บุญสนอง, ไอลดา ลุทัน

Namfon Chupool*, Sudarat Sirwilai, Ajaree Boonsanong, Ilada Luthan

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา 90000

Department of Food and Nutrition, Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla 90000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail: namfon.ch@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะการอบแห้งถั่วทองที่แตกต่างกัน 4 สภาวะ ด้วยการนำถั่วทองมาแช่น้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง (A) และนำมาลวกน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ตามด้วยการแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง (B) อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 นาน 8 ชั่วโมง (1) และ 60 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง (2) ผลการทดลอง พบว่า ผงถั่วทองสูตร A2 มีค่าความสว่าง (L*) สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ($p < 0.05$) เท่ากับ 79.96 ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 2.75 และ 3.92 ตามลำดับ ทั้ง 4 สภาวะการทดลองมีปริมาณน้ำอิสระ ความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อนำผงถั่วทองมาทำขนมถั่วกวน ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) กับผู้ทดสอบชิมในระดับห้องปฏิบัติการ 30 คน พบว่า ขนมถั่วกวนที่ทำจากผงถั่วทองสูตร A2 ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยรวม เท่ากับ 8.00, 8.60, 7.8, 7.86 และ 8.53 คะแนน ตามลำดับ

คำสำคัญ: การอบแห้ง, ถั่วทอง, ผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูป

Abstract

The objective of this research was to study the optimum drying condition of mung beans with four different conditions. The mung beans were soaked in water at 25°C for 8 hours and dried with hot air oven at 50 and 60°C for 8 and 6 hours were formula A1 and A2, respectively. The mung beans were blanched in water temperature 100°C for 2 minutes to 2 hours soaking and dried with hot air oven at 50 and 60°C for 8 and 6 hours were formula B1 and B2, respectively. The results showed that the lightness (L*) of A2 had the highest value (79.96). Its redness (a*) and yellowness (b*) were 2.15 and 3.92 respectively. The water activity (A_w) and the moisture content were not significantly different ($p > 0.05$). The mung beans powder was cooked mung beans paste and a sensory evaluation using 9-point hedonic scale by 30 panelists was carried out. The results demonstrated that mung beans paste using formula A2 of mung beans powder had the highest scores in terms of colors, odor, taste, texture and overall liking, there were 8.00, 8.60, 7.8, 7.86, and 8.53, respectively.

Keywords: drying, mung beans, mung bean powder

คำนำ

ถั่วเมล็ดแห้งหรือ Legume เป็นแหล่งอาหารสำคัญของมนุษย์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการ มีปริมาณโปรตีนและเส้นใยอาหารสูง รวมทั้งมีคาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุและวิตามินที่มีประโยชน์ในการช่วยควบคุมและป้องกันโรค เช่น เบาหวาน หลอดเลือดหัวใจ มะเร็งลำไส้ และช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด เป็นต้น สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อบริโภคได้หลายชนิด เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สามารถเพาะปลูกและหาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ถั่วเมล็ดแห้งที่นิยมรับประทานมีหลายชนิด เช่น ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วเหลือง ถั่วดำ เป็นต้น

ถั่วเขียว หรือ mung bean (*Vigna radiate* L.) อยู่ในวงศ์ Leguminosae มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศอินเดีย จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนกับข้าวและพืชไร่ต่างๆ (สิริการ, 2559) ในเมล็ดถั่วเขียว 100 กรัม ประกอบไปด้วยปริมาณโปรตีนร้อยละ 10.60 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 25.60 ปริมาณไขมันร้อยละ 0.60 และแป้งร้อยละ 60.20 นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยแร่ธาตุหลายชนิด ได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม และเหล็ก ซึ่งมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 17 (Adsule, 1989) จะเห็นได้ว่าถั่วเขียวมีปริมาณแป้งเป็นองค์ประกอบสูง จึงเหมาะที่จะนำไปทำแป้งและนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหรือใช้ทำขนมหรือนำมากะเทาะเปลือกออกจนได้เมล็ดสีเหลืองสามารถทำอาหารหลายชนิด เช่น เต้าส่วน ขนมถั่วแปป ขนมเปี๊ยะ ถั่วกวน (ทิพาวรรณ์, 2556)

ถั่วกวนจัดเป็นขนมหวานของไทยที่นิยมบริโภคหรือจัดเสิร์ฟเป็นอาหารว่างเนื่องจากมีรสชาติดีรับประทานง่าย ส่วนประกอบสำหรับหรับการผลิตถั่วกวน ประกอบด้วย ถั่วเขียวเลาะเปลือก โดยการนำกะทิและน้ำตาลทรายมากวนในกระทะทองเหลืองจนกระทั่งมีความข้นและหอม จากนั้นนำไปวางทิ้งไว้ให้เย็น ถั่วกวนที่ได้มีความแน่นและสีเหลืองอ่อน พร้อมทั้งมีกลิ่นหอมของกะทิ (ทัศนีย์, 2532) ลักษณะถั่วกวนที่ดีควรมีเนื้อเนียนละเอียดเป็นมัน แต่ไม่ถึงกับมันเยิ้ม รสออกหวานมัน แต่ไม่หวานจัดจนเกินไป (ชนิษฎา, 2553) ถั่วกวนสามารถนำไปทำขนมอื่น ๆ ต่อได้อีก เช่น โมจิ เม็ดขนุน ลูกชุบ เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำไปใช้เป็นไส้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด ในการทำไส้ขนมที่ทำจากถั่วเขียวหรือถั่วเขียวเลาะเปลือกมีความยุ่งยากและต้องใช้เวลาในการเตรียมนาน ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น การกวนแต่ละครั้งเนื้อสัมผัส มีความนิ่ม แข็งไม่เท่ากัน เนื้อถั่วกวนไม่ละเอียด (อินทิรา, 2563) ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการนำถั่วเขียวเลาะเปลือกมาแปรรูปให้มีลักษณะผงกึ่งสำเร็จรูป เพื่อช่วยลดเวลาในการเตรียมขนมไทย สะดวกต่อการนำไปใช้งานและเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วเขียว สามารถผลิตเป็นสินค้าระดับอุตสาหกรรมได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การอบแห้งและเตรียมผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูป

นำถั่วทองมาล้างทำความสะอาดและนำไปแช่น้ำ/ลวกน้ำเดือดตามด้วยแช่น้ำ ดังตารางที่ 1 (Table 1) จากนั้นเมื่อทำการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Binder FED 53 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ตามที่อุณหภูมิกำหนด แล้วนำถั่วทองอบแห้งมาบดด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์ (Philips HR 2118 ประเทศจีน) นำผงถั่วทองแห้งมาร่อนด้วย

ตะแกรง ร่อนแป้ง จากนั้นบรรจุในถุงซิปล็อคและนำไปเก็บในโถดูดความชื้น เพื่อรอการวิเคราะห์และผลิตเป็นขนมถั่วกวน

Table 1 The different conditions for processing of instant mung bean powder

Conditions	Treatment		Drying conditions	
	Pre-treatment condition	Pre-treatment time	Temperature (°C)	Time (hr)
A1	Soaking 25°C	8	50	8
A2	Soaking 25°C	8	60	6
B1	Blanching 100°C	2 minutes soak 2 hr	50	8
B2	Blanching 100°C	2 minutes soak 2 hr	60	6

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูป

นำผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านการเตรียมและอบแห้งที่สภาวะแตกต่างกันมาทำการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น ดังนี้

1. ค่าสี ตามวิธี A.O.A.C. (1999) ด้วยเครื่องวัดสี (Color Flex EZ รุ่น Hunter Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา) ค่าที่วัด ได้แก่ ค่า L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง ค่าความสว่างสีดำ และ 100 หมายถึง วัตถุที่มีค่าความสว่างสีขาว) ค่า a* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง และ - หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) และค่า b* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีเหลืองและ - หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) โดยวัดสีของผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรการทดลอง

2. ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) ตามวิธี A.O.A.C. (1999) ด้วยเครื่องวัด (Aqua lab series 4TE ประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยชั่งตัวอย่างผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรการทดลอง ตัวอย่างละ 3 กรัม ทำการวัดปริมาณน้ำอิสระตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3. ปริมาณความชื้น (Hot air oven) ตามวิธี A.O.A.C. (1999) ด้วยตู้อบแบบลมร้อน (Binder FED 53 ประเทศสหรัฐอเมริกา)

การประยุกต์ใช้ผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปในการผลิตขนมถั่วกวน

1. การผลิตขนมถั่วกวน

นำผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปมาผลิตขนมถั่วกวน โดยมีส่วนผสมประกอบด้วย ผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูป (ร้อยละ 21) กะทิ (ร้อยละ 63) และน้ำตาลทราย (14) นำส่วนผสมทั้งหมดเทผสมให้เข้ากันในกระทะทองเหลือง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 - 65 องศาเซลเซียส กวนจนขนมถั่วกวนร่อนไม่ติดกระทะ ยกออกจากเตา พักไว้ให้เย็น (พิม, 2553)

2. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสถั่วกวนที่เตรียมจากผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรการทดลอง ด้วยการให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 ระดับ (9 - point hedonic scale) ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม โดยใช้สุ่มผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 30 คน กำหนดให้ คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด นำเสนอตัวอย่างผลิตภัณฑ์ถั่วกวน โดยกำกับด้วยเลขสุ่ม 3 หลัก (ศศิธร, 2555)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปใช้แผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized Design) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ RCBD (Randomized Complete Block Design) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 17 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สมบัติทางกายภาพและเคมีของผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปที่เตรียมจากสภาวะแตกต่างกัน

1) ค่าสี

ภาพที่ 1 (Fig. 1) แสดงลักษณะและสีของผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านสภาวะการเตรียมและอบแห้งแตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) พบว่า ความสว่างของทุกตัวอย่างอยู่ในช่วง (79.39 ถึง 79.96) ผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปที่แช่น้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงและอบแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (A2) มีค่าความสว่างมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (อัจฉรา, 2556) ในการศึกษาปัจจัยการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนแบบพา กล่าวว่า สภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะมีอัตราการอบแห้งต่ำกว่าสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงดังจะเห็นได้จากค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มมีค่าต่ำเมื่ออบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำ ขณะที่เมื่ออบแห้งด้วยอุณหภูมิอบแห้งสูง แนวโน้มค่าความสว่างมีค่าสูงที่อุณหภูมิอบแห้งใกล้เคียงกัน การเปลี่ยนแปลงระหว่างการอบแห้งถั่วทองเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลทั้งอาศัยเอนไซม์และไม่อาศัยเอนไซม์ เนื่องจากถั่วทองผลิตจากถั่วเขียวเลาะเปลือกที่อุดมไปด้วยโปรตีนจึงเกิดปฏิกิริยาระหว่างหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนในโปรตีนหรือในสายเปปไทด์ ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีอยู่ในถั่วเขียวโดยปฏิกิริยานี้มีพลังงานกระตุ้น (activation energy) ที่สูง ดังนั้นเมื่อให้ความร้อนปฏิกิริยานี้จึงเกิดขึ้นได้ดี (Whistler, 1997) สำหรับค่า a* บ่งบอกถึง ค่าความเข้มสี (เขียว-แดง) พบว่า ผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปในตัวอย่างผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปมีค่า a* อยู่ระหว่าง 2.48 ถึง 2.75 ส่วนค่า b* ความเข้ม (สีน้ำเงิน-เหลือง)ของผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูป มีค่าอยู่ในระหว่าง 32.90-32.92

ค่า a* และ b* ของตัวอย่าง A2 มีค่าสูงกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนตัวอย่าง A1 B1 และ B2 นั้น มีค่า L* a* และ b* ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

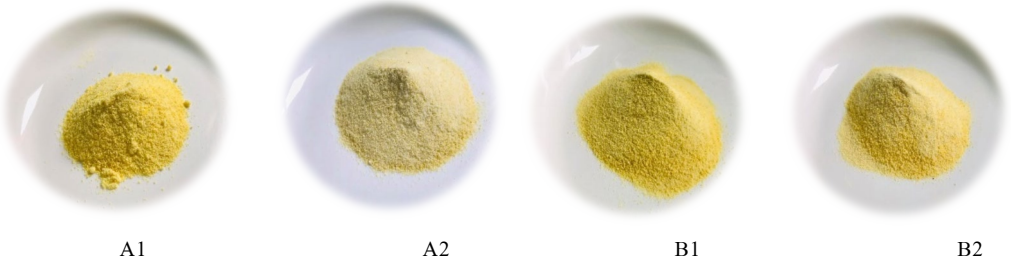


Fig. 1 Appearance of instant mung bean powder from different pre-treatments and drying conditions (as mention in Table 1)

2) ปริมาณน้ำอิสระ A_w และปริมาณความชื้น

ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้นของผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปที่ได้จากทั้ง 4 สภาวะ พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ผลดังแสดงใน Table 2 โดยปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.52–0.53 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง (มผช. 688, 2547) และปริมาณความชื้นมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 13.58–14.74

Table 2 Physical and chemical properties of instant mung bean powder preparing from the different processing conditions (as mention in Table 2)

Treatment	Color			a_w	Moisture content
	L*	a*	b*		(%)
A1	79.62 ±1.10^{b}	2.60 ± 0.39^{b}	32.91±4.55^{b}	0.53 ± 0.17^{ns}	14.74± 0.08^{ns}
A2	79.96 ±0.70^{a}	2.75± 0.34^{a}	32.92±4.58^{a}	0.52 ±0.05^{ns}	13.58± 0.14^{ns}
B1	79.39 ±0.54^{b}	2.48± 0.44^{b}	32.90±4.50^{b}	0.53 ±0.20^{ns}	13.84± 0.09^{ns}
B2	79.86 ±0.92^{b}	2.49± 0.45^{b}	32.90±4.57^{b}	0.52 ±0.20^{ns}	13.95±0.08^{ns}

a-b means within column with difference superscript are statistically difference ($p < 0.05$)

ns Non-significantly ($p \geq 0.05$)

2. การประยุกต์ใช้ผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปต่อคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสขนมถั่วกวน

จากการนำผงถั่วทองที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 4 สภาวะ มาผลิตเป็นขนมถั่วกวน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 30 คน ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่า ขนมถั่วกวนที่ทำจากผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปที่การแปรรูปโดยการแช่น้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงและอบแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (A2) ได้คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น

($p < 0.05$) เนื่องจากลักษณะขนมถั่วกวนมีเนื้อสัมผัสที่ดี เนื้อขนมมีความเนียนและละเอียดกว่าขนมถั่วกวนที่ทำจากผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปในตัวอย่างอื่น โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.00, 8.60, 7.86, 7.86 และ 8.53 ตามลำดับ ผลดังแสดงใน Table 3

Table 3 Sensory acceptance scores of mung-bean pastes

Formulations	Sensory attributes				
	Color	Odor	Taste	Texture	Overall liking
A1	6.86 ± 0.82^{b}	6.90 ± 1.18^{b}	7.00 ± 1.05^{b}	6.56 ± 1.04^{b}	7.20 ± 0.84^{b}
A2	8.00 ± 1.08^{a}	8.06 ± 1.08^{a}	7.86 ± 0.81^{a}	7.86 ± 1.07^{a}	8.53 ± 1.07^{a}
B1	6.96 ± 0.99^{b}	6.50 ± 0.93^{b}	6.83 ± 1.01^{b}	6.66 ± 0.99^{b}	7.10 ± 0.92^{b}
B2	6.86 ± 0.97^{b}	6.56 ± 0.77^{b}	6.80 ± 0.69^{b}	6.50 ± 0.77^{b}	7.16 ± 0.69^{b}

a - b means within column with difference superscript are statistically difference ($p < 0.05$)

ns Non-significantly ($p \geq 0.05$)

สรุป

การเตรียมถั่วทองในผลิตผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปด้วยการแช่น้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (A2) ส่งผลทำให้สีของผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปมีค่า L* สูงกว่าชุดการทดลองอื่น การเตรียมและการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนตัวอย่างผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สภาวะนั้น มีค่า A_w และปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน เมื่อนำผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปมาผลิตเป็นถั่วกวน พบว่า ขนมถั่วกวนจากผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูป A2 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงกว่าขนมถั่วกวนจากตัวอย่างอื่น และอยู่ในระดับความชอบมาก อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับการอบแห้งถั่วทองเพื่อแปรรูปเป็นผงถั่วทองกึ่งสำเร็จรูปให้เหมาะสมต่อการผลิตอาหารชนิดอื่นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ และผู้ทรงคุณวุฒิในหลักสูตรอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตสงขลา สำหรับคำแนะนำและข้อเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและขอขอบคุณนักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชนิษฎา วงศ์บาสก์. 2553. การพัฒนาอาหารว่างประเภทนึ่งจากแป้งข้าวเหนียวกล้องงอกไส้ถั่วกวนผสมสตรอเบอร์รี่กวน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ โรจนไพบูลย์. 2532. ตำรับขนมของไทย. บริษัท เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ทิพาวรรณ์ เฟื่องเรือง. 2556. การพัฒนาถั่วเขียวผงปรุงรสสำเร็จรูป. รายงานการวิจัย. วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร, กรุงเทพฯ.

พิม พุทธบุตร. 2553. การทำขนมถั่วกวน. http://PIM.in.th, 24 สิงหาคม 2563.

ศศิธร เรืองโรจน์, ศิริพร เรียบร้อย, น้องนุช ศิริวงศ์, ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, สุนิสา ด้วงนุ่ม. 2555. สมบัติทางกายภาพและการยอมรับของถั่วกวนจากอัตราส่วนผสมถั่วเขียวและถั่วขาวแตกต่างกัน. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถั่วเหลืองผง: มผช.688/257. https://tcps.tisi.go.th, 15 กันยายน 2563.

สิริการ หนูสิงห์, บุศราภา ลีละวัฒน์. 2559. สมบัติทางรีโอโลยีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเขียว (*Vigna radiate* L.) กวน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24: 277–287.

อัจฉรา แซ่โค้ว, สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล, ยุทธนา ฏิระวณิชย์กุล. 2556. ปัจจัยของการอบแห้งด้วยแหล่งพลังงานความร้อนแบบการพาและการแผ่รังสีความร้อนที่มีต่อจลนพลศาสตร์และคุณภาพของพริกไทยดำ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 18: 166–180.

อินทิรา สุวรรณ. 2563. ผงถั่วเขียวเลาะเปลือกสำเร็จรูป. https://thaiinvention.net, 30 ตุลาคม 2563.

Adsule, R.N., Kadam, S.S. Salunkhe, D.K. 1989. Green Gram. In: Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. (Eds.). Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization. CRC Press. Florida, USA, pp. 65–89.

A.O.A.C. 1999. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists International. Washington DC, USA.

Whistler, R.L., BeMiller, J.N. 1997. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists. Eagan Press. St. Paul, MN, USA.

คุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่

Quality of life of Japanese sweet potato growers in highland Chiang Mai Province

เกษมสันต์ อาษากิจ[a], จุฑาทิพย์ เฉลิมผล[a]*, รุจ ศิริสัญลักษณ์[a], อภิรัฐ บัณฑิต[b]

Kasamsan Arsakit[a], Juthathip Chalermphon[a]*, Ruth Sirisunyalak[a], Apirat Bundit[b]

[a]ภาควิชาพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[b]ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[a]Department of Agricultural Economy and Development, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand.

[b]Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Jutha073@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาระดับคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ เกษตรกรผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูง จำนวน 90 ราย เก็บข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถาม ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ/พหุคูณ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูง โดยรวมแล้วมีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง โดยพบว่า ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ มีผลต่อระดับคุณภาพชีวิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า ระยะเวลาในการทำการเกษตร รายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่น และความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.01$)

คำสำคัญ: คุณภาพชีวิต, พื้นที่สูง, มันเทศญี่ปุ่น

Abstract

The main objective of this research was to study the quality of life of Japanese sweet potato (Japanese yam) farmers in highland areas in Chiang Mai. The samples uses in this research were 90 highland Japanese growers and the data were collected using questionnaires. Descriptive statistics were used to obtain percentage, mean, maximum, minimum and standard deviation. According to the result from multiple regression analysis, the overall quality of life of Japanese yam growers in uplands was at a moderate level. Factors ~~that~~ affected the quality of life of farmer participants in this study. These factors had an effect on the quality of life of Japanese sweet potato growers in highlands, Chiang Mai, at a statistically significant level of 0.01 ($p < 0.01$). Moreover, it was found that the duration of farming, income from harvesting Japanese yam, and a sense of security in life and property were also statistically significant factors affecting the quality of life of Japanese sweet potato farmers at a level of 0.01 ($p < 0.01$).

Keywords: highlands, Japanese sweet potato, quality of life

คำนำ

การพัฒนาคุณภาพชีวิตเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่พึงปรารถนาทั้งในส่วนบุคคลและครอบครัว จึงต้องมีการพัฒนาในด้านการศึกษาเพื่อให้มีแนวคิด เจตคติที่ดี รู้จักการบริหารตนเอง การเอื้ออาทรต่อบุคคลอื่น มีอาชีพและรายได้ที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต มีคุณธรรม ศีลธรรม ถ้าปฏิบัติได้เช่นนี้เท่ากับเป็นการยกระดับทั้งตนเองและสังคมทำให้มีคุณค่า มีความเจริญงอกงาม ปัญหาต่าง ๆ ในสังคมก็จะลดน้อยลงเช่น ปัญหาครอบครัว ปัญหาอาชญากรรม ปัญหามลภาวะเป็นพิษ เป็นต้น ประเทศไทยจึงพยายามอย่างเต็มที่ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพชีวิตของประชากรให้มีคุณภาพชีวิตที่สูงขึ้น (สำราญ, 2554) หลักการพัฒนาประเทศที่สำคัญในระยะแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 ยึดหลัก “คนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา” มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพทุนมนุษย์ของประเทศโดยพัฒนาคนให้เหมาะสมตามช่วงวัย เพื่อให้เติบโตอย่างมีคุณภาพ การหล่อหลอมให้คนไทยมีค่านิยมตามบรรทัดฐานที่ดีทางสังคมเป็นคนดี มีสุขภาวะที่ดี มีคุณธรรมจริยธรรม มีระเบียบวินัย และมีจิตสำนึกที่ดีต่อสังคมส่วนรวม การพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของคนในแต่ละช่วงวัยตามความเหมาะสม การเตรียมความพร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงโลกในอนาคต ตลอดจนการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ การสร้างเสริมให้คนมีสุขภาพดีที่เน้นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางสุขภาพและการลดปัจจัยเสี่ยงด้านสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อสุขภาพ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

การยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรเป็นการดำเนินงานสำคัญของมูลนิธิโครงการหลวง และสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ซึ่งได้มีการส่งเสริมเกษตรกรให้ปลูกและดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับมันเทศญี่ปุ่นในปี พ.ศ. 2558 เนื่องจากเป็นพืชผักชนิดใหม่ที่ทางโครงการหลวงส่งเสริมให้ปลูก มันเทศจึงเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมปลูกเป็นอย่างมาก เป็นพืชที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตของหัวค่อนข้างสูง สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี อีกทั้งยังเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นพืชที่ใช้น้ำน้อยในการเพาะปลูกและสามารถทนแล้งได้ดี ประกอบกับตลาดในประเทศมีความต้องการสูง สามารถปลูกทดแทนผลผลิตพืชในพื้นที่ที่มีราคาต่ำได้ ซึ่งการปลูกมันเทศญี่ปุ่นก็สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรเป็นอย่างมาก ช่วยแก้ปัญหาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรได้ในบางประการ อีกทั้งยังสามารถยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นได้อีกด้วย มูลนิธิโครงการหลวงได้มีการส่งเสริมการปลูกมันเทศญี่ปุ่น 2 พันธุ์ คือพันธุ์เนื้อสีขาว และพันธุ์เนื้อสีม่วงโดยในปี พ.ศ. 2559 มูลนิธิโครงการหลวงมีพื้นที่ปลูกมันเทศญี่ปุ่น 6 พื้นที่ ได้แก่ ปางดะ ทุ่งหลวง แม่ทาเหนือ หนองเขียว หมอกจ๋าม และแม่แพะ สามารถผลิตได้ 149,000 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 4.16 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2560 สามารถผลิตได้ 154,000 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 4.05 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2561 สามารถผลิตได้ 194,518.40 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 5.26 ล้านบาท โดยการทำการเกษตรที่มีประสิทธิภาพ การปลูกพืชที่เป็นที่ต้องการของตลาด การทำเกษตรหมุนเวียนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรได้ (มูลนิธิโครงการหลวง, 2558)

เกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่นับว่ามีจำนวนมากที่สุดในภาคเหนือ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) แต่ยังพบว่ามีปัญหาคุณภาพชีวิตทั้งด้านการมีงานทำ รายได้ และหนี้สิน อันเนื่องมาจากปัญหาทางเศรษฐกิจ การมีรายได้ไม่พียงพอต่อรายจ่าย ปัญหาหนี้สินทั้งในและนอกระบบ ปัญหาด้านที่อยู่อาศัย และสิ่งแวดล้อม ปัญหาด้านสุขภาพอนามัยซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ไม่ว่าจะเป็นโรคมะเร็ง เบาหวาน ความดัน หัวใจ

โรคเอดส์ โรคเครียด การติดสุราเรื้อรัง โรคระบาด รวมถึงการเจ็บป่วยที่ทำให้ไม่สามารถประกอบอาชีพได้ และปัญหาด้านความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (สำนักงานพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์จังหวัดเชียงใหม่, 2554) ความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพชีวิต การส่งเสริมการปลูกมันเทศญี่ปุ่นในพื้นที่เป้าหมาย โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ศึกษา อำเภอแม่อาย แม่ออน และ สะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากเป็นพื้นที่ปลูกมันเทศที่สำคัญบนพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่และเป็นพื้นที่ส่งเสริมการปลูกมันเทศญี่ปุ่นของมูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) มีลักษณะเป็นชุมชนกึ่งเมืองกึ่งชนบท ซึ่งแรงงานในภาคเกษตรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรุ่นพ่อแม่ อายุมากกว่า 40–50 ปี ซึ่งไม่มีผู้รับช่วงรุ่นลูกเข้ามาช่วยงาน ต้องจ้างแรงงานจากภายนอกเข้ามาทำงาน มีการอพยพเข้าไปทำงานในเมืองจำนวนมาก ส่งผลทำให้คุณภาพชีวิตต่ำและเปลี่ยนแปลงไป โดยมีความมุ่งหวังต่อการช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรหลังจากดำเนินการไปแล้ว การศึกษาข้อมูลคุณภาพชีวิตเกษตรกรจึงเป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผนพัฒนาการส่งเสริมต่อไป

ดังนั้นจึงได้ศึกษาถึงคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นในอำเภอแม่อาย แม่ออน และสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมโดยเฉพาะการปลูกมันเทศญี่ปุ่น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาถึงคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เป็นแนวทางของภาครัฐในการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ผู้เป็นกระดูกสันหลังของชาติให้มีความกินดีอยู่ดีซึ่งจะทำให้รากฐานของเศรษฐกิจแข็งแกร่งและยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ เกษตรกรบนพื้นที่สูงที่ปลูกมันเทศญี่ปุ่นของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 6 ศูนย์ฯ โดยเลือกศูนย์ฯที่มีเกษตรกรปลูกมันเทศญี่ปุ่นมากที่สุดจำนวนทั้งสิ้น 3 ศูนย์ ของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 90 คน (มูลนิธิโครงการหลวง, 2561) ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงปางดะ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม–มีนาคม พ.ศ. 2563 รวมระยะเวลา 3 เดือน ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามโดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งมีเนื้อหาจากเครื่องมือวัดคุณภาพชีวิตขององค์กรอนามัยโลกชุดย่อฉบับภาษาไทย (WHOQOL-BREF-THAI) 26 ตัวชี้วัด ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีการศึกษาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือ เท่ากับ 0.6515 (สุวัฒน์, 2540) โดยมีการแปลผลตามหลักเกณฑ์การแบ่งค่าคะแนนเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1) 1.00–2.33 การมีคุณภาพชีวิตที่ไม่ดี 2) 2.34–3.66 การมีคุณภาพชีวิตปานกลาง 3) 3.67–5.00 การมีคุณภาพชีวิตที่ดี ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูล ซึ่งได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด (Minimum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และใช้วิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple regression analysis)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมบางประการของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่

ผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นร้อยละ 53.3 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 45.93 ปี จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 90.0 มีสถานภาพสมรส จำนวนร้อยละ 60.0 มีจำนวนแรงงานเกษตรกรในครัวเรือน 2 คน มีระยะเวลาทำการเกษตรเฉลี่ย 15.49 ปี มีรายได้เฉลี่ย 7,703 บาท/เดือน มีรายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่นเฉลี่ย 6,930 บาท/เดือน เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 67.8 มีหนี้สิน แต่ยังพบว่าจำนวนร้อยละ 93.3 มีเงินออม เกษตรกรจำนวนร้อยละ 95.6 มีที่ดินเป็นของตนเอง เกษตรกรมีความเห็นว่าอาชีพเกษตรกรมีความมั่นคงมาก มีความภูมิใจที่เป็นเกษตรกรหรือทำงานด้านการเกษตรมาก มีการติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมฯเฉลี่ย 3 ครั้ง/เดือน มีการติดต่อสื่อสารกับเกษตรกรท่านอื่น 8.40 ครั้ง/เดือน เกษตรกรมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมภายในชุมชนปานกลาง การขอความช่วยเหลือจากคนในชุมชนได้มาก เกษตรกรมีการออกกำลังกายเฉลี่ย 2.10 ครั้ง/สัปดาห์ ได้รับการดูแลสุขภาพที่ดีจากหน่วยงานปานกลาง และเกษตรกรมีความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินมาก ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 The personal information economic and social status of Japanese Sweet Potato Growers in Highland Chiang Mai Province (n = 90)

Factors		Number	Percentage
Gender (X_1)	Male	48	53.3
	Female	42	46.7
Age (X_2)	$\leq$ 30	6	6.6
	31–40	25	27.7
	41–50	27	30.0
	51–60	14	15.5
$\overline{X}$= 45.93 years, SD = 11.504	$\geq$ 60	18	20.0
Educational Level (X_3)	No Education	9	10.0
	Primary Education	44	48.8
	Junior High School	14	15.6
	Senior High School	7	7.8
	Vocational Certificate	5	5.6
	High Vocational	5	5.6
	Certificate	2	2.2
	Diploma or equivalent	4	4.4
	Bachelor’s degree		
Status (X_4)	Single	8	8.9
	Married	81	90.0
	Widowed	1	1.1

Table 1 (continued).

Factors		Number	Percentage
Labors (X_5)	None	1	1.1
	1	11	12.2
	2	54	60.0
	3	11	12.2
	4	9	10.0
$\overline{X}$ = 2.31 cases, SD = 1.002	5	4	4.4
farming experience (X_6)	≤ 5	9	10.0
	6–10	34	37.7
	11–15	15	16.6
	16–20	9	10.0
	21–25	7	7.7
	26–30	10	11.1
$\overline{X}$ = 15.49 years, SD = 6.219	> 30	6	6.6
Net income (X_7)	≤ 5,000	35	38.8
	5,001–10,000	40	44.4
$\overline{X}$ = 7,703 baht/month, SD = 6.219	> 10,000	15	16.6
Income from Sweet Potato (X_8)	≤ 1,000	1	1.1
	1,001–5,000	54	60.0
$\overline{X}$ = 6,930 baht/month, SD = 6589.257	> 5,000	35	38.9
Debt (X_9)	None	29	32.2
	Have	61	67.8
Financial savings (X_{10})	None	6	6.7
	Have	84	93.3
Area (X_{11})	Hirer	11	12.2
	Owner	86	95.6
*Multiple choice	Others	4	4.4
Job Security (X_{12})	Highest	5	5.6
	High	42	46.7
	Moderate	39	43.3
	Lower	4	4.4
	Least	-	-
Proud to be a farmer or Working in Agriculture (X_{13})	Highest	12	13.3
	High	62	68.9
	Moderate	16	17.8
	Lower	-	-
	Least	-	-

Table 1 (continued).

Factors		Number	Percentage
Communication with Agricultural Extension Officers (X_{14})	1–2 times/month	46	51.1
	3–4 times/month	29	32.3
	> 5 times/month	15	16.6
$\overline{X}$ = 3 times/month, SD = 2.006			
Communication among farmers (X_{15})	1–10 times/month	68	75.5
	11–20 times/month	14	15.5
	21–30 times/month	8	8.8
$\overline{X}$ = 8.40 times/month, SD = 8.601			
Participation in family or community activities (X_{16})	Highest	9	10.0
	High	36	40.0
	Moderate	45	50.0
	Lower	-	-
	Least	-	-
Help from community members (X_{17})	Highest	6	6.7
	High	43	47.8
	Moderate	39	43.3
	Lower	2	2.2
	Least	-	-
Exercise (X_{18})	None	25	27.8
	< 3 times a week	49	54.4
	3 times a week	5	5.6
	> 3 times a week	4	4.4
$\overline{X}$ = 2.10 day/week, SD = 1.102	Everyday	7	7.8
Quality of healthcare provided by agencies (X_{19})	Highest	-	-
	High	27	30.0
	Moderate	52	57.8
	Lower	11	12.2
	Least	-	-
Willingness and satisfaction of serving the public (X_{20})	Highest	6	6.7
	High	41	45.6
	Moderate	40	44.4
	Lower	3	3.3
	Least	-	-

ระดับคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่

ผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ มีระดับคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.40) ทั้ง 4 ด้าน ซึ่งแยกเป็นรายด้านได้แก่ ด้านจิตใจ ($\overline{X}$ = 3.52) ด้านร่างกาย ($\overline{X}$ = 3.43) ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม ($\overline{X}$ = 3.41) และด้านสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$ = 3.27) ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Quality of Life level of Japanese Sweet Potato Growers in Highland Chiang Mai Province

Content	Mean	SD	Translate
1. Physical domain	3.43	0.37	Moderate quality of life
2. Psychological domain	3.52	0.42	Moderate quality of life
3. Social relationships	3.41	0.51	Moderate quality of life
4. Environment	3.27	0.40	Moderate quality of life
Summary of farmer's quality of life level	3.40	0.42	Moderate quality of life

Remark: 3.68 – 5.00 score mean good quality of life 2.34 – 3.67 score mean moderate quality of life
1.00 – 2.33 score mean not quality of life

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ที่ทำการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis) โดยวิธีคัดเลือกเข้าทั้งหมด (Enter Selection) เพื่อทดสอบสมมติฐาน ผลการศึกษาพบว่า มีตัวแปรอิสระจำนวน 3 ตัวแปรที่มีผลต่อระดับคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ได้แก่ ระยะเวลาทำการเกษตร รายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่น และความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (Table 3)

Table 3 Regression coefficient of independent variable with Quality of Life of Japanese Sweet Potato Growers in Highland Chiang Mai Province

Variable	Unstandardized Coefficients	t	Sig.
(Constant)	1.783	4.053	0.000
Agricultural period (X_6)	0.011	2.376	0.020**
Income from Sweet Potato (X_8)	1.472E-5	2.069	0.042**
Willingness and satisfaction of serving the public (X_{20})	0.166	3.019	0.004**
$R = .704^a$ $R^2 = .496$ $SEE^1 = .27768$	$F = 3.391$	$Sig.of F = 0.000^a$	

Remark: Significant at *0.05, Significant at **0.01

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า มีจำนวน 3 ตัวแปร ที่มีผลต่อระดับคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ระยะเวลาในการทำการเกษตร รายจากการปลูกมันเทศญี่ปุ่น และความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน โดยแต่ละตัวแปรสามารถอธิบายได้ดังนี้

ระยะเวลาในการทำการเกษตร มีผลเชิงบวกกับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรหมายความว่า เกษตรกรที่มีระยะเวลาทำการเกษตรมากหรือมีประสบการณ์ในการทำการเกษตรมานานจะมีระดับคุณภาพชีวิตที่ดีมากกว่าเกษตรกรที่มีระยะเวลาทำการเกษตรน้อยหรือเป็นเกษตรกรมือใหม่เนื่องจากเกษตรกรที่มีระยะเลาทำการเกษตรมานานนั้นมีประสบการณ์ที่มากกว่า มีการเรียนรู้จากข้อผิดพลาด มีการทดลอง มีองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ สามารถทำการเกษตรได้อย่างถูกต้อง เชี่ยวชาญ ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณและคุณภาพสูง นำไปสู่การมีคุณภาพชีวิตที่ดีมากกว่าเกษตรกรที่มีระยะเวลาทำการเกษตรน้อยหรือเป็นเกษตรกรมือใหม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พานิษฐา และเพ็ญจันทร์ (2542) อธิบายว่า ด้านคุณภาพชีวิตในการทำงานของอาชีพเกษตรกรรมนั้นจากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการทำงาน การว่างงาน ชั่วโมงในการทำงาน จำนวนวันที่ใช้ในการทำงาน ความมั่นคงและความก้าวหน้าในการทำงาน สภาพการจ้างงาน ปัจจัยด้านการผลิต การพัฒนาตนเองในด้านการประกอบอาชีพ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พานิษฐา และเพ็ญจันทร์ (2542) อธิบายว่า คุณภาพชีวิตของเกษตรกรไว้ว่าหมายถึง ความสุข ความพึงพอใจในชีวิต ซึ่งองค์ประกอบหลักคือเรื่องเศรษฐกิจหมายถึง การมีเงินทองจับจ่ายใช้สอยในครอบครัวตามความต้องการการไม่มีหนี้สิน

รายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่น มีผลเชิงบวกกับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรหมายความว่า เกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่นมากจะมีระดับคุณภาพชีวิตที่ดีมากกว่าเกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่นน้อยเนื่องจากเกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่นมากนั้นสามารถนำเงินที่ได้ไปใช้จ่ายในชีวิตประจำวันได้มีสภาพคล่องในการใช้จ่ายเงิน สามารถนำรายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่นนั้นใช้จ่ายในปัจจัย 4 และสิ่งที่จำเป็นในการดำรงชีวิต นำไปสู่การมีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่าเกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่นน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรัทยา (2556) อธิบายว่า รายได้เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพื่อสนองความต้องการต่าง ๆ และส่งผลต่อคุณภาพชีวิต และสอดคล้องกับงานวิจัยข้อง Rahman et al. (2003) อธิบายว่า สุขภาพซึ่งการมีสุขภาพดีเป็นพื้นฐานของคุณภาพชีวิตที่ดี สุขภาพของบุคคลส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อคุณภาพชีวิต มีรายงานเรื่องสุขภาพที่ดีนำมาซึงรายได้เพิ่มขึ้น และในทางกลับกันรายได้ที่ดีก็ส่งผลให้สุขภาพดี

ความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน มีผลเชิงบวกกับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรหมายความว่า เกษตรกรที่มีความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินมากจะมีระดับคุณภาพชีวิตที่ดีมากกว่าเกษตรกรที่มีความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินน้อยเนื่องจากเกษตรกรที่มีความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินมากนั้นไม่เจอผลกระทบจากความเครียด ความกดดัน มีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี เช่น การไม่อยู่ในชุมชนแออัด ไม่มีมลพิษ ไม่มีอาชญากรรม รวมไปถึงการได้รับสาธารณูปโภคที่ดี นำไปสู่การมีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่าเกษตรกรที่มีความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ เทพฤทธิ์ (2536) อธิบายว่า ปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่าประกอบไปด้วย ด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านหนึ่งของ

การมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้แก่ การมีสถานที่อยู่อาศัย ซึ่งสามารถวัดได้จากหน่วยครัวเรือนที่มีบ้าน และที่ดินเป็นของตัวเอง การได้รับสาธารณูปโภคที่วัดได้จากสัดส่วนครัวเรือนที่มีน้ำประปาบริโภค และเรื่องที่เป็นปัจจัยภายนอกคือความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของอาชีพเกษตรกรรมจึงได้แก่ มีอาหารที่เพียงพอ มีบ้านที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม สภาพแวดล้อมทางกายภาพทางธรรมชาติ สภาพแวดล้อมรอบบ้าน การเคหะสาธารณูปโภค สิ่งอำนวยความสะดวกในบ้าน อุปกรณ์เครื่องใช้ที่จำเป็นขั้นพื้นฐาน รวมถึงความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rahman et al. (2003) อธิบายว่า ความปลอดภัยส่วนบุคคลเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับคุณภาพชีวิตที่ดี บุคคลหนึ่งสามารถอยู่อย่างมีความสุขในสังคมแต่การมีชีวิตอยู่อย่างไม่ปลอดภัยมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต

สรุป

ผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 45.93 ปี จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา เกษตรกรร้อยละ 90.0 มีสถานภาพสมรส จำนวนร้อยละ 60.0 มีจำนวนแรงงานเกษตรกรในครัวเรือน 2 คน มีระยะเวลาทำการเกษตรเฉลี่ย 15.49 ปี มีรายได้เฉลี่ย 7,703 บาท/เดือน มีรายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่นเฉลี่ย 6,930 บาท/เดือน เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 67.8 มีหนี้สิน จำนวนร้อยละ 93.3 มีเงินออม จำนวนร้อยละ 95.6 มีที่ดินเป็นของตนเอง เกษตรกรมีความเห็นว่าอาชีพเกษตรกรมีความมั่นคงมาก มีความภูมิใจที่เป็นเกษตรกรหรือทำงานด้านการเกษตรมาก มีการติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมฯเฉลี่ย 3 ครั้ง/เดือน มีการติดต่อสื่อสารกับเกษตรกรท่านอื่น 8.40 ครั้ง/เดือน เกษตรกรมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมภายในชุมชนปานกลาง การขอความช่วยเหลือจากคนในชุมชนได้มาก เกษตรกรมีการออกกำลังกายเฉลี่ย 2.10 ครั้ง/สัปดาห์ ได้รับการดูแลสุขภาพที่ดีจากหน่วยงานปานกลาง และเกษตรกรมีความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินมาก ในส่วนของคุณภาพชีวิตของปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ มีระดับคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.40) ทั้งในภาพรวมและรายด้าน คือ 1) ด้านจิตใจ ($\overline{X}$ = 3.52) 2) ด้านร่างกาย ($\overline{X}$ = 3.43) 3) ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม ($\overline{X}$ = 3.41) และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$ = 3.27) ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า มีจำนวน 3 ตัวแปร ที่มีผลต่อระดับคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ซึ่งได้แก่ ระยะเวลาในการทำการเกษตร รายได้จากการปลูกมันเทศญี่ปุ่น และความรู้สึกปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่นบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ได้นำไปสู่ข้อเสนอแนะบางประการที่อาจก่อให้เกิดประโยชน์ต่อภาครัฐ และผู้สนใจที่ต้องการศึกษาในครั้งต่อไปดังนี้ 1) เกษตรกรส่วนใหญ่ควรได้รับการดูแลและพัฒนาคุณภาพชีวิตทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านร่างกาย ด้านจิตใจ ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม โดยเปิดโอกาสให้เกษตรกรผู้สูงอายุได้แสดงศักยภาพในด้านต่างๆ ได้ช่วยเหลือและดูแลตัวเองในการทำกิจกรรมที่เหมาะสม เพื่อทำให้เกษตรกรรู้สึกว่าตนเองเป็นผู้ที่มีคุณค่าและมี

คุณภาพ เป็นเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จ สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งควรจะมุ่งเน้นการทำกิจกรรมที่สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกในครอบครัว โดยการรณรงค์เพื่อการดำรงอยู่ของทัศนคติที่ดีของสมาชิกในครอบครัวและชุมชน 2) ควรจัดฝึกอบรมให้ความรู้พัฒนาศักยภาพเกษตรกรให้ได้มาตรฐานอย่างต่อเนื่อง เพื่อแก้ปัญหาด้านการเกษตรทั้งการผลิตและจำหน่าย รวมทั้งควรส่งเสริมให้มีช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลาย เช่น มีการจำหน่ายผลผลิตผ่านช่องทางออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้สภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรมีความมั่นคงในอาชีพมากขึ้น 3) ควรสนับสนุนให้เกษตรกรเข้าไปมีบทบาทในกิจกรรมต่าง ๆ ในชุมชนและสังคมมากขึ้น มีกิจกรรมพบปะกับญาติๆอย่างสม่ำเสมอ หรือมีกิจกรรมที่สร้างโอกาสให้ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเกษตรกรท่านอื่น โดยเน้นบทบาทในด้านการถ่ายทอดภูมิปัญญา วัฒนธรรมประเพณี ประสบการณ์ ที่มีอยู่ไปสู่คนรุ่นหลัง 4) ควรมีการสร้างเสริมกิจกรรมที่ส่งผลให้เกษตรกรมีสุขภาพที่ดีขึ้น เช่น การออกกำลังกาย การบริโภคอาหารให้ครบ 5 หมู่ เป็นต้น ภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญกับการบริการที่ดีและสวัสดิการที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร รวมถึงควรมีการจัดการในการดูแลด้านสุขภาพของเกษตรกรได้ง่ายขึ้นละทั่วถึง 5) ควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการรวมกลุ่ม หรือจัดโครงการฝึกอบรมเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ต่อยอดจากการทำการเกษตรมากขึ้น สร้างความเชื่อมั่นให้กับเกษตรกรที่จะพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง มีความภาคภูมิใจในตนเองและในอาชีพเกษตรกรรมที่ทำอยู่ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพชีวิตและพัฒนาประเทศต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตควรมีการศึกษาเรื่องที่เกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในพื้นที่อื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เนื่องจากเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ มีลักษณะการดำรงชีวิตและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทำให้ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีจึงแตกต่างกัน เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลในแต่ละพื้นที่มาเปรียบเทียบ และพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. รายงานผลการปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกรผ่านระบบ ทบก. ปี 2560. http://farmer.doae.go.th, 14 กันยายน 2562.

ฉลอง โชติกดาม. 2541. การพัฒนาเกษตรแบบยั่งยืน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร. หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ 37. วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร. กรุงเทพฯ.

ฉวีวรรณ เรืองทัย. 2542. การศึกษาคุณภาพชีวิตของแรงงานอพยพในจังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

เทพฤทธิ์ อมฤตวรรณ. 2536. ลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจของการปลูกพืชไร่เพื่อการค้าในเขตป่าดงลาน จังหวัดขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พานิษฐา พานิชาชีวะกุล, เพ็ญจันทร์ ประดับมุข. 2542. คุณภาพชีวิตของเกษตรกรอีสานในมุมมองของประชาชน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มูลนิธิโครงการหลวง. 2558. การดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับมันเทศญี่ปุ่น. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). กรุงเทพฯ.

มูลนิธิโครงการหลวง. 2561. ข้อมูลทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศญี่ปุ่น. http://www.royalprojectthailand.com/report, 20 กันยายน 2562.

วรัทยา กุลเกลี้ยง. 2556. คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลนครขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์จังหวัดเชียงใหม่. 2554. สรุปสถาณการณ์ทางสังคมและจัดลำดับความสำคัญของปัญหาของจังหวัดเชียงใหม่ ประจำปี 2554 เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการแก้ไขปัญหาสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต ประจำปี 2555.http://www. chiangmai.m-society.go.th/media/topics/files/Social.pdf , 15 กันยายน 2562.

สำราญ จูช่วย. 2554. การดำเนินชีวิตของคนในชุมชนบางขนุนภายใต้การเปลี่ยนแปลงของวัฒนธรรมท้องถิ่น. รายงานวิจัย. วิทยาลัยราชพฤกษ์.

สุวัฒน์ มหัตนิรันดร์กุล, วิระวรรณ ตันติพิวัฒนสกุล, วนิดา พุ่มไพศาลชัย. 2540. เปรียบเทียบแบบวัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกทุก 100 ตัวชี้วัด และ 26 ตัวชี้วัด. โรงพยาบาลสวนปรุง จังหวัดเชียงใหม่.

Rahman A., Iqbal Z., Harrington R. 2003. Life events, social support and depression in childbirth: Perspectives from a rural community in the developing world. Psychol. Med. 33: 1161–1167.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

Factors related to the achievement of agro-tourism management of Porpiang Garden in Bangriang, Kuanniang, Songkhla Province

พิมพกานต์ โพธิกุล*, บัญชา สมบูรณ์สุข

Pimpakan Potikul*, Buncha Somboonsuke

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: pimpakanpraew@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อกระบวนการจัดการท่องเที่ยวและระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยว และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา เก็บข้อมูลจากนักท่องเที่ยว จำนวน 240 คน ใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย และสถิติอ้างอิง ได้แก่ สถิติทดสอบไคสแควส์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ผลการศึกษาพบว่า ภาพรวมค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อกระบวนการจัดการท่องเที่ยว 3.77 (อยู่ในระดับมาก) และภาพรวมค่าเฉลี่ยความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยว 3.75 (อยู่ในระดับมาก) สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยว พบว่า ปัจจัยกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการตลาด การส่งเสริมทางการตลาด บุคคล ลักษณะทางกายภาพ กระบวนการบริการและความพึงพอใจ มีความสัมพันธ์กับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คำสำคัญ: การจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร, ความสำเร็จการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

Abstract

The objectives are to study the opinion of tourists to agro-tourism management process and the achievement of agro-tourism management and to study factors related to the achievement of agro-tourism management of Porpiang Garden in Bangriang, Kuanniang, Songkhla Province. Data collection is from 240 tourists by used questionnaire. Data analysis is descriptive statistics including a percentage and an average, and inferential statistics including Chi-Square and Pearson Product-moment Correlation Coefficient. The result revealed that an overall average of opinion of tourist to agro-tourism management process is 3.77 (high level). and overall average of opinion of tourist to achievement of agro-tourism management is 3.75 (high level). For factors related to achievement of agro-tourism management, it was founded that agro-tourism management process and market factor such as product, price, distribution channel, promote marketing, people, physical evidence, service process and satisfaction are related to the achievement level of agro-tourism management at significant level 0.05

Keywords: agro-tourism management, tourism achievement

คำนำ

การท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่มีบริหารจัดกิจกรรมทางการเกษตรให้เป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการท่องเที่ยว โดยในปัจจุบันการท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้เข้ามามีบทบาทในกระบวนการอนุรักษ์ รักษา ฟื้นฟู ทรัพยากรเกษตร อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มศักยภาพของเกษตรกรและชุมชนโดยอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการนำทรัพยากรที่มีอยู่มาสร้างรายได้ เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าและบริการ เพื่อกระจายรายได้สู่ชุมชน นักท่องเที่ยวจะได้รับความรู้ทางการเกษตร ชื่นชมทัศนียภาพความสวยงาม ความเป็นอยู่ของชาวชนบท ขนบธรรมเนียม ประเพณี ซึ่งรูปแบบกิจกรรม เช่น การชมสวนผลไม้ การชมไร่นา การชมฟาร์มปศุสัตว์ รวมถึงการเลือกซื้อสินค้าในแหล่งตลาดนัดเกษตร เป็นต้น บนพื้นฐานความรับผิดชอบอย่างมีจิตสำนึกของนักท่องเที่ยวและเกษตรกร

ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา มีเนื้อที่โดยประมาณ 69.97 ตารางกิโลเมตร หรือ 43,731 ไร่ (เทศบาลตำบลบางเหรียง จังหวัดสงขลา, ม.ป.ป.) สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นเนินเขา ที่ราบลุ่ม มีทรัพยากรที่อุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะแหล่งน้ำ จึงเหมาะสำหรับการทำเกษตรกรรม และเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งท่องเที่ยวหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ แหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เช่น ป่าชายเลนอ่าวทึง หาดปากบางภูมี ป่าชายเลนโคกเมือง แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและภูมิปัญญา ได้แก่ วัดป่ากันตพงษ์ สำนักสงฆ์คลองช้าง ภูมิปัญญาท้องถิ่นร้อยลูกปัด และแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ได้แก่ บ้านสวนอ้วนน้อย สวนแปลงเกษตรผักปลอดภัยนายประเสริฐ สวนศิญานันท์ สวนศรีเกษตรกุล ฟาร์มทะเลบ้านโคกเมือ สวนเศรษฐกิจพอเพียง สวนสมรม และสวนพอเพียง

สวนพอเพียง ตั้งอยู่หมู่ที่ 9 บ้านคลองช้าง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา จัดตั้งขึ้นโดยคุณครูวิเชียร ขุนเพชร อดีตข้าราชการครู มีความสนใจในเรื่องของการทำการเกษตรผสมผสานตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็กพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (รัชการที่ 9) ตามแนวคิดทฤษฎีใหม่หรือแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง ในพื้นที่ 6 ไร่ มีการแบ่งปลูกไม้ผล ได้แก่ สละ หมากเหลือง ผักกูด ผักเหลียง กล้วย สะตอ เนียง เสาวรส กาแฟสายพันธุ์โรบัสตา โกโก้ รวมทั้งมีการเลี้ยงผึ้งอุงและชันโรง แปลงสาธิตผักปลอดสารพิษ อีกทั้งสวนพอเพียงยังเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่เปิดให้กับบุคคลทั่วไป หรือบุคคลที่มีความสนใจได้เข้าเยี่ยมชม ถ่ายภาพ หาประสบการณ์ มีการถ่ายทอดความรู้ทางการเกษตร สาธิตการทำการเกษตร เช่น การผสมเกสรดอกสละ การเก็บน้ำผึ้ง การเพาะพันธุ์พืช เป็นต้น ให้กับนักท่องเที่ยว หรือผู้ที่มาศึกษาดูงานในสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา (วิเชียร ขุนเพชร สัมภาษณ์, 23 ตุลาคม 2562) อย่างไรก็ตามในการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรสวนพอเพียง ประสบปัญหาและข้อจำกัด เช่น โครงสร้างพื้นฐานที่ขาดแคลน การสนับสนุนจากภาครัฐ และสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับนักท่องเที่ยวยังไม่เพียงพอ เป็นต้น ส่งผลให้การท่องเที่ยวเชิงเกษตรสวนพอเพียงพัฒนาไปได้ช้า และไม่ยั่งยืน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร เพื่อให้เกษตรกร ชุมชน ผู้ประกอบการธุรกิจการท่องเที่ยวเชิงเกษตร หน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานภาคเอกชน สามารถนำข้อมูลการพัฒนาและการจัดการการท่องเที่ยวเชิงเกษตรไปใช้ เพื่อประกอบเป็นข้อมูลพื้นฐาน กำหนดแนวทางการพัฒนา นำไปสู่การปรับเปลี่ยนและการปรับตัวของการดำเนินกิจกรรมของสวนพอเพียงให้เกิดความยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือส่งเสริมการเกษตรได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล และกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาดในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

2. เพื่อศึกษาระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research)

ประชากรในการศึกษา คือ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา จำนวนประมาณ 2,400 คน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างใช้เกณฑ์ในการประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 10 (บุญชม, 2535) จากการคำนวณจะได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 240 คน

เครื่องมือที่ใช้การวิจัย คือ แบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ปัจจัยข้อมูลส่วนบุคคล ตอนที่ 2 ปัจจัยด้านกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาด ตอนที่ 3 ระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร และข้อเสนอแนะของนักท่องเที่ยว

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพรรณนา ประกอบด้วย การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย (Mean: $\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานการวิจัยโดยใช้การวิเคราะห์ไคสแควส์ (Pearson Chi-Square) และการวิเคราะห์สัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product-moment Correlation Coefficient)

เกณฑ์การแปลค่าการประเมินระดับความคิดเห็นกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาด และระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

ระดับคะแนน	ความหมาย
ค่าเฉลี่ย 4.21–5.00	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.41–4.20	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.61–3.40	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.81–2.60	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.80	ระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ โดยใช้เกณฑ์การวัดระดับความสัมพันธ์ 5 ระดับ (Hinkle, 1998)

ค่า r	ระดับความสัมพันธ์
ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ มีค่า 0.90–1.00	ระดับสูงมาก
ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ มีค่า 0.70–0.90	ระดับสูง

ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ มีค่า 0.50–0.70	ระดับปานกลาง
ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ มีค่า 0.30–0.50	ระดับต่ำ
ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ มีค่า 0.00–0.30	ระดับต่ำมาก

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของนักท่องเที่ยว โดยคิดเป็นจำนวนและร้อยละ พบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 66.25 มีอายุเฉลี่ย 35.36 ปี นับถือศาสนาพุทธ คิดเป็นร้อยละ 87.08 มีสถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ 47.92 ระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 19.58 ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป/อาชีพอิสระ ร้อยละ 27.92 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 13,311.07 บาท

ผลการศึกษากระบวนการในการดำเนินงานและการตลาดในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยแสดงในภาพรวมและรายด้าน รายละเอียดตารางที่ 1

Table 1 An average and rate opinion of agro-tourism management process and market

Agro-tourism management process and market	$\overline{x}$	Rate opinions
1. Product	3.87	high level
2. Price	4.07	high level
3. Distribution channel	3.58	high level
4. Promote marketing	3.49	high level
5. People	3.84	high level
6. Physical evidence	3.75	high level
7. Service and satisfaction	3.79	high level
Total	**3.77**	**high level**

จาก Table 1 พบว่า นักท่องเที่ยวมีความคิดเห็นต่อกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาดในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.77) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านราคามีค่าเฉลี่ยมากที่สุดซึ่งอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.07) รองลงมาด้านผลิตภัณฑ์ ($\overline{x}$ = 3.87) ด้านบุคคล ($\overline{x}$ = 3.84) ด้านกระบวนการบริการและความพึงพอใจ ($\overline{x}$ = 3.79) ด้านลักษณะทางกายภาพ ($\overline{x}$ = 3.75) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\overline{x}$ = 3.58) และด้านส่งเสริมทางการตลาด ($\overline{x}$ = 3.49) ตามลำดับ

ผลการศึกษาระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยแสดงในภาพรวมและรายด้าน รายละเอียด Table 2

Table 2 An average and rate opinion of achievement of agro-tourism management

Achievement of agro-tourism management	$\overline{X}$	Rate opinions
1. Management of agro-tourism	3.85	high level
2. The support of the agro-tourism	3.83	high level
3. Services of the agro-tourism	3.45	high level
4. The attractiveness of agro-tourism	3.87	high level
Total	**3.75**	**high level**

จาก Table 2 พบว่า นักท่องเที่ยวมีความคิดเห็นต่อระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.75) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการดึงดูดใจของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดซึ่งอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.87) รองลงมาด้านการบริหารจัดการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ($\overline{X}$ = 3.85) ด้านการรองรับของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ($\overline{X}$ = 3.83) และการให้บริการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ($\overline{X}$ = 3.45) ตามลำดับ

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา พบว่า

1. ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ปัจจัยกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาดที่มีความสัมพันธ์กับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร รายละเอียด Table 3

Table 3 Correlation between agro-tourism management process and market and achievement of agro-tourism management

Agro-tourism management process and market	Achievement of agro-tourism management	
	Pearson Correlation (r)	Level of Correlation
1. Product	0.522**	moderate
2. Price	0.460**	low
3. Distribution channel	0.553**	moderate
4. Promote marketing	0.578**	moderate
5. People	0.615**	moderate
6. Physical evidence	0.634**	moderate
7. Service and satisfaction	0.649**	moderate
Total	**0.776****	**high**

** significant at the 0.01 level

จาก Table 3 พบว่า ปัจจัยกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาดที่มีความสัมพันธ์กับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยภาพรวม มีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง (r = 0.776) เมื่อพิจารณารายด้าน ดังนี้

2.1. ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า มีความสัมพันธ์กันกับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อยู่ในระดับปานกลาง (r = 0.522) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

2.2. ปัจจัยด้านราคา พบว่า มีความสัมพันธ์กันกับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อยู่ในระดับต่ำ (r = 0.460) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

2.3. ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย พบว่า มีความสัมพันธ์กันกับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อยู่ในระดับปานกลาง (r = 0.553) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

2.4. ปัจจัยด้านส่งเสริมทางการตลาด พบว่า มีความสัมพันธ์กันกับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อยู่ในระดับระดับปานกลาง (r = 0.578) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

2.5. ปัจจัยด้านบุคคล พบว่า มีความสัมพันธ์กันกับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อยู่ในระดับระดับปานกลาง (r = 0.615) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

2.6. ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ พบว่า มีความสัมพันธ์กันกับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อยู่ในระดับระดับปานกลาง (r = 0.634) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

2.7. ปัจจัยด้านกระบวนการบริการและความพึงพอใจ พบว่า มีความสัมพันธ์กันกับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อยู่ในระดับระดับปานกลาง (r = 0.649) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

วิจารณ์และสรุปผล

ปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า ส่วนใหญ่เป็นนักท่องเที่ยวเพศหญิง มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 35.36 ปี นับถือศาสนาพุทธ และมีสถานภาพสมรส เนื่องจากนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป/อาชีพอิสระ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักท่องเที่ยวต้องการพาครอบครัวมาท่องเที่ยวในช่วงวันหยุด เพื่อต้องการหาความรู้เพิ่มเติม ชื่นชมความสวยงาม ถ่ายภาพและจับจ่ายใช้สอยในแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 13,311.07 บาท

ปัจจัยกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาดในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก พบว่า ปัจจัยด้านราคา มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดซึ่งอยู่ในระดับมาก เนื่องจากแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร มีการควบคุมและกำหนดราคาสินค้า ผลิตภัณฑ์ ผลผลิตทางการเกษตรหรือบริการที่มีความเหมาะสมต่อนักท่องเที่ยว ไม่เอาเปรียบนักท่องเที่ยว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ยุภดี และคณะ (2562) เรื่องการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในจังหวัดระยอง พบว่า ปัจจัยด้านราคา นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญเรื่องราคาที่เหมาะสม และมีความคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ

ความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก พบว่า ด้านดึงดูดใจของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดซึ่งอยู่ในระดับมาก เนื่องจากแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีความโดดเด่นด้านเทคโนโลยีการเกษตร และองค์ความรู้เฉพาะ มีการทำการเกษตรแบบเศรษฐกิจพอเพียงและประกอบกับใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น มีแหล่งท่องเที่ยวที่เชื่อมโยงในบริเวณใกล้เคียงของแหล่งท่องเที่ยว แหล่งท่องเที่ยวมีผลงาน

การได้รับรางวัล ใบรับรองหรือประกาศเกียรติคุณ เพื่อพิจารณาหรือตัดสินใจในการเดินทางมาท่องเที่ยว มีการเรียนรู้วิถีชีวิตหรือร่วมทำกิจกรรมกับเกษตรกร เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และเพิ่มประสบการณ์ระหว่างนักท่องเที่ยวและเกษตรกร มีความโดดเด่นและความหลากหลายของกิจกรรมของแหล่งท่องเที่ยว เพื่อให้นักท่องเที่ยวได้ร่วมสนุกกับกิจกรรมและไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย มีความโดดเด่นและมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายให้กับนักท่องเที่ยว มีพื้นที่สำหรับชื่นชมธรรมชาติ ความสวยงามของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร พร้อมถ่ายภาพและเพลิดเพลินกับสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พีรชัย และกัลยาณี (2548) เรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจในการท่องเที่ยวเชิงเกษตร พบว่า ปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินใจมาท่องเที่ยวเชิงเกษตรของนักท่องเที่ยว ได้แก่ ความสวยงามของสถานที่ ความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว สิ่งอำนวยความสะดวก ความรู้ด้านการเกษตรและภูมิปัญญาที่ได้รับเพิ่มเติม เพื่อสร้างความน่าสนใจดึงดูดใจนักท่องเที่ยว

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ไม่มีความสัมพันธ์กัน และปัจจัยกระบวนการในการดำเนินงานและการตลาดกับระดับความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยภาพรวม มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านกระบวนการบริการและความพึงพอใจ มีความสัมพันธ์มากที่สุด อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาด้านลักษณะทางกายภาพ ด้านบุคคล ด้านส่งเสริมทางการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านผลิตภัณฑ์ และด้านราคาอยู่ในระดับต่ำ ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของพิเชฐ (2546) เรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยวบริเวณชายหาดจังหวัดระยอง พบว่า ปัจจัยส่วนผสมทางการตลาด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กันกับพฤติกรรมการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวชาวไทย

ข้อเสนอแนะ

1. หน่วยงานภาครัฐควรให้การสนับสนุนและช่วยประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา ผ่านสื่อออนไลน์หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้เป็นฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ทำให้ผู้ที่เดินทางมาท่องเที่ยวสามารถทราบและเข้าถึงข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวได้มากยิ่งขึ้น

2. ควรมีการเพิ่มจำนวนห้องน้ำ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการและอำนวยความสะดวกให้กับนักท่องเที่ยวที่เดินทางมายังแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

3. เพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้าและผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย เพื่อให้กลุ่มลูกค้าหรือนักท่องเที่ยวเข้าถึงได้ง่าย เช่น ผ่านสื่อออนไลน์ ตัวแทนจำหน่าย บูธหรืองานนิทรรศการ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายวิเชียร ขุนเพชร เจ้าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของสวนพอเพียง ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา ที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณกองทุนวิจัยคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เทศบาลตำบลบางเหรียง จังหวัดสงขลา. ม.ป.ป. ข้อมูลทั่วไปของตำบาลบางเหรียง. http://www.bangrieang.go.th/frontpage, 16 กรกฎาคม 2563.

บุญชม ศรีสะอาด. 2535. การวิจัยเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิเชฐ คูหเพ็ญแสง. 2546. เรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยวบริเวณชายหาดจังหวัดระยอง. สารนิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พีรชัย กุลชัย, กัลยาณี กุลชัย. 2548. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจในการท่องเที่ยวเชิงเกษตร. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุภดี แหยมสุขสวัสดิ์, สุริยา รักษาเมือง, สมาน งามสนิท. 2562. การจัดการการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในจังหวัดระยอง. วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์. 8: 136–144.

วิเชียร ขุนเพชร. 2562. สัมภาษณ์, 23 ตุลาคม 2562.

Hinkle, D.E. 1998. Applied Statistics for the Behavioral Sciences. Houghton Mifflin. Boston, USA.

ความพึงพอใจโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ

Satisfaction of the healthy food innovation project of the Thai Wisdom Learning Center Community Enterprises, Samut Prakarn Province

ธนัฏดา เหลี่ยมเพชร*, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์

Thanadda Liemphet*, Suneeporn Suwanmaneepong

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040481@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ความพึงพอใจในโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ และ 2) ลักษณะประชากรศาสตร์ที่สมาชิกที่มาใช้บริการ โดยวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากสมาชิกโครงการจำนวนทั้งหมด 133 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ T-Test, F-Test ผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมสมาชิกมีความพึงพอใจในบริการของโครงการฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.26, SD = 0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีความพึงพอใจต่อบริการด้านบุคลากรมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.25, SD = 0.48) รองลงมาได้แก่ บริการด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.50, SD = 0.52) บริการด้านผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.43, SD = 0.56) บริการด้านกระบวนการให้บริการ ($\overline{X}$ = 4.34, SD = 0.60) บริการด้านสถานที่ ($\overline{X}$ = 4.08, SD = 0.79) บริการด้านลักษณะทางกายภาพ ($\overline{X}$ = 4.00, SD = 0.71) และบริการด้านส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 3.93, SD = 0.78) และพบว่า ลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ต่างกันมีความพึงพอใจในการบริการโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การให้บริการ, ความพึงพอใจ, โครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ, วิสาหกิจชุมชน

Abstract

This research aimed to investigate: 1) satisfaction of the Healthy Food Innovation Project, and 2) demographic characteristics members who use the service of the Thai Wisdom Learning Center Community Enterprises, Samut Prakarn Province. Questionnaires were employed to gather data from a total of 133 members of the project. The data were analyzed using descriptive statistics, namely frequency, percent, standard deviation, T-test, and F-test. Overall, the result revealed that the members were satisfied with the project's services at a highest level ($\overline{X}$ = 4.26, SD = 0.51). Considering each factor, personnel services exhibited the highest satisfaction ($\overline{X}$ = 4.254, SD = 0.48), followed by the price service ($\overline{X}$ = 4.50, SD = 0.52), product service ($\overline{X}$ = 4.43, SD = 0.56), process service ($\overline{X}$ = 4.34, SD = 0.60), distribution channel service ($\overline{X}$ = 4.08, SD = 0.79), physical characteristics service ($\overline{X}$ = 4.00, SD = 0.71), and promotion service ($\overline{X}$ = 3.93, SD = 0.78). Moreover, the result exposed that demographic characteristics, namely gender, age, education level, occupation, and average monthly income, were statistically significant differences in service satisfaction of the Healthy Food Innovation Project at 0.05 level.

Keywords: community enterprises, healthy food innovation project, satisfaction, service

คำนำ

เห็ดสมุนไพร เป็นเห็ดที่ได้รับการเพาะปลูกเพื่อให้มีโปรตีนสูง วิตามิน สารต้านอนุมูลอิสระและกรดอะมิโนเห็ดสมุนไพรเป็นที่รู้จักสำหรับการรักษาโรคภูมิแพ้ การอักเสบ บรรเทาโรคหอบหืด โรค หลอดลมอักเสบ และเพิ่มการทำงานของระบบประสาท เนื่องจากความสนใจของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ผลิตภัณฑ์เห็ดสมุนไพรจึงมีหลากหลายรูปแบบมากขึ้น รูปแบบการซื้อของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารที่เป็นยารักษาโรค (ถิรธนา, 2561) ในการนี้ วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ เป็นสถานที่ในการฝึกอบรมการเพาะเห็ดแบบครบวงจร และการเพาะเห็ดถั่งเช่ารวมถึงการสอนแปรรูปจากเห็ดเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร วิสาหกิจชุมชนแห่งนี้เกิดขึ้นได้จากการรวมตัวของคนในพื้นที่ โดยมี ครูบุญเลิศ ไทยทัตกุล เป็นประธาน (การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย บางโฉลง, ม.ป.ป) วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ ร่วมกับมูลนิธิศูนย์บูรณาการพัฒนามนุษย์ ได้จัดทำโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ ช่วยเหลือผู้ป่วยทุก ๆโรค ที่ขาดแคลนโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ครูบุญเลิศ ไทยทัตกุล เป็นคิดค้นและแปรรูปเห็ดมาเป็นยารักษาโรค ที่สามารถรักษาได้ทุกโรค โครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพได้เปิดมานาน ถึง 2 ปี มีผู้ป่วยที่เข้ามารักษาประมาณ 200 คน ส่วนใหญ่จะเป็นโรคมะเร็ง ความดัน เบาหวาน เป็นต้น โดยในการเข้ามารักษา มีเงื่อนไขคือต้องมีใบแพทย์เพราะจะได้ทราบถึงอาการและจัดยารักษาตรงตามจุดของโรค ซึ่งทางครูบุญเลิศ จะจัดยาที่สกัดจากเห็ด 100 เปอร์เซ็นให้คน 500 เม็ดฟรี เพื่อนำไปรับประทานแต่ต้องจดอาการทุกครั้งเพื่อเป็นข้อมูลของผู้ป่วย ยาหมดหากยังไม่หายทางครูบุญเลิศ จะได้รู้ว่ามีอาการหรือมีความเคลื่อนไหวอย่างไรของผู้ป่วยแต่ละคน โดยทางครูบุญเลิศ จะเปิดรับผู้ป่วยและรับยาต่อเนื่อง ทุกวันพุธของต้นเดือนทุกเดือน (บุญเลิศ ไทยทัตกุล, สัมภาษณ์, 5 สิงหาคม พ.ศ. 2563)

การศึกษาครั้งนี้ศึกษาความพึงพอใจในการบริการโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพและบริการของโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษา และสามารถนำผลที่ได้ไปวางแผนพัฒนารูปแบบการให้บริการของโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ สมาชิกที่เข้ามาใช้บริการในโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 200 ราย โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และความคลาดเคลื่อนไว้ที่ 0.05 จึงได้กลุ่มตัวอย่าง 133 ราย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากผู้ที่ได้มาใช้บริการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีคำถามแบบปลายปิด (Closed-Ended Questionnaire) โดยสร้างขึ้นจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สามารถแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของสมาชิกที่เข้ามาใช้บริการโครงการ ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ระยะเวลาที่เข้ามาใช้บริการ ช่วงเวลาที่เข้ามาใช้บริการ และเหตุผลที่เข้ามาใช้บริการ

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของสมาชิกที่เข้ามาใช้บริการที่มีความคิดเห็นต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ 7 ด้าน (ศิริวรรณ และคณะ, 2541) ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านสถานที่ ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคคล ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านกระบวนการให้บริการ โดยกำหนดความพึงพอใจ 5 ระดับ โดยวิธี Likert Scale ดังนี้ (สุนิชา, 2559)

5	คะแนน	หมายถึง	มากที่สุด
4	คะแนน	หมายถึง	มาก
3	คะแนน	หมายถึง	ปานกลาง
2	คะแนน	หมายถึง	น้อย
1	คะแนน	หมายถึง	น้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลจากคำตอบในแบบสอบถาม จึงนำข้อมูลมาประมวลผล และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้ค่าสถิติอธิบายผลการวิจัยดังนี้

1) สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ในการอธิบายลักษณะทางประชากรศาสตร์และความพอใจต่อบริการของโครงการ

2) สถิติอนุมาน (inferential statistics) ได้แก่ สถิติ t-test และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) หรือ F-test เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจในการบริการโครงการ

ผลการศึกษา

ลักษณะทางประชากรศาสตร์

ส่วนมากเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 33.80) ซึ่งมีอายุ ระหว่าง 51–60 ปี (ร้อยละ 27.1) สถานภาพสมรส (ร้อยละ 18.1) จบการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 33.1) ประกอบอาชีพ อื่นๆ (ร้อยละ 30.1) มีรายได้ 5,001–10,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 32.3) ระยะเวลาที่เข้ามาใช้บริการ น้อยกว่า 1 ปี (ร้อยละ 61.6) ส่วนใหญ่เข้ามาใช้บริการในช่วง 8.00 น.–12.00 น. (ร้อยละ 66.2) และเหตุผลที่เข้ามาใช้บริการ คือโครงการเป็นที่ยอมรับน่าเชื่อถือ (ร้อยละ26.3)

ความพึงพอใจของสมาชิกที่เข้ามาใช้บริการของโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ

ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของสมาชิกที่เข้ามาใช้บริการโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ ทั้งหมด 7 ด้าน พบว่า สมาชิกที่เข้ามาใช้บริการโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ มีความพึงพอใจในการบริการของโครงการฯ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.26) โดยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคลากร ($\overline{X}$ = 4.54) ด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.50) ด้านผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.43) ด้านกระบวนการให้บริการ ($\overline{X}$ = 4.43) และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 3 ด้าน คือ ด้านสถานที่ ($\overline{X}$ = 4.08) ด้านลักษณะทางกายภาพ ($\overline{X}$ = 4.00) และด้านส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 3.93) (Table 1)

Table 1 Member satisfaction with healthy food innovation program

	Member satisfaction 7	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1.	Product	4.43	0.567	Most
2.	Price	4.50	0.523	Most
3.	Place	4.08	0.797	More
4.	Promotion	3.93	0.785	More
5.	People	4.54	0.484	Most
6.	Physical Evidence	4.00	0.717	More
7.	Process	4.34	0.604	Most
	Total	**4.26**	**0.517**	**Most**

เมื่อพิจารณา เป็นรายด้านพบรายละเอียดดังนี้

ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.43) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สมาชิกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ในด้านการมีบริการให้คำแนะนำเกี่ยวกับสินค้าเป็นอย่างดี ($\overline{X}$ = 4.52) การให้บริการมีคุณภาพ ($\overline{X}$ = 4.51) และมีการพัฒนาการให้บริการอย่างต่อเนื่อง ($\overline{X}$ = 4.48) (Table 2)

Table 2 Satisfaction on product service aspect of the healthy food innovation programs

	Marketing mix (Product)	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1	The healthy food innovation project is famous.	4.34	0.695	Most
2	Quality Service	4.51	0.635	Most
3	Continuous service development	4.48	0.647	Most
4	The benefits of the product can be used instead of modern medicine.	4.34	0.727	Most
5	The staff were very friendly and helpful.	4.52	0.635	Most
	Total	**4.43**	**0.567**	**Most**

ด้านราคา (Price) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สมาชิกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ในด้านราคาเหมาะสมกับการให้บริการ ($\overline{X}$ = 4.56) คุณภาพของการให้บริการมีความเหมาะสมต่อราคาค่าใช้บริการ ($\overline{X}$ = 4.56) และราคาถูกเมื่อเทียบกับการรักษาในแบบอื่นๆ ($\overline{X}$ = 4.41) (Table 3)

Table 3 Satisfaction on price service aspect of the healthy food innovation programs

	Marketing mix (Price)	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1	The price is reasonable for service.	4.56	0.596	Most
2	The quality of service is suitable for the price of the service.	4.56	0.621	Most
3	Cheap compared to other treatments	4.41	0.653	Most
	Total	**4.50**	**0.523**	**Most**

ด้านสถานที่ (Place) โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สมาชิกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ในด้านการเดินทางไปโครงการฯ ได้สะดวก ($\overline{X}$ = 4.16) หลากหลายรูปแบบ ($\overline{X}$ = 4.12) และสภาพแวดล้อมโดยรอบมีความปลอดภัย ($\overline{X}$ = 4.09) (Table 4)

Table 4 Satisfaction on place service aspect of the healthy food innovation programs

	Marketing mix (Place)	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1	You can travel to healthy food innovation projects through a variety of channels, such as buses. Private Car.	4.12	0.853	More
2	Easy access to healthy food innovation program.	4.16	0.886	More
3	The surrounding environment is safe.	4.09	0.783	More
4	Clear location and direction markers or markers.	3.98	0.900	More
	Total	**4.08**	**0.797**	**More**

ด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion) โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.93) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สมาชิกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ การประชาสัมพันธ์โครงการทางช่องทางต่างๆ เช่น มีการบอกต่อเว็บไซต์ ($\overline{X}$ = 3.96) มีสื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาและสุขภาพทั่วไปที่น่าเชื่อถือ ($\overline{X}$ = 3.92) (Table 5)

Table 5 Satisfaction on promotion service aspect of the healthy food innovation programs

	Marketing mix (Promotion)	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1	Reliable knowledge of medications and general health, such as Boards, Public Relations Badges	3.92	0.798	More
2	Health food innovation programs are promoted through various channels such as website telling.	3.96	0.839	More
	Total	**3.93**	**0.785**	**More**

ด้านบุคลากร (People) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สมาชิกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 3 อันดับที่สำคัญ ได้แก่ แพทย์ และเจ้าหน้าที่ ยิ้มแย้ม แจ่มใส สุภาพ ($\overline{X}$ = 4.68) แพทย์ และเจ้าหน้าที่ให้ความสำคัญกับผู้ที่เข้ามาใช้บริการเท่าเทียมกัน ($\overline{X}$ = 4.65) แพทย์ และเจ้าหน้าที่มีความกระตือรือร้นในการให้บริการ ($\overline{X}$ = 4.62) (Table 6)

Table 6 Satisfaction on people service aspect of the healthy food innovation programs

	Marketing mix (People)	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1	Modernization of tools Medical equipment that is ready for treatment.	4.28	0.689	Most
2	Doctors and staff knowledge and ability to provide professional services	4.44	0.621	Most
3	Doctor scrutinized	4.52	0.598	Most
4	Doctors and staff very good advice.	4.59	0.551	Most
5	Doctors and staff were very friendly and helpful.	4.68	0.528	Most
6	Doctors and staff are equally focused on those who use the service.	4.65	0.539	Most
7	Doctors and staff enthusiasm for the service.	4.62	0.572	Most
	Total	**4.54**	**0.484**	**Most**

ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.00) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สมาชิกมีความพึงพอใจระดับบมากที่สุดในด้านเครื่องมือที่ใช้ในการให้บริการมีความสะอาด ($\overline{X}$ = 4.27) และด้านความสะอาดและสวยงามของสถานที่ ($\overline{X}$ = 4.26) และพึงพอใจระดับมากในด้านความสะอาดของห้องน้ำ ($\overline{X}$ = 4.09) (Table 7)

Table 7 Satisfaction on physical evidence service aspect of the healthy food innovation programs

	Marketing mix (Physical Evidence)	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1	Cleanliness and beautiful of the place.	4.26	0.725	Most
2	The tools used to provide the service are sanitary.	4.27	0.719	Most
3	Cleanliness of the toilet.	4.09	0.821	More
4	There are enough seats to accommodate.	3.82	0.968	More
5	Facilities include drinking water, air conditioning.	4.05	0.791	More
6	Place is cool, not hot.	4.08	0.813	More
7	Suitability of the size of the place that supports the visitor.	3.80	0.975	More
8	Parking Adequacy	3.66	0.920	More
	Total	**4.00**	**0.717**	**More**

ด้านกระบวนการให้บริการ (Process) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.34) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า สมาชิกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ในมีขั้นตอนการบริการที่เข้าใจง่าย ($\overline{X}$ = 4.44) สามารถติดต่อได้ง่ายเมื่อเกิดปัญหา หรือ ต้องการนัดหมาย ($\overline{X}$ = 4.44) มีการให้บริการอย่างเสมอภาคตามลำดับ ก่อนหลัง ไม่เลือกปฏิบัติ ($\overline{X}$ = 4.38) และช่วงเวลาเปิดบริการมีความเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.38) (Table 8)

Table 8 Satisfaction on process service aspect of the healthy food innovation programs

	Marketing mix (Process)	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1	Easy-to-understand service procedures	4.44	0.655	Most
2	Staff were very friendly and helpful.	4.07	0.863	More
3	There is an equitable service in order. First and for all, and do not discriminate.	4.38	0.671	Most
4	Can be easily contacted when problems occur or require an appointment.	4.44	0.644	Most
5	Opening hours are appropriate.	4.38	0.682	Most
	Total	**4.34**	**0.604**	**Most**

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อความพึงพอใจในบริการของโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ วิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ

ผลการศึกษา พบว่า ระดับการศึกษา และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ที่แตกต่างกัน มีผลต่อความพึงพอใจในการบริการโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ ส่วน เพศ อายุ สถานภาพ และอาชีพ ที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อความพึงพอใจในการบริการโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Table 9)

Table 9 Compare demographic characteristics that affect service satisfaction of healthy food innovation programs

	Member satisfaction factors	Sex	Age	Status	Education	Career	Income
1	Product	0.405	0.714	0.420	0.032*	0.022*	0.440
2	Price	0.577	0.075	0.512	0.023*	0.016*	0.055
3	Place	0.620	0.061	0.284	0.000*	0.209	0.022
4	Promotion	0.950	0.971	0.292	0.003*	0.374	0.282
5	People	0.132	0.615	0.866	0.007*	0.010*	0.015*
6	Physical Evidence	0.252	0.048*	0.448	0.728	0.391	0.017*
7	Process	0.176	0.746	0.297	0.002*	0.232	0.037*
	Total	0.402	0.524	0.395	0.001*	0.079	0.021*

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาความพึงพอใจในโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ โดยเก็บข้อมูลจากสมาชิกโครงการจำนวนทั้งหมด 133 ราย โดยประเมินจาก

ความพึงพอใจที่มีต่อโครงการฯ 7 ด้าน ผลการศึกษา พบว่า สมาชิกมีความพึงพอใจในการบริการของโครงการฯ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.26) โดยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านบุคลากร ($\overline{X}$ = 4.54) ($\overline{X}$ = 4.54) ด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.50) ด้านผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.43) ด้านกระบวนการให้บริการ ($\overline{X}$ = 4.34) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พรชัย (2557) ศึกษา ความคาดหวังและการรับรู้ของผู้รับบริการต่อคุณภาพบริการโรงพยาบาล พบว่า ระดับความพึงพอใจในคุณภาพการให้บริการพบว่าด้าน คุณภาพการให้บริการของบุคลากรมากที่สุด และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 3 ด้าน คือ ด้านสถานที่ ($\overline{X}$ = 4.08) ด้านลักษณะทางกายภาพ ($\overline{X}$ = 4.00) และด้านส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 3.93) พอใจในคุณภาพการให้บริการ ซึ่งความพึงพอใจทั้ง 3 ด้านนี้ทางโครงการควรมีการปรับปรุงการให้บริการแก่สมาชิกเพื่อให้สมาชิกที่เข้ามาใช้บริการมีความพึงพอใจมากขึ้น และเนื่องจากสมาชิกที่มาใช้บริการโครงการของวิสาหกิจชุมชนแห่งนี้ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง สูงอายุ จึงมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงดังนี้

ด้านสถานที่ (Place) ควรปรับปรุงด้านการเดินทางไปโครงการฯ ได้สะดวก มีรูปแบบการเดินทางที่หลากหลายรูปแบบ และปรับปรุงสภาพแวดล้อม ภูมิทัศน์โดยรอบมีความปลอดภัย

ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical) ควรปรับปรุงด้านความสะอาดและสวยงามของสถานที่ ความสะอาดของห้องน้ำที่มีไว้ให้บริการแก่สมาชิก โดยอาจขอความร่วมมือของสมาชิกร่วมกันทำความสะอาดสถานที่และห้องน้ำ ในรูปแบบการอาสาสมัคร และขอความร่วมมือให้สมาชิกที่เข้ามาใช้บริการร่วมกันรักษยความสะอาดทิ้งขยะให้เป็นที่เป็นทางในบริเวณที่ทางโครงการจัดไว้ให้อย่างเคร่งครัด

ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ควรปรับปรุงการประชาสัมพันธ์โครงการทางช่องทางต่าง ๆ เช่น การกระตุ้นให้สมาชิกมีการบอกต่อแบบปากต่อปาก การสร้างช่องทางการสื่อสารทาง online เช่น website หรือ facebook เพื่อให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้สะดวกรวดเร็วทันสมัยเหมาะกับพฤติกรรมผู้บริโภคในปัจจุบัน นอกจากนี้ควรมีการจัดทำสื่อที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาและสุขภาพทั่วไปที่น่าเชื่อถือ

ทั้งนี้ การดำเนินการตามข้อเสนอแนะข้างต้น ทางโครงการนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพของวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังหวัดสมุทรปราการ อาจมอบหมายให้นักศึกษาที่เข้ามาฝึกงานทำโครงการสหกิจ เพื่อพัฒนาต่อยอด และหรือสามารถขอความร่วมมือจากสถาบันการศึกษา ในพื้นที่ เข้ามาให้บริการวิชาการเพื่อช่วยทำสื่อประชาสัมพันธ์ หรือปรับปรุงภูมิทัศน์ต่างๆ ของสถานที่ได้ โดยทางวิสาหกิจชุมชนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาร่วมกัน ก็จะทำให้สามารถปรับปรุงการให้บริการของโครงการมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย จังวัดสมุทรปราการ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยบางโฉลง. (ม.ป.ป). ประวัติความเป็นมาของวิสาหกิจชุมชน ศูนย์การเรียนรู้ภูมิปัญญาไทย. https://sites.google.com/ dei. ac.th/ nfe- bangchalong/, วันที่ 3 กันยายน 2563.

ถิรธนา อินทรีย์. 2561. แผนธุรกิจผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเห็ดสมุนไพรบำรุงสุขภาพสารสกัดจากถั่งเช่า. การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ทิพวรรณ เอื้อใหม่สกุล. 2553. การเพิ่มประสิทธิภาพในกำรให้บริกำรลูกค้า กรณีศึกษาธนาคาร A สาขา AAA. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

บุญเลิศ ไทยทัตกุล. สัมภาษณ์, 5 สิงหาคม พ.ศ. 2563.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. 2552. การบริหารการตลาดยุคใหม่. ธรรมสาร, กรุงเทพฯ.

สุนิชา ทิพยไกรศร. 2559.ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจซื้อบ้านของการเคหะแห่งชาติในเขตพัทยา กรณีศึกษา ผู้อยู่อาศัยในโครงการบ้านเอื้ออาทร จังหวัดชลบุรี เนินพลับหวาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis, 3rd ed. Harper and Row Publications. New York, USA.

ความพึงพอใจของลูกค้าต่อการบริการช่วงโควิด 19: กรณีศึกษา ตลาดสุขใจ

The customers satisfaction towards service during COVID 19: A case study of Sookjai Market

ชมพูนุท ผลโพธิ์*, ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์

Chompoonut Phonpho*, Duangkamol Panrosthip Thunmathiwat

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040472@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานของลูกค้า 2) ความพึงพอใจในการใช้บริการตลาดสุขใจ ช่วงโควิด 19 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากลูกค้า จำนวน 150 ราย สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า ลูกค้าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 40–49 ปี รายได้ต่อเดือน 20,001–30.000 บาท จบการศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพรับราชการและรัฐวิสาหกิจ ลูกค้ามีความพึงพอใจในการใช้บริการในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.11) โดยมีความพึงพอใจมากที่สุดในการจัดการตลาดในช่วงโควิด 19 (ค่าเฉลี่ย 4.38) และด้านสินค้า (ค่าเฉลี่ย 4.25) ความพึงพอใจมากด้านราคาและการส่งเสริมการตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.07 และ 3.75ตามลำดับ) ปัจจัยด้านสถานที่ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.20) และมีข้อเสนอแนะให้เพิ่มการประชาสัมพันธ์ให้ลูกค้ามีความตระหนักในการป้องกันตนเองจาก Covid 19

คำสำคัญ: การบริการ, ความพึงพอใจ,โควิด 19, ตลาดสุขใจ

Abstract

The objectives of this research were to study 1) basic information of customer 2) customer's satisfaction towards service of Sookjai Market during COVID 19. Data were collected from 150 customers by using questionaire. Statistical analyses were frequency, percentage , mean and standard deviation. The results showed that most of customer were female, aged 40–49 years, income 20,001–30,000 baht/month, graduated with a bachelor's degree, occupation in government service and state enterprises .The overall customer satisfaction had high level (mean 4.11). The highest satisfaction in market management during Covid 19 (mean 4.38) and product (mean 4.25). Satisfaction in terms of pricing and marketing promotion at high level (mean 4.07 and 3.75 respectively). Term of place had satisfaction at a moderate level (mean 3.20) . Suggestions to increase public relations to make customer aware of the self-defense from Covid 19.

Keywords: Covid 19, satisfaction, service, Sookjai Market

คำนำ

ตลาดสุขใจเป็นสถานที่จำหน่ายสินค้าของกลุ่มเกษตรกรในเครือข่ายสามพรานโมเดลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 โดยตั้งอยู่ในพื้นที่โรงแรมสวนสามพราน ซึ่งถือว่าเป็นศูนย์รวมสินค้าเกษตรอินทรีย์ และอาหารปลอดภัย ที่มีพืชผักเกษตรอินทรีย์วางขายให้เลือกซื้อ ทั้งของสด พืชผักผลไม้ของแปรรูป และอาหารปรุงสดอีกมากมายและ เป็นแหล่งเรียนรู้แลกเปลี่ยนสังคมอินทรีย์ ระบบอาหารสมดุล ที่มีแนวคิดในการขยายเครือข่ายสังคมอินทรีย์ไป ทั่วประเทศ ซึ่งผู้บริโภคให้ความสนใจมาเลือกซื้อสินค้าที่ตลาดเป็นจำนวนมาก (ฐานเศรษฐกิจ, 2563) จนกระทั่งในช่วงเดือนมีนาคมปี พ.ศ. 2563 ได้เกิดการระบาดหนักของโรคโควิด 19 ในประเทศไทยทำให้ รัฐบาลต้องประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินทั่วราชอาณาจักร โดยอาศัยอำนาจ ตามพระราชกำหนด การบริหาร ราชการในสถานการณ์ฉุกเฉินฯ เพื่อควบคุมสถานการณ์ การระบาดของโรคติดต่ออันตรายร้ายแรงตั้งแต่วันที่ 26 มีนาคม 2563 เป็นต้นไป ส่งผลให้เกิดการห้ามประชาชนเข้าไปในพื้นที่หรือสถานที่ซึ่งมีความเสี่ยง ต่อการ ติดเชื้อโรคโควิด 19 ทำให้สถานประกอบการร้านค้าต่างๆ ปิดให้บริการเป็นจำนวนมาก แต่ตลาดสุขใจยังคงเปิดให้บริการได้ตามปกติ โดยมีมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดภายในตลาดสุขใจ และมีการส่งเสริมการปฏิบัติอย่างเคร่งครัดและต่อเนื่องโดยมีการให้บริการเจลแอลกอฮอล์ล้างมือ การคัดกรองผู้เข้ามาตลาดสุขใจตรวจวัดอุณหภูมิลูกค้า การคัดกรองและการดูแลสุขอนามัยของพ่อค้าแม่ค้าและผู้ปฏิบัติหน้าที่ก่อนเข้าตลาดการจำกัดจำนวนลูกค้าในการเข้าซื้อสินค้า และการการเว้นระยะห่างจากสังคม (Social Distancing) ด้วยรูปแบบที่เปลี่ยนจากเดิมความพึงพอใจในการใช้บริการของลูกค้าจึงถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะจะทำให้ตลาดสามารถแก้ไขในสิ่งที่ลูกค้าแนะนำตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ในปัจจุบัน

การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปในเรื่องของความพึงพอใจของลูกค้าในการใช้บริการของตลาดสุขใจ และข้อเสนอแนะของลูกค้าที่มีต่อการใช้บริการของตลาดในช่วงโควิด 19 เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงพัฒนาการให้บริการและมาตรการป้องกันโรคระบาดที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ลูกค้าที่มาใช้บริการตลาดสุขใจ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

กลุ่มตัวอย่าง ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเป็นลูกค้าจำนวน 150 คน ที่มาใช้บริการที่ตลาดสุขใจ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ช่วง Covid 19

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยแบ่งเป็น 2 ตอน

ตอน 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้บริการ โดยเป็นคำถามปลายปิด มีทั้งหมด 5 ข้อคือ เพศ อายุ รายได้ต่อเดือน ระดับการศึกษา อาชีพ

ตอน 2 ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคในการใช้บริการของตลาดสุขใจในช่วงโควิด 19 โดยแบ่งประเด็นในการสำรวจความพึงพอใจเป็น 2 ด้านคือ 1) ด้านส่วนประสมทางการตลาด โดยแยกเป็น 1.1) ปัจจัยด้าน

สินค้า (Product) 1.2) ปัจจัยด้านสถานที่ (Place) 1.3) ด้านราคา(Price) 1.4) ปัจจัยด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion) 2) ด้านการจัดการตลาดในช่วงโควิด 19 ในประเด็นของมาตรการของตลาดในเรื่องความปลอดภัยในการเปิดให้บริการช่วง Covid 19

ตอน 3 ข้อเสนอแนะที่มีต่อตลาดสุขใจในช่วงโควิด 19

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ตรวจสอบแบบสอบถามว่าตรงตามวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานหรือไม่โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาและเจ้าหน้าที่มูลนิธิสังคมสุขใจ ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบงานโดยตรงทำการตรวจสอบความสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแจกแบบสอบถามให้กับลูกค้าที่มาใช้บริการที่ตลาดสุขใจในช่วงวันเสาร์และวันอาทิตย์ของแต่ละสัปดาห์ซึ่งเป็นวันเปิดทำการของตลาด เริ่มเก็บข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจของลูกค้าในการใช้บริการของตลาดสุขใจ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ช่วงโควิด 19 ระหว่างวันที่ 10 ตุลาคม 2563 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย (Mean) และวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของระดับความพึงพอใจในการใช้บริการแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert) วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) (เพ็ญแข และคณะ, 2551) โดยใช้เกณฑ์ดังนี้คะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.41–4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 2.61–3.40 หมายถึง มี ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลางคะแนนเฉลี่ย 1.81–2.60 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยคะแนน เฉลี่ย 1.00–1.80 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ข้อมูลพื้นฐานของลูกค้า

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของลูกค้าที่มาใช้บริการตลาดสุขใจพบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 64.70 มีอายุ 40–49 ปี มากที่สุด ร้อยละ 40.0 รองลงมาอายุ 30–39 ปี ร้อยละ 44 และน้อยที่สุด อายุ 20–29 ปี ร้อยละ 10.00 รายได้ต่อเดือนคือ 20,001–30,000 บาท มากที่สุดร้อยละ 44.0 รองลงมารายได้มากกว่า 30,001 ขึ้นไปร้อยละ 28.00 และน้อยที่สุด ต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 2.00 ระดับการศึกษาปริญญาตรีมากสุด ร้อยละ 50.7 และน้อยสุดคือ ประถมศึกษา ร้อยละ 0.70 อาชีพข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจมากที่สุดร้อยละ 34.0 น้อยที่สุดคือ รับจ้างทั่วไปร้อยละ 2.00 (Table1)

Table 1 Basic information of Costumer

Characteristics	Frequency	Percentage
Gender		
Male	53	35.30
Female	97	64.70
Age		
20–29 years	15	10.00
30–39 years	44	29.30
40–49 years	60	40.00
≥ 50 years	31	20.70
Income		
< 10,000 baht	3	2.00
10,001–20,000 baht	39	26.00
20,001–30,000 baht	66	44.00
≥ 30,001 baht	42	28.00
Education level		
Primary education	1	.70
Lower secondary education	2	1.30
High school / vocational certificate	39	26.00
Diploma / Diploma	2	1.30
Bachelor's degree	76	50.70
Postgraduate Primary education	30	20.00
Career		
Government officials / state enterprises	51	34.00
Personal business / trading	38	25.30
Company employee	45	30.00
Farmers	13	8.70
Others (general contractor)	3	2.00

ความพึงพอใจด้านส่วนประสมทางการตลาด

ศึกษาด้านส่วนประสมทางการตลาดดังนี้ ปัจจัยด้านสินค้า (Product) ภาพรวมมีระดับความพึงพอใจระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.25, SD = 0.66) โดยจากการศึกษากับลูกค้าพบว่า ประเด็นสินค้ามีความสะอาดปลอดภัย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.49, SD = 0.564) โดยทางตลาดไม่อนุญาตให้ลูกค้าหยิบจับสินค้าเอง แต่จะให้พ่อค้าแม่ค้าที่สวมถุงมือหยิบสินค้าให้ประเด็นอื่นๆ เช่น สินค้ามีความหลากหลาย ปริมาณสินค้ามีเพียงพอต่อความต้องการ และสินค้ามีคุณภาพ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกประเด็น

ปัจจัยด้านสถานที่ (Place) อยู่ในระดับพึงพอใจปานกลาง ($\overline{x}$ = 3.20, SD = 0.77) โดยจากการศึกษากับลูกค้าพบว่า ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือมีการจัดเส้นทางเดินในการเลือกซื้อสินค้าและทางเดินเข้าออกตลาดที่ชัดเจน ($\overline{x}$ = 4.17, SD = 0.718) นอกจากนี้ตลาดยังมีจุดในการยืนเลือกซื้อสินค้าและจุดรอคิวในการซื้อสินค้าโดยมีการเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Distancing) ส่วนประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือสถานที่จอดรถมีความสะดวกสบายและเพียงพอต่อจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการ ($\overline{x}$ = 3.81, SD = 0.833)

ปัจจัยด้านราคา (Price) อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\overline{x}$ = 4.07, SD = 0.70) โดยจากการศึกษากับลูกค้าพบว่า ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ สินค้ามีราคาหลายระดับให้เลือกซื้อ ($\overline{x}$ = 4.19, SD = 0.711) โดยในช่วงโควิด 19 พ่อค้าแม่ค้าที่ตลาดสุขใจไม่มีการขึ้นราคาสินค้าและมีราคาหลายระดับให้เลือกซื้อและประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือประเด็นการระบุราคาของสินค้าแต่ละชนิดอย่างชัดเจน ($\overline{x}$ = 3.98 , SD = 0.700)

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก($\overline{x}$ = 3.75, SD = 0.74) โดยจากการศึกษากับลูกค้าพบว่า ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือการกระจายเสียงประชาสัมพันธ์หรือให้ข้อมูลต่างๆ ภายในตลาดสุขใจโดยในช่วงโควิดยังคงมีการประชาสัมพันธ์สินค้าต่างๆ เช่นเดิมแต่มีการระมัดระวังมากยิ่งขึ้นโดยการใส่แมสในการพูด ($\overline{x}$ = 3.87, SD = 0.762) และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือประเด็นกิจกรรมต่างๆ ที่ตลาดจัดขึ้นเพื่อส่งเสริมการตลาด ($\overline{x}$ = 3.66, SD = 0.713) โดยตลาดเป็นห่วงเรื่องความปลอดภัยของผู้ลูกค้าจึงงดจัดกิจกรรมต่างๆ Fig. 1

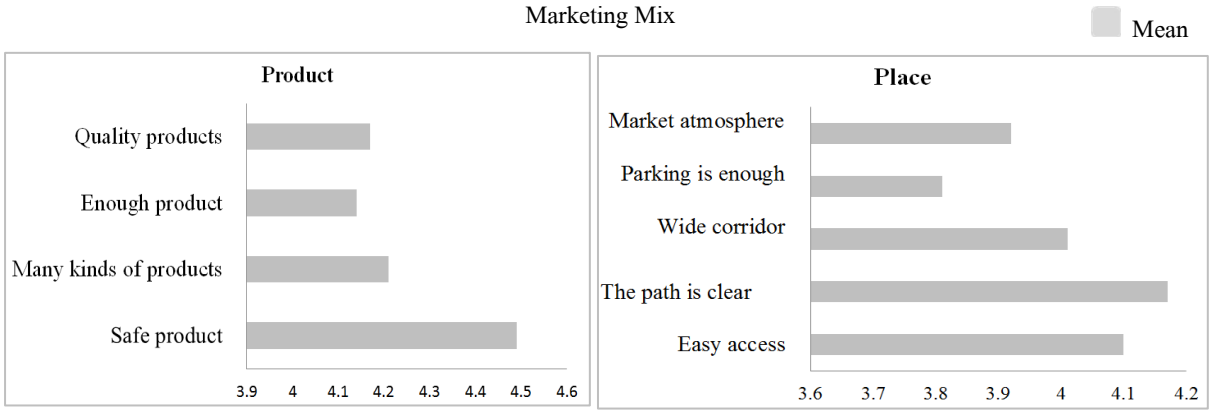


Fig. 1 Average of customer satisfaction in marketing mix

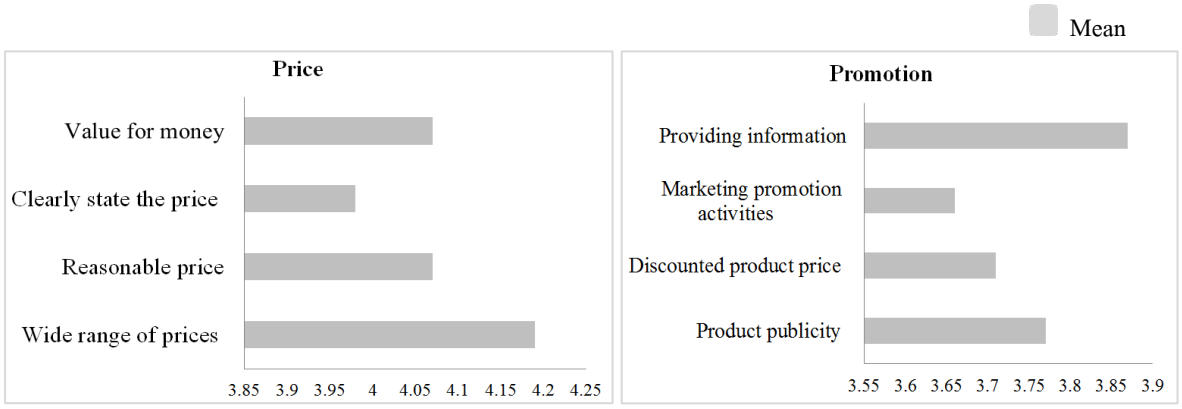


Fig. 1 (per)

ด้านการจัดการตลาดในช่วงโควิด 19

การจัดการตลาดในช่วงโควิด 19 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.38, SD = 0.66) โดยจากการศึกษากับลูกค้าพบว่า ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือการตรวจวัดอุณหภูมิและให้ลูกค้า Check-in และ Check-out และมีจุดบริการเจลแอลกอฮอล์ล้างมือ ($\overline{X}$ = 4.48, SD = 0.599) รองลงมาคือประเด็น ภายในตลาดมีความสะอาดและไม่มีจุดที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโควิด ($\overline{X}$ = 4.46, SD = 0.631) และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ มีการประชาสัมพันธ์ข่าวสารเกี่ยวกับสถานการณ์โควิด 19 ให้ผู้บริโภคได้มีการระมัดระวังตัว ($\overline{X}$ = 4.22, SD = 0.767) Fig. 2

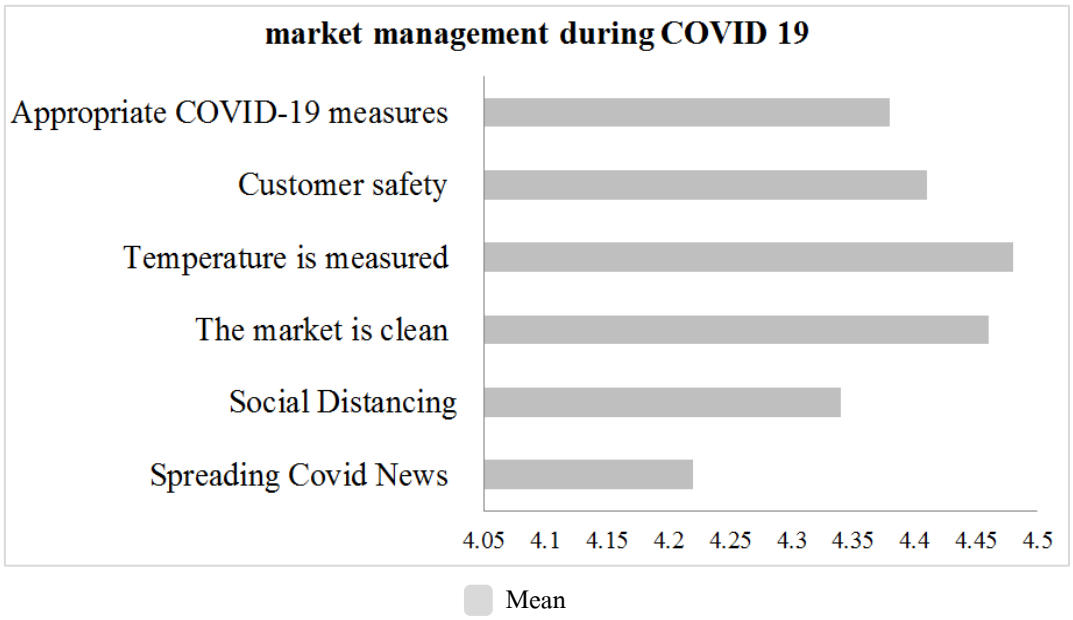


Fig. 2 Average of customer satisfaction in market management during COVID 19

ข้อเสนอแนะมีต่อตลาดสุขใจช่วงโควิด

ผลการศึกษาพบว่าข้อเสนอแนะที่ลูกค้าให้คือต้องการให้สินค้าภายในตลาดมีความหลากหลายมากกว่าเดิม ซึ่งลูกค้าบางท่านคาดหวังถึงสินค้าที่มีหลากหลายชนิดและเป็นสินค้าที่ดีต่อสุขภาพซึ่งตลาดสุขใจเป็นตลาดสินค้า

อินทรีย์ที่เดียวที่ยังเปิดให้บริการในช่วงโควิด 19 และในเรื่องของสินค้าบางชนิดไม่เพียงพอต่อความต้องการ ส่วนในเรื่องของสถานที่จอดรถอยากให้มีเพียงพอต่อลูกค้าที่มาใช้บริการและต้องการให้ระบุราคาของสินค้าแต่ละชนิดอย่างชัดเจน

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า ภาพรวมความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมากมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.11 ด้านสินค้า (Product) ประเด็นในเรื่องของปริมาณสินค้าเพียงพอต่อความต้องการมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากสินค้าบางชนิดมีน้อยเกินไปซึ่งลูกค้าบางท่านมีความคาดหวังที่จะมาซื้อสินค้าที่ตลาดและอาจเป็นเพราะตลาดทั่วไปปิดลูกค้าจึงมีความคาดหวังสูง ในด้านของสถานที่ (Place) ประเด็นในเรื่องของความกว้างของทางเดินในตลาดมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากในช่วงของโควิด 19 ทางตลาดได้มีการปรับร้านและช่องทางเดินในตลาดใหม่ซึ่งทำให้ความกว้างในช่องทางเดินลดลงไม่สะดวกต่อการเดินเลือกซื้อสินค้า ด้านราคา (Price) ประเด็นการระบุราคาของสินค้าแต่ละชนิดอย่างชัดเจนมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากสินค้าบางชนิดลูกค้าไม่ทราบราคาและทางร้านไม่มีการติดราคาสินค้าที่ชัดเจน ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ประเด็นกิจกรรมต่างๆ ที่ตลาดจัดขึ้นเพื่อส่งเสริมการตลาดมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเนื่อง จากมีการงดจัดกิจกรรมที่มีผู้คนเข้าร่วมจำนวนมาก และในด้านของการจัดการตลาดในช่วงโควิด 19 ประเด็นมีการประชาสัมพันธ์ข่าวสารเกี่ยวกับสถานการณ์โควิด 19 ให้ผู้บริโภคได้มีการระมัดระวังตัวมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเนื่องจากลูกค้าต้องการทราบข่าวเกี่ยวกับโควิด 19 และการแจ้งเตือนต่างๆ ภายในตลาดและจากที่กล่าวมาในส่วนของข้อเสนอแนะของลูกค้าสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิรุฬ (2542) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงานกระทรวงมหาดไทยในอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้เครื่องมือคือแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างได้แก่ ประชาชนที่มาใช้บริการจำนวน 160 ราย ผลการศึกษาพบว่าประชาชนจำนวน 70 รายคิดเป็นร้อยละ 43.8 ไม่พึงพอใจในการทำงานของเจ้าหน้าที่และประชาชนจำนวน 90 ราย ร้อยละ 56.2 พึงพอใจในการทำงานของเจ้าหน้าที่และในส่วนท้ายได้มีการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงการทำงานแก่เจ้าหน้าที่

สรุป

ลูกค้าที่มาใช้บริการตลาดสุขใจในช่วงโควิด 19 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 40–49 ปี มีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 20,001–30,000 บาท มีระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรี และประกอบอาชีพข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจเป็นส่วนใหญ่ ผลสรุปความพึงพอใจที่มากที่สุดในแต่ละด้านของการใช้บริการตลาดสุขใจในด้านส่วนประสมทางการตลาด ปัจจัยด้านสินค้า (Product) คือสินค้ามีความสะอาดและปลอดภัยโดยไม่อนุญาตให้ลูกค้าหยิบจับสินค้าเองแต่พ่อค้าแม่ค้าที่สวมถุงมือและแมสหยิบสินค้าให้เพื่อความปลอดภัย ปัจจัยด้านสถานที่ (Place) มีการจัดเส้นทางเดินในการเลือกซื้อสินค้าและทางเดินเข้าออกตลาดอย่างชัดเจนมีการเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Distancing) มีการจำกัดจำนวนลูกค้าที่เข้าไปซื้อสินค้าภายในตลาดรอบละ 50 ท่าน ปัจจัยด้านราคา (Price) สินค้ามีราคาหลายระดับให้เลือกซื้อโดยในช่วงโควิด 19 ไม่มีการขึ้นราคาสินค้า ปัจจัยด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion) มีการกระจายเสียงประชาสัมพันธ์และการให้ข้อมูลต่างๆ ภายในตลาดเกี่ยวกับสินค้าภายในตลาดและมีการป้องกันโดยประชาสัมพันธ์ตลาดจะใส่แมสป้องกัน ในส่วนของด้านการจัดการตลาดในช่วงโควิด 19 คือมีการดูแลความ

ปลอดภัยในตลาดอย่างรัดกุมโดยมีการตรวจวัดอุณหภูมิและให้ลูกค้าสแกน QR code หรือลงชื่อในสมุด Check-in ก่อนเข้าและ ออกจากบริเวณตลาดละมีจุดบริการเจลแอลกอฮอล์ล้างมือทุกจุดในตลาดและดูแลจัดการไม่ให้มีจุดเสี่ยงในตลาดซึ่งจะมีการ์ดคอยตรวจตราอย่างสม่ำเสมอซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ตลาดสุขใจสามารถเปิดให้บริการได้ในช่วงโควิด 19 และลูกค้ามีความเชื่อมั่นและพึงพอใจกับการมาใช้บริการที่ตลาด

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือจากด้านส่วนประสมทางการตลาดคือประเด็นกิจกรรมต่างๆ ที่ตลาดจัดขึ้นเพื่อส่งเสริมการตลาดซึ่งและประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยในด้านของการจัดการตลาดช่วงโควิด 19 คือมีการประชาสัมพันธ์ข่าวสารเกี่ยวกับสถานการณ์โควิด 19 ให้ผู้บริโภคได้มีการระมัดระวังตัวดังนั้นสิ่งที่ควรต้องปรับปรุงคือทางตลาดสุขใจ จะต้องมีกิจกรรมส่งเสริมการตลาดเพื่อเป็นการเพิ่มความสนใจให้กับสินค้าและจะต้องมีการประชาสัมพันธ์ข่าวสารเกี่ยวกับสถานการณ์โควิด 19 ให้ผู้บริโภคได้มีการระมัดระวังตัวให้มากกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

ฐานเศรษฐกิจ. 2563. เที่ยวใกล้กรุง ตลาดสุขใจ เรียนรู้วิถีอินทรีย์. http://www.thansettakij.com/content/Life, 25 ตุลาคม 2563.

ไปด้วยกัน. 2563. ตลาดสุขใจ นครปฐม. http://www.paiduaykan.com/travel/ตลาดสุขใจ, 1 ตุลาคม 2563.

เพ็ญแข ศิริวรรณ และคณะ. 2551. สถิติเพื่อการวิจัย. เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น, กรุงเทพฯ.

วิรุฬ พรรณเทวี. 2542. ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงาน กระทรวงมหาดไทย ในอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ของผู้ค้าในตลาดสุขใจ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

Satisfaction in using The Thai Organic Platform application of traders in Sookjai Market, Sampran District, Nakhon Pathom Province

ฉัตรนภา นาคมอญ*, ดวงกมล ปานรศทิพธรรมาธิวัฒน์

Chatnapha Nakmon*, Duangkamol Panrosthip Thanmathiwat

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Communication Innovation and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040469@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้งานและความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน Thai Organic Platform เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากผู้ค้าที่เคยใช้แอปพลิเคชัน จำนวน 31 ราย ประกอบไปด้วยผู้ค้าฝั่งต้นน้ำ 23 ราย และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำ 8 รายสถิติวิเคราะห์ข้อมูล คือ ความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย ผลการศึกษา พบว่า ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำ ร้อยละ 43.48 มีระยะเวลาการใช้งาน 4 เดือน ใช้งานมากกว่า 6 ครั้งต่อเดือน ประมาณครั้งละ 15–30 นาที ช่วงเวลา 18:00–00:00 น. ส่วนใหญ่เข้าใช้งานด้วยสมาร์ทโฟน ส่วนฝั่งกลางน้ำมีระยะเวลาการใช้งาน 2 เดือน ใช้งาน 3–4 ครั้งต่อเดือน และใช้งานน้อยกว่า 15 นาทีต่อครั้ง ช่วงเวลา 12:00–18:00 น. ทั้งหมดเข้าใช้งานด้วยสมาร์ทโฟน ความพึงพอใจการใช้งานภาพรวม พบว่า ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำมีความพึงพอใจระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.51) ผู้ค้าฝั่งกลางน้ำมีความพึงพอใจระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.28) อุปสรรคที่พบคือแอปพลิเคชันมีขั้นตอนการใช้งานที่ซับซ้อน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาให้ง่ายต่อการใช้งาน และจัดการอบรมให้กับผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน

คำสำคัญ: ความพึงพอใจ, ตลาดสุขใจ, แพลตฟอร์ม, สารสนเทศ, แอปพลิเคชัน

Abstract

This research aimed to study usage and satisfaction in using The Thai Organic Platform Applications. Data collected by using questionnaires from 31 Traders who used the application. There were 23 Upstream Traders and 8 Midstream Traders. Statistical analyses were frequency, percentage and mean. The results found that Upstream Traders 43.48 percent had a period of use 4 months, used more than 6 times per month, about 15–30 minutes per time, during 18:00–00:00. Almost of them accessed with a smartphone. In the Midstream Traders had a period of use 2 month, used 3–4 time per month, used less than 15 minutes per time, during 12:00–18:00 and all of midstream traders accessed with a smartphone. The results of the overall showed that the upstream traders' satisfaction were high level ($\overline{X}$ = 3.51) while midstream traders'satisfaction were moderate level ($\overline{X}$ = 3.28). Therefore, it should be developed to be easy to use and provided application training for users.

Keywords: application, information, platform, satisfaction, Sookjai Market

คำนำ

ไทยออร์แกนิกแพลตฟอร์ม (Thai Organic Platform : TOP) เป็นแอปพลิเคชันที่สมาคมผู้บริโภคอินทรีย์และสามพรานโมเดลพัฒนาขึ้นในช่วงเกิดการระบาดของ Covid 19 และเริ่มเปิดให้มีการใช้งานเมื่อ 30 มีนาคม 2563 เพื่อใช้เป็นแพลตฟอร์มในการเชื่อมระบบห่วงโซ่คุณค่าอินทรีย์ ตั้งแต่ผู้ผลิต คือเกษตรกรอินทรีย์ ผู้ประกอบการ และผู้บริโภค ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงแหล่งผลิตอาหาร และสินค้าออร์แกนิก ได้อย่างมั่นใจในคุณภาพ เพราะสามารถตรวจสอบย้อนกลับถึงแหล่งที่มาของสินค้าได้ (ฐานเศรษฐกิจ, 2563) นอกจากนี้การใช้งานแอปพลิเคชันยังช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรอินทรีย์ทั่วประเทศ หรือในเครือข่ายสมาพันธ์เกษตรอินทรีย์ไทยพีจีเอสมีระบบการจัดการแปลง วางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด สามารถจำหน่ายผลผลิตผ่านช่องทางออนไลน์ได้ สร้างการมีส่วนร่วมให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้เรียนรู้ และสามารถเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงได้ (Nat, 2563)

อย่างไรก็ตามการใช้งานแอปพลิเคชันนี้มีความเกี่ยวข้องกับผู้ค้าในตลาดสุขใจ ซึ่งบางส่วนเป็นเกษตรกรที่เป็นแหล่งเริ่มต้นของผลผลิตอินทรีย์ (ต้นน้ำ) ที่เป็นผู้ขายสินค้าลงข้อมูลการเพาะปลูกในแอปพลิเคชัน และบางส่วนเป็นผู้ค้าที่ซื้อสินค้าเพื่อนำไปปรุงอาหาร (กลางน้ำ) และนำมาขายในตลาดสุขใจ ทั้งนี้ตั้งแต่เปิดใช้งานแอปพลิเคชันพบว่า ผู้ค้าไม่ได้มีการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาข้อมูลในการใช้งานแอปพลิเคชัน และความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อนำข้อมูลไปเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงแอปพลิเคชันไทยออร์แกนิกแพลตฟอร์ม ให้มีรูปแบบเหมาะสม และสะดวกต่อการใช้งานของผู้ค้าในตลาดมากขึ้น

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือผู้ค้าในตลาดสุขใจ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวนทั้งหมด 47 ร้านค้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ค้าฝั่งต้นน้ำ และกลุ่มผู้ค้าฝั่งกลางน้ำ ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเฉพาะผู้เคยใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ซึ่งมีจำนวน 31 ร้านค้า แบ่งเป็นผู้ค้าฝั่งต้นน้ำ 23 คน และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำ 8 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามปลายปิดและปลายเปิด 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ค้าในตลาดสุขใจ

ตอนที่ 2 ข้อมูลในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของลิเคิร์ท แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด (5 คะแนน) มาก (4 คะแนน) ปานกลาง (3 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) และน้อยที่สุด (1 คะแนน) (ชูศรี, 2549 อ้างอิงจาก บุญชม, 2535)

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform

การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ทำการตรวจสอบความตรงในวัตถุประสงค์ของงานวิจัย จากอาจารย์ที่ปรึกษาและเจ้าหน้าที่มูลนิธิสังคมสุขใจ ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบงานโดยตรง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ในวันเสาร์ และวันอาทิตย์ ซึ่งเป็นวันเปิดดำเนินการของตลาดสุขใจ ช่วงเวลา 13:00–15:00 น. ระหว่างวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2563–18 ตุลาคม พ.ศ. 2563

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และกำหนดเกณฑ์แปลผลระดับความพึงพอใจ

เกณฑ์คะแนนเฉลี่ย (เพ็ญแข และคณะ, 2551) มีรายละเอียดดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 (พึงพอใจมากที่สุด) คะแนนเฉลี่ย 3.41–4.20 (พึงพอใจมาก) คะแนนเฉลี่ย 2.01–3.40 (พึงพอใจปานกลาง) คะแนนเฉลี่ย 1.81–2.00 (พึงพอใจน้อย) คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.80 (พึงพอใจน้อยที่สุด)

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

นำเสนอผลการศึกษาออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ค้าในตลาดสุขใจ

ผลการศึกษา พบว่าผู้ค้าทั้งฝั่งต้นน้ำและกลางน้ำเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายคิดเป็นร้อยละ 54.17 และร้อยละ 75.00 ตามลำดับ

ส่วนใหญ่มีอายุ 41 ปีขึ้นไป โดยผู้ค้าฝั่งต้นน้ำคิดเป็นร้อยละ 56.52 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำคิดเป็นร้อยละ 62.50

ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส/อยู่ด้วยกัน โดยผู้ค้าฝั่งต้นน้ำคิดเป็นร้อยละ 65.22 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำคิดเป็นร้อยละ 62.50

ระดับการศึกษาของผู้ค้าฝั่งต้นน้ำ มีระดับการศึกษาปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 43.48 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำ ครึ่งหนึ่งมีระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. คิดเป็นร้อยละ 50.00

มีรายได้ต่อเดือน 10,001-20,000 บาทมากที่สุด โดยผู้ค้าฝั่งต้นน้ำคิดเป็นร้อยละ 47.83 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำคิดเป็นร้อยละ 62.50

ประเภทร้านค้าของผู้ค้าฝั่งต้นน้ำร้อยละ 50.00 มีประเภทร้านค้าเป็นพืชผัก ผลไม้ และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำร้อยละ 50.00 มีประเภทร้านค้าเป็นสินค้าแปรรูปและอาหารปรุง

ตอนที่ 2 ข้อมูลการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform

ผลการศึกษา พบว่าประสบการณ์ในการใช้งาน ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำมากที่สุดมีประสบการณ์ในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform 4 เดือน คิดเป็นร้อยละ 43.48 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำร้อยละ 50.00 มีประสบการณ์ในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform 2 เดือน

ความถี่ในการใช้งาน ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำมีความถี่ในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform มากกว่า 6 ครั้งต่อเดือนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.48 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำส่วนใหญ่มีความถี่ในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform 3–4 ครั้งต่อเดือนคิดเป็นร้อยละ 62.50

ระยะเวลาเฉลี่ยของการใช้งาน ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำมีระยะเวลาเฉลี่ยของการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform 15–30 นาทีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.48 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำส่วนใหญ่มีระยะเวลาเฉลี่ยของการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform น้อยกว่า 15 นาที คิดเป็นร้อยละ 75.00

ช่วงเวลาที่ใช้งาน ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำมีช่วงเวลาที่ใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform 18.00–00.00 น. (เย็น–กลางคืน) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.52 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำส่วนใหญ่มีช่วงเวลาที่ใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform 12.00–18.00 น. (เที่ยง–เย็น) คิดเป็นร้อยละ 75.00

อุปกรณ์ที่เข้าใช้งาน เกือบทั้งหมดมีอุปกรณ์ที่เข้าใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform เป็นสมาร์ทโฟน โดยผู้ค้าฝั่งต้นน้ำคิดเป็นร้อยละ 91.30 และผู้ค้าฝั่งกลางน้ำคิดเป็นร้อยละ 100

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform

ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำในตลาดสุขใจมีความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน ดังนี้

Table 1 Satisfaction in using the Thai Organic Platform application of upstream traders

Satisfaction	Level Satisfaction		
	$\overline{X}$	SD	Meaning
Efficiency in using			
1. Various menus are easy to use.	3.26	0.94	Moderate
2. Activity lish, individual menu, schedule and production factor, clear categories easy to search for information.	3.30	0.69	Moderate
3. Can use by yourself without needing help from the authorities.	3.00	1.22	Moderate
4. Can using smoothly and continuous.	3.00	1.06	Moderate
5. Reliability of data.	3.57	0.97	Much
Design			
1. Logo is beautiful and modern.	3.78	0.83	Much
2. Appropriate and attractive of Image (Cultivated Product).	3.65	0.87	Much
3. The alphabet used are appropriate, colorful and attractive.	3.78	0.78	Much
Benefits in using			
1. Build the confidence to the customer.	3.70	1.04	Much
2. Make it easy to communicate with consumers.	3.52	1.25	Much
3. Can be traceable to the source of the produce.	3.87	0.90	Much
4. Can be made an Organic Tourism destination/bring consumers to visit at farm.	3.70	1.04	Much

จาก Table 1 การศึกษาความพึงพอใจในการใช้งานของผู้ค้าฝั่งต้นน้ำในภาพรวมพบว่าด้านประสิทธิภาพในการใช้งานผู้ค้าฝั่งต้นน้ำมีความพึงพอใจมากใน ประเด็นความน่าเชื่อถือของข้อมูลบนแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.57 ประเด็นที่เหลือมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.00 อยู่ในประเด็นความสามารถใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องขอความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ และแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ใช้งานได้ราบรื่น ต่อเนื่อง

ด้านการออกแบบมีความพึงพอใจมากในทุกประเด็น โดยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.78 ในประเด็นแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform มีการออกแบบโลโก้ที่สวยงาม ทันสมัย และตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม สีสันสวยงาม ดึงดูดใจ ในส่วนของประเด็นภาพเมนูต่าง ๆ มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ และดึงดูดใจ เช่น ภาพของผลผลิตที่เพาะปลูก มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.65

ด้านประโยชน์ในการใช้งานมีความพึงพอใจมากในทุกประเด็น โดยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.87 ในประเด็นสามารถตรวจสอบย้อนกลับถึงแหล่งที่มาของผลผลิตได้และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.52 อยู่ที่ประเด็นทำให้มีการสื่อสารกับผู้บริโภคได้ง่ายขึ้น

ผู้ค้าฝั่งกลางน้ำในตลาดสุขใจมีความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน ดังนี้

Table 2 Satisfaction in using the Thai Organic Platform application of middle stream traders

Satisfaction	Level Satisfaction		
	$\overline{X}$	SD	Meaning
Efficiency in using			
1. Various menus are easy to use.	3.00	1.12	Moderate
2. Goods / Service can be clear categories and easy to search for information.	3.25	0.97	Moderate
3. Can use by yourself without needing help from the authorities.	3.00	0.71	Moderate
4. Can using smoothly and continuous.	3.25	0.83	Moderate
5. The reliability of the data.	3.38	1.22	Moderate
Design			
1. Logo is beautiful and modern.	3.38	1.11	Moderate
2. Appropriate and attractive of image (Goods and Service).	3.38	0.86	Moderate
3. The alphabet used are appropriate, colorful and attractive.	3.38	0.99	Moderate
Benefits in using			
1. Selling goods / Ordering goods.	3.13	1.27	Moderate
2. Make it easy to communicate with source.	3.38	1.22	Moderate
3. Can be traceable to the source of the produce.	3.38	0.70	Moderate
4. Can be viewed basic data of organic farmer in the Sampran Model network.	3.50	0.87	Much

จาก Table 2 การศึกษาความพึงพอใจในการใช้งานของผู้ค้าฝั่งกลางน้ำในภาพรวมพบว่าด้านประสิทธิภาพในการใช้งานผู้ค้าฝั่งกลางน้ำมีความพึงพอใจปานกลางในทุกประเด็น โดยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3.38 ในประเด็นความน่าเชื่อถือของข้อมูลบนแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ในส่วนของประเด็นเมนูต่าง ๆ ในแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ใช้งานง่ายและสามารถใช้งานแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องขอความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.00

ด้านการออกแบบมีความพึงพอใจปานกลางในทุกประเด็น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 3.38 ทั้ง 3 ประเด็น คือ แอปพลิเคชัน Thai Organic Platform มีการออกแบบโลโก้ที่สวยงาม ทันสมัยภาพของสินค้า/บริการ เลือกได้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ และดึงดูดใจและตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม สีสันสวยงาม ดึงดูดใจ

ด้านประโยชน์ในการใช้งานมีความพึงพอใจมากในประเด็นสามารถดูข้อมูลส่วนตัวเบื้องต้นของเกษตรกรอินทรีย์ในเครือข่ายสามพรานโมเดลได้บนแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ประเด็นที่เหลือมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.13 อยู่ที่ประเด็นด้านการขายสินค้า/สั่งซื้อสินค้าบนแอปพลิเคชัน Thai Organic Platform

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแอปพลิเคชัน

ภาพรวมของผู้ค้าฝั่งต้นน้ำมีข้อคิดเห็นว่า แอปพลิเคชันยังไม่ได้มีความจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้งาน และไม่เหมาะสมกับเกษตรกรสูงวัย เกษตรกรส่วนใหญ่จำรหัสผ่านไม่ได้ อีกทั้งการเข้าใช้งานแอปพลิเคชันบ่อยครั้งที่มีปัญหา ไม่ราบรื่น ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงดังนี้

1.แอปพลิเคชันควรมีการออกแบบให้เข้าใจง่ายขึ้น ไม่ซับซ้อน ไม่กรอกข้อมูลซ้ำ ๆ

2. ควรทำวิธีการหรือขั้นตอนการใช้งานไว้หน้าหลักของแอปพลิเคชัน

3. อยากให้ทางหน่วยงานมีการทดลองใช้แอปพลิเคชันก่อนที่จะให้เกษตรกรใช้งาน

ภาพรวมผู้ค้าฝั่งกลางน้ำมีข้อคิดเห็นคือ การใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชันThai Organic Platform ยังไม่จบในแพลตฟอร์มทีเดียว ยังต้องมีการคุยกันผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ หรือโทรคุยกันผ่านทางเบอร์โทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นการทำงานซ้ำซ้อน มีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงดังนี้

1. อยากให้จัดหมวดหมู่ของกลุ่มเกษตรกรเพราะจะสะดวกกับการค้นหาสินค้ามากกว่า

2. ควรทำให้ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำและฝั่งกลางน้ำ สามารถซื้อขายกันผ่านแพลตฟอร์มจบภายในช่องทางเดียว ไม่ต้องเสียเวลาไปติดต่อกันผ่านทางช่องทางอื่นเพิ่ม

วิจารณ์ผลการศึกษา

ความพึงพอใจการใช้งาน Thai Organic Platform ของผู้ค้าในตลาดสุขใจทั้ง 31 คน มีทั้งหมด 3 ด้าน คือ ด้านประสิทธิภาพในการใช้งาน ด้านการออกแบบ และด้านประโยชน์ในการใช้งาน จากการวิเคราะห์พบว่า ผู้ค้าฝั่งต้นน้ำและผู้ค้าฝั่งกลางน้ำ มีคะแนนความพึงพอใจในระดับปานกลางด้านประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดจาก 3 ด้าน เนื่องจาก Thai Organic Platform มีหลายขั้นตอน มีความยุ่งยากในการใช้งานจึงให้คะแนนความพึงพอใจปานกลาง อาจเป็นเพราะ Thai Organic Platform ได้พัฒนาและเปิดใช้งานช่วง Covid-19 ด้วยระยะเวลาที่ไม่มากนัก และจากการที่ได้ศึกษามาพบว่าเกษตรกรบางรายเรียนรู้ได้ช้า เนื่องจากเป็นเกษตรกรสูงวัย

อีกทั้งแอปพลิเคชันมีความซับซ้อนในการกรอกข้อมูลแต่ละครั้ง เกษตรกรมีความคิดเห็นว่าแอปพลิเคชันไม่จำเป็นต้องมีก็ได้ รู้สึกว่าเมื่อทำไม่ได้หรือเจอปัญหาจะไม่อยากเข้าใช้งานแอปพลิเคชันอีก และเมื่อใช้งานแอปพลิเคชันนี้ในบางครั้ง ต้องมีการใช้แอปพลิเคชันไลน์หรือโทรศัพท์นอกเหนือจากการใช้แอปพลิเคชัน Thai Organic Platform ซึ่งเป็นการใช้งานที่ไม่จบในแอปพลิเคชันเดียว ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่ม สอดคล้องกับการศึกษาของณรัฐ (2552) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้แอปพลิเคชันผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ของเกษตรกร คือ ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการ

สรุป

การศึกษาความพึงพอใจในการใช้งาน Thai Organic Platform ผลสรุปได้ว่าความพึงพอใจมาก อ้างอิงจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดของผู้ค้าฝั่งต้นน้ำในแต่ละด้านมีดังนี้ ด้านประสิทธิภาพในการใช้งานคือ ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ($\overline{X}$ = 3.57) ด้านการออกแบบคือ มีการออกแบบโลโก้ที่สวยงาม ทันสมัย ($\overline{X}$ = 3.78) ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม สีสันสวยงาม ดึงดูดใจ ($\overline{X}$ = 3.78) ด้านประโยชน์ในการใช้งานคือ สามารถตรวจสอบย้อนกลับถึงแหล่งที่มาของผลผลิตได้ ($\overline{X}$ = 3.87) ความพึงพอใจมาก อ้างอิงจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดของผู้ค้าฝั่งกลางน้ำในแต่ละด้านมีดังนี้ ด้านประสิทธิภาพในการใช้งานคือ ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ($\overline{X}$ = 3.38) ด้านการออกแบบคือ มีการออกแบบโลโก้ที่สวยงาม ทันสมัย ($\overline{X}$ = 3.38) ภาพของสินค้า/บริการ น่าดึงดูด เลือกได้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ และดึงดูดใจ ($\overline{X}$ = 3.38) ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม สีสันสวยงาม ($\overline{X}$ = 3.38) ด้านประโยชน์ในการใช้งานคือ สามารถดูข้อมูลส่วนตัวเบื้องต้นของเกษตรกรอินทรีย์ในเครือข่ายสามพรานโมเดลได้บน Thai Organic Platform ($\overline{X}$ = 3.50) โดยสามารถนำผลสรุปไปพัฒนาแอปพลิเคชันในส่วนที่ยังต้องการการปรับปรุงเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานที่มากขึ้นกว่าเดิม

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความพึงพอใจในการใช้งาน Thai Organic Platform ของทั้งผู้ค้าฝั่งต้นน้ำและผู้ค้าฝั่งกลางน้ำ พบว่า ด้านประสิทธิภาพการใช้งานมีระดับความพึงพอใจปานกลางอ้างอิงจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.00 ดังนั้นสิ่งที่ต้องเร่งแก้ไขคือ

1. ควรมีการพัฒนาแอปพลิเคชันให้ใช้งานง่ายขึ้น โดยปรึกษาผู้เชี่ยวชาญหรือคนที่มีความรู้ทางด้านการพัฒนาแอปพลิเคชัน เช่น ทางด้านแถบเมนูย้อนกลับ ควรเป็นแถบเมนูย้อนกลับไปหน้าก่อนหน้า เพราะถ้าเป็นแถบเมนูที่ย้อนกลับไปหน้าหลักเมื่อเกษตรกรเผลอกดย้อนกลับข้อมูลที่เคยได้เพิ่มไว้จะหายไปในทันที ต้องเริ่มพิมพ์ใหม่ ทำให้เสียเวลาได้

2. ควรมีการจัดอบรมการใช้งานแอปพลิเคชันหรือทำคู่มือการใช้งานให้กับเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้งานแอปพลิชันได้ด้วยตนเอง

เอกสารอ้างอิง

ฐานเศรษฐกิจ. 2563. Thai Organic Platform แอพช่วยเกษตรกรอินทรีย์ฝ่าวิกฤติโควิด-19. https://www.thansettakij.com/content/427302/, 5 ตุลาคม 2563.

ณรัฐ รัตนเจริญ. 2552. การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไปด้วยกัน. 2563. ตลาดสุขใจ นครปฐม. https://www.paiduaykan.com/travel/ตลาดสุขใจ/, 1 ตุลาคม 2563.

มนตรี ทองสีเหลือง. 2556. ความพึงพอใจของประชาชนผู้ใช้บริการทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 และหมายเลข 9. ปัญหาพิเศษหลักสูตรรัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศราวนี แดงไสว. 2556. ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการสินเชื่อธนาคารออมสินในเขตกรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาบริหารธุรกิจจากมหาวิทยาลัยสยาม.

อรพรรณ บุญถึก. 2556. การศึกษาความพึงพอใจในการใช้บริการห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. สถาบันวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

อรุษ นวราช. 2557. การยกระดับมูลค่าเพิ่มผักอินทรีย์ที่ผลิตโดยเกษตรกรรายย่อย. รายงานโครงการวิจัย การยกระดับมูลค่าเพิ่มผักอินทรีย์ที่ผลิตโดยเกษตรกรรายย่อย ภายใต้ชุดโครงการการขับเคลื่อนการพัฒนาการสหกรณ์และการค้าที่เป็นธรรมระยะที่ 7 สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, สามพรานริเวอร์ไซด์.

Nat Srisawaivilai. 2563. Thai Organic Platform. https://apps.apple.com/us/app/thai-organic-platform/id1490913263/, 16 ตุลาคม 2563.

ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม

Opinions on the agricultural vocational training with Forestville Farm

สมิตา มิตรสมาน*, กนก เลิศพานิช

Samita Mitrsaman*, Kanok Lertpanich

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสาร และพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040511@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็น และเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์มจากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม ทั้งหมด 120 ชุด (การจัดอบรมอาชีพเกษตรเฟรชวิลล์ฟาร์ม, 2563) ผลการศึกษาพบว่าผู้เข้าอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์มส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 54.2 มีช่วงอายุ 46–60 ปี ร้อยละ 40.0 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 48.3 อาชีพ ลูกจ้าง/พนักงานบริษัท ร้อยละ 34.2 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,000–30,000 บาท ร้อยละ 48.3 ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ร้อยละ 51.7 ประสบการณ์ทำงาน 14 ปี ($\overline{X}$ = 14.34) ความคิดเห็นต่อการอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.24) เมื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นที่จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลพบว่า เพศ อายุ อาชีพ สถานภาพการสมรส รายได้ ระดับการศึกษา ไม่มีผลต่อความคิดเห็นในภาพรวม ส่วนปัจจัยด้าน ประสบการณ์การทำงาน พบว่าความคิดเห็นต่อการอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p = 0.026 ส่วนปัญหาและข้อเสนอแนะ พบว่า มีความต้องการให้เปิดอบรมและเพิ่มช่องทางการขายสินค้าเกษตร และต้องการให้มีการปรับปรุงห้องน้ำในสถานที่อบรม

คำสำคัญ: ความคิดเห็น, เฟรชวิลล์ฟาร์ม, อบรมอาชีพเกษตร

Abstract

The objective of this research was to study opinions level and compare the opinions of the participants in the agriculture vocational training course with Freshville Farm. The data from 120 (Freshville Farm Vocational Training, 2020) questionnaires were collected. The results of the study showed that of the agricultural occupation participants were female, 54.2% of the age range from 46 to 60 years, 40.0% marital status, 48.3% occupation workers / company employees, 34.2% average income 15,000–30,000 baht/month, 48.3% eucated in bachelor's degree level, 51.7% 14 years work experience ($\overline{X}$ = 14.34). Overall opinion on agricultural training course with Freshville Farm was at a high level ($\overline{X}$ = 4.24). The comparison of overall opinions, there was not significantly different among gender, the factors of age, occupation, marital status, income, education level. However, experience was significantly different among opinions at p = 0.026 levels. Moreover, it also was found that participants were need more course in regarded to the distribution channels of agricultural products. And they wanted to improve the toilet in the training facility.

Keywords: agricultural vocational training, Freshville farm, opinions

คำนำ

เฟรชวิลล์ฟาร์มเป็นฟาร์มสมัยใหม่เกิดขึ้นโดยรวมเอาแนวคิดสามอย่างมารวมกันไว้ นั่นคือ งานวิจัยทางวิศวกรรม งานเกษตรกรรม งานสถาปัตยกรรม โดยมีรูปแบบเป็นเกษตรปลอดสารพิษที่มีฟาร์มผักไร้ดิน ฟาร์มเห็ดอัตโนมัติ รวมถึงสามารถสร้างนวัตกรรมทางการเกษตรในหลายชิ้นงาน เช่น ตู้เห็ดอัจฉริยะที่ได้รับความนิยมในหลายพื้นที่ นอกจากนี้ยังเป็นพื้นที่ศึกษาดูงานจากหลายหน่วยงาน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน ตลอดจนสถาบันการศึกษาหลายแห่ง ปัจจุบันได้จัดให้มีการอบรมสำหรับผู้ที่สนใจทำการเกษตรแนวใหม่และเริ่มต่อยอดเข้าสู่วงการปุ๋ยอินทรีย์และชีวภาพทางการเกษตรด้วย (ทะนุพงศ์, 2558)

การอบรมที่ทำอยู่โดยเฟรชวิลล์ฟาร์มในปัจจุบัน เปิดอบรมทั่วไปสำหรับผู้สนใจหาทักษะใหม่ อาชีพใหม่ หรือหารายได้เสริมจากอาชีพที่ทำอยู่ โดยการอบรมมีการสอนทุกขั้นตอน เพื่อให้สามารถนำกลับไปเพาะรับประทานเองหรือทำเป็นอาชีพ ตัวอย่างการอบรมได้แก่การทำก้อนเชื้อเห็ด การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ตลอดจนการบำรุง ดูแลรักษาด้วยเทคนิคที่เป็นสูตรพิเศษเฉพาะเฟรชวิลล์ฟาร์ม นอกจากนี้ยังมีการเรียนรู้ช่องทางการทำตลาดจากผลผลิตที่ได้ให้มีกำไรมากที่สุด รวมไปถึง หลักสูตรในการเรียนรู้ มีหลักสูตรเรื่องการทำโรงเห็ด การทำก้อนเชื้อเห็ดและการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่า เทคนิคการทำตลาดเห็ด เป็นประสบการณ์ตรงที่เฟรชวิลล์ฟาร์มได้พัฒนาขึ้น (ทะนุพงศ์, 2558) ในการดำเนินการอบรมดังกล่าวจึงพบว่ามีผู้สนใจเข้าร่วมอบรมในหลักสูตรต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นที่สนใจว่าการฝึกอบรมที่จัดขึ้นโดยเฟรชวิลล์ฟาร์มเป็นการอบรมที่มีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหน มีจุดใดที่ควรจะดำเนินการปรับปรุงเพื่อให้การฝึกอบรมเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่อยู่ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากการฝึกอบรมเป็นกระบวนการเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ ความชำนาญ การพัฒนาฝีมือ ทั้งยังได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการทำงานให้บุคคลเกิดการเรียนรู้การพัฒนากำลังคนที่เป็นประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงก่อให้เกิดการวิจัยเรื่อง “ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมงานอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม” เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาการจัดการฝึกอบรมของเฟรชวิลล์ฟาร์มหรือการจัดอบรมทางการเกษตรในสถานที่อื่น ๆในอนาคตต่อไป

วิธีการศึกษา

การวิจัยเรื่องความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative research) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ที่เข้าอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์มจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 120 คน ในช่วงเดือน ตุลาคม ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (การจัดอบรมอาชีพเกษตรเฟรชวิลล์ฟาร์ม, 2563) โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลที่ประกอบไปด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ สถานภาพการสมรส รายได้ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงาน เลือกคำตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมงานอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ใน 3 ด้าน ด้านความสนใจในการฝึกอบรมอาชีพเกษตร ด้านขั้นตอนและวิธีการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ด้านการใช้ประโยชน์หรือการประยุกต์ใช้ในการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ในลักษณะเป็นมา

ตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของลิเครท (Likert) เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ระดับมากที่สุดให้ 5 คะแนน ,ระดับมากให้ 4 คะแนน ,ระดับปานกลางให้ 3คะแนน ,ระดับน้อย 2คะแนน , ระดับน้อยที่สุดให้ 1 คะแนน

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามส่วนของข้อเสนอแนะ/ข้อปรับปรุงการจัดฝึกอบรมครั้งต่อไป เป็นลักษณะคำถามปลายเปิด

การทดสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ความเชื่อมั่น (Reliability) ดำเนินการทดสอบความเชื่อมั่นกับผู้เข้าอบรม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ชุด จากนั้นนำข้อมูลมาหาความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach's alpha) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.94

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคำนวณสถิติสำเร็จรูป โดยคำนวณตามข้อมูล ดังนี้ ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าความถี่ ร้อยละ ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมงานอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ความถี่ ร้อยละค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และข้อมูลเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นผู้ที่เข้าฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test และ One-way ANOVA

ผลการศึกษา

ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการศึกษาพบว่าผู้เข้าอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 54.2 มีช่วงอายุ 46–60 ปี ร้อยละ 40.0 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 48.3 อาชีพ ลูกจ้าง/พนักงานบริษัท ร้อยละ 34.2 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,000–30,000 บาท ร้อยละ 48.3 ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ร้อยละ 51.7 ประสบการณ์ทำงานประมาณ 14 ปี ($\overline{X}$ = 14.34)

ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมงานอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม

จาก Table 1 พบว่าความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์มภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.24±0.05) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ระดับความคิดเห็นในทุกด้านอยู่ใน ระดับมากโดยเรียงลำดับตามความคิดเห็นจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านการใช้ประโยชน์หรือการประยุกต์ใช้ในการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ($\overline{X}$ = 4.31±0.48) ด้านขั้นตอนและวิธีการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ($\overline{X}$ = 4.22±0.51) และสุดท้ายด้านความสนใจในการฝึกอบรมอาชีพเกษตร ($\overline{X}$ = 4.19±0.51) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านความสนใจในการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม พบว่า ความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด คือ วิทยากรต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.53±0.59) และให้คำปรึกษา ระหว่างฝึกอาชีพมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.53±0.68) รองลงมา คือ สภาพแวดล้อมภายใน/ภายนอกเอื้ออำนวยต่อการฝึกอบรมระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.10±0.71) เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกความเหมาะสม และทันสมัย ระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.97±0.85) และ ต้องสะดวกในการเดินทาง อยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.83±0.81) ตามลำดับ

2) ด้านขั้นตอนและวิธีการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม พบว่า ความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ผู้จัดอบรมมีความยืดหยุ่นสามารถปรับขั้นตอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.54±0.57) รองลงมาคือ ระยะเวลาในการฝึกอบรมที่เหมาะสม ระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.15±0.75) กระบวนการฝึกอบรมตรงตามวัตถุประสงค์ ระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.32±0.60) การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรชัดเจน เนื้อหาเข้าใจง่าย ระดับมาก ($\overline{x}$ =4.28±0.63) เนื้อหามีความเหมาะสมในการประกอบอาชีพ ระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.22±0.62) เนื้อหาส่งเสริมให้มีความคิดอย่างเป็นระบบทางการเกษตร ระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.18±0.66) มีความทันสมัยระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.10±0.65) และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้เพียงพอต่อการจัดอบรมระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.99±0.76) ตามลำดับ

3) ด้านการใช้ประโยชน์หรือการประยุกต์ใช้ในการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม พบว่า ความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด คือ หลังจากเข้ารับการอบรมมีความรู้ในการประกอบอาชีพยิ่งขึ้น ระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.57±0.59) รองลงมา คือ การฝึกอบรมสร้างความมั่นใจในการประกอบอาชีพ ระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.28±0.65) การฝึกอบรมสามารถนำข้อมูลที่ได้ประยุกต์ใช้ได้จริง ระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.21±0.63) และ ผู้เข้าฝึกอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดในการประกอบอาชีพ ระดับมาก ($\overline{x}$ = 4.18±0.59)

Table 1 Opinions on the Agricultural Vocational Training with Freshville Farm

Opinions	$\overline{x}$	SD	Level of opinion
Infrastructure in Agricultural Training			
1. The internal and external environment of training facilitates	4.10	0.71	Very
2. The lecturers are knowledgeable Expertise	4.53	0.59	The most
3. Convenient to travel	3.83	0.81	Very
4. The tools and materials used in the vocational training are appropriate and up to date	3.97	0.85	Very
5. Consulting during vocational training is appropriate	4.53	0.68	The most
Sum	**4.19**	**0.51**	**Very**
The aspects and methods of vocational agricultural training with Freshview Farm			
1. The training process is depended on objective	4.32	0.60	Very
2. Clearly transfer the knowledge of lecturers and the content is easy to understand	4.28	0.63	Very
Sum	**4.19**	**0.51**	**Very**

Table 1 (continued).

Sum	**4.22**	**0.51**	**Very**
3. Duration of training	4.15	0.75	Very
4. The lectures are flexible to adjust vocational training process	4.54	0.57	The most
5. Modern course	4.10	0.65	Very
6. Content is suitable for a career	4.22	0.62	Very
7. Content promotes systematic thinking	4.18	0.66	Very
8. Materials / equipment used sufficient for the training	3.99	0.76	Very
Sum	**4.22**	**0.51**	**Very**
The field of utilization or application in agricultural training with Freshview Farm			
1. Trainees can apply the information to career practicing	4.21	0.63	Very
2. After receiving the training, they have more professional knowledge.	4.57	0.59	The most
3. Trainees gained to skill to develop their career	4.18	0.59	Very
4. Trainees increased the career confidence	4.28	0.65	Very
Sum	**4.31**	**0.48**	**Very**
Grand sum	**4.24**	**0.50**	**Very**

การเปรียบเทียบข้อมูลส่วนบุคคลที่มีผลต่อความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม

จากการเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ในด้านปัจจัยส่วนบุคคล โดยจำแนกตามเพศ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม (Table 2)

Table 2 Opinion of the trainees by gender

Opinions	Male		Female		T	*p*-value
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
1.Interest in Agricultural Training	4.21	0.528	4.17	0.514	1.070	0.506
2.The aspects and methods of vocational agricultural training with Freshview Farm	4.23	0.485	4.21	0.542	0.197	0.453
3. The field of utilization or application in agricultural training with Freshview Farm	4.33	0.500	4.29	0.483	0.439	0.696
Grand mean	**4.25**	**0.504**	**4.22**	**0.513**	**0.568**	**0.551**

*0.05 level of significance

เมื่อศึกษา เปรียบเทียบปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ อาชีพ สถานภาพการสมรส รายได้ ระดับการศึกษา พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม แตกต่างกัน ยกเว้นปัจจัยด้านประสบการณ์ในการทำงาน มีความแตกต่างกันของความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 3)

Table 3 comparison of personal factors affecting the opinion of trainees

Average personal factors	Source variance	SS	DF	F	*p*-value
Age	total	24.346	119	1.422	0.231
Occupation	total	24.346	119	0.155	0.978
Marital status	total	24.346	119	0.774	0.463
Income	total	24.346	119	0.725	0.539
Education level	total	24.346	119	0.141	0.966
Work experience	total	24.346	119	1.820	0.026*

*0.05 level of significance

ข้อเสนอแนะที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม

ข้อเสนอแนะทางด้านการส่งเสริมการอบรม พบว่า มีผู้สนใจในการอบรมมากแต่อยู่ต่างจังหวัดและไม่สะดวกมาอบรมที่ฟาร์ม อยากให้มีการเปิดอบรมและออกบูธให้ความรู้ในหลายพื้นที่

ข้อเสนอแนะทางด้านสถานที่ พบว่า ห้องน้ำค่อนข้างสกปรก อยากให้มีการปรับปรุงห้องน้ำในสถานที่อบรมให้มีความสะอาดสะดวกมากยิ่งขึ้น

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากผลการศึกษา ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.24) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ระดับความคิดเห็นในทุกด้านอยู่ใน ระดับมาก โดยเรียงลำดับจากความคิดเห็น ระดับมากไปน้อย ได้ดังนี้ ด้านการใช้ประโยชน์หรือการประยุกต์ใช้ในการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ($\overline{X}$ = 4.31±0.48) ระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับมาก เพราะ การประกอบอาชีพจำเป็นต้องมีความรู้ในด้านเนื้อหาเพื่อนำเนื้อหาไปใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพดังนั้น หลักสูตร เนื้อหา และการฝึกทักษะในการประกอบอาชีพจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นผู้อบรมควรได้รับการถ่ายทอด เพื่อนำไปใช้ในการทำธุรกิจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ณัฐอรียา (2553) ที่กล่าวว่าการที่จะประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพอิสระจะต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องที่จะประกอบอาชีพ ส่วนด้านขั้นตอนและวิธีการฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม ($\overline{X}$ = 4.22±0.51) ระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับมาก เพราะ เฟรชวิลล์ฟาร์มมีการเตรียมความพร้อมในการอบรมที่ดี ทั้งด้านวัสดุอุปกรณ์ รวมถึงเนื้อหาความรู้ที่จะถ่ายทอดในการทำการเกษตร นอกจากนี้การอบรมมีความยืดหยุ่นสามารถปรับขั้นตอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์

ได้และยังมีกระบวนการฝึกอบรมตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ นริศรา (2561) ที่กล่าวว่า การดำเนินกิจกรรมของการกระทำ บางสิ่งบางอย่างที่ได้ถูกเตรียมพร้อมเพื่อให้เกิดความมั่นใจและตั้งใจในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ให้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนสุดท้าย คือ ด้านความสนใจในการฝึกอบรมอาชีพเกษตร ($\overline{x}$ = 4.19±0.51) ระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับมาก ที่เป็นเช่นนี้ เพราะความสามารถของวิทยากรที่ถ่ายทอดความรู้ทักษะสร้างอาชีพให้กับผู้เข้ารับการอบรม ผู้เข้าอบรมจึงจำเป็นต้องได้ความรู้ทักษะที่มีการเตรียมการอย่างดีรวมไปถึงวิทยากรควรมีความรู้ความสามารถและบุคลิกภาพที่ดีน่าเชื่อถือ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พชร (2559) ที่กล่าวว่า บุคคลที่จะประสบความสำเร็จในกิจการโดยเฉพาะประกอบอาชีพอิสระหรือธุรกิจขนาดย่อมเกิดจากการถ่ายทอดจากวิทยากรในการอบรมเกี่ยวกับ เทคนิคอาชีพร่วมกับการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อการจัดอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์มโดยเปรียบเทียบตามความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรมทางด้าน เพศ อายุ อาชีพ สถานภาพการสมรส รายได้ ระดับการศึกษา พบว่า เพศ อายุ อาชีพ สถานภาพการสมรส รายได้ ระดับการศึกษา แตกต่างกัน มีความคิดเห็นไม่แตกต่างกัน ส่วนประสบการณ์ในการทำงานแตกต่างกัน มีความคิดเห็น แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p = 0.026$ สอดคล้องกับ ผลงานวิจัยของ นิรมล (2558) ที่กล่าวว่าประสบการณ์ในการทำงานส่งผลในการทำงานที่มีประสิทธิภาพต่างกัน และอรสา (2557) ที่กล่าวว่าประสบการณ์ในการทำงานแตกต่างกัน ส่งผลให้ความคิดเห็นแตกต่างกัน

สรุป

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้ที่เข้าฝึกอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์ม พบว่า ผู้ที่เข้าอบรมอาชีพเกษตรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 54.2 มีช่วงอายุ 46–60 ปี ร้อยละ 40.0 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 48.3 อาชีพ ลูกจ้าง/พนักงานบริษัท ร้อยละ 34.2 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,000–30,000 บาท ร้อยละ 48.3 ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ร้อยละ 51.7 ประสบการณ์ทำงานประมาณ 14 ปี ($\overline{x}$ = 14.34) เมื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นที่จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลพบว่า เพศ อายุ อาชีพ สถานภาพการสมรส รายได้ ระดับการศึกษา ไม่มีผลต่อความคิดเห็นในภาพรวม ส่วนปัจจัยด้าน ประสบการณ์ทำงาน พบว่าความคิดเห็นต่อการอบรมอาชีพเกษตรกับเฟรชวิลล์ฟาร์มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p = 0.026$ ชี้ให้เห็นว่าการอบรมที่จะประสบผลสำเร็จจะต้องมีการจัดกลุ่มผู้เข้าอบรมที่มีประสบการณ์การทำงานที่ใกล้เคียงกันเพื่อที่จะทำให้การอบรมนั้นมีประสิทธิภาพและราบรื่นมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ในการจัดการอบรมในอนาคตที่ต้องการประสบผลสำเร็จเหมือนเฟรชวิลล์ฟาร์ม วิทยากรต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญและให้คำปรึกษาอย่างเหมาะสม ผู้จัดอบรมมีความยืดหยุ่นสามารถปรับขั้นตอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ มีกระบวนการฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์ มีการจัดกลุ่มหลักสูตรที่เหมาะสมกับผู้มีประสบการณ์ในการทำงานต่างกัน นอกจากนี้ควรมีช่องทางการอบรมที่สะดวกมากยิ่งขึ้น และมีวัสดุอุปกรณ์จำนวนพอเพียงกับผู้อบรม รวมไปถึงการอบรมในหลักสูตรที่สร้างองค์ความรู้ที่ใช้ต่อยอดในอาชีพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ณัฐอรียา สุขสุวรรณพร. 2553. การสร้างอาชีพเสริมกับการพัฒนาคุณภาพของประชาชนในเขตเทศบาลตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทะนุพงศ์ กุสุมา ณ อยุธยา. 2558. “เฟรชวิลล์ ฟาร์ม” ผลงานเยี่ยมยอดเป็นจริงของสมาร์ทฟาร์มเมอร์. http://info.matichon.co.th/techno/techno.php?srctag=05106011058&srcday=2015-10-01&search=no., 1 ตุลาคม 2563.

นริศรา บุญเที่ยง. 2561. ความพร้อมในการฝึกอบรม กระบวนการฝึกอบรม และความพึงพอใจในการฝึกอบรมที่มีผลต่อแรงจูงใจในการนำการฝึกอบรมไปพัฒนาในการทำงานของพนักงานธนาคารพาณิชย์ในโซนถนนรัชดาภิเษก. วิทยานิพนธ์สาขาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

นิรมล ตันติศิริอนุสรณ์. 2558. พฤติกรรมในการทำงานให้มีประสิทธิภาพของพนักงานระดับปฏิบัติการ บริษัท อินโนเฟรช อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการจัดการภาครัฐและเอกชน, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

พชร สุลักษณ์อนวัช. 2559. ความสำเร็จในอาชีพเชาวอารมณ์ และความพึงพอใจในชีวิต โดยมีความภาคภูมิใจในตนเอง เป็นตัวแปรสื่อของพนักงานในระดับปฏิบัติการ. http://Ethesisarchive.libraury.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5306035444_7096_4951. Pdf, 1 ตุลาคม 2563.

อรสา หนูกระแสร์. 2557. ความคิดเห็นของประชาชนต่อคุณภาพการบริการของธนาคารออมสิน สาขาจันทบุรี. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการจัดการภาครัฐและภาคเอกชน, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ความพึงพอใจของสมาชิกตัวแทนจำหน่ายที่มีต่อบริการของบริษัทผู้ผลิตปุ๋ย

Satisfaction of a dealer member towards the service of a fertilizer manufacturer

พิมพ์ วีระสุขสวัสดิ์*, สุณีพร สุวรรณมณีพงศ์

Pim Veerasuksawad*, Suneeporn Suwanmaneepong

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ 10520

Department of Communication Innovation and Agricultural Development, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. Email-address: 60040492@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานของสมาชิกตัวแทนจำหน่ายปุ๋ย และ 2) ความพึงพอใจของสมาชิกตัวแทนจำหน่ายที่มีต่อบริการของบริษัทผู้ผลิตปุ๋ย IAT 2016 จำกัด เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากการสัมภาษณ์สมาชิกตัวแทนจำหน่าย 100 ราย ซึ่งเป็นสมาชิก ณ สิ้นเดือนตุลาคม 2563 วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบว่าสมาชิกส่วนใหญ่เป็นเพศชายมีอายุระหว่าง 40–49 ปี ประกอบอาชีพเกษตรกร สถานะการเป็นสมาชิกน้อยกว่า 1 ปี และอยู่ในระดับต้น (m1-m3) มีรายได้จากการเป็นตัวแทนจำหน่ายเฉลี่ยน้อยกว่า 5,000 บาทต่อเดือน และพิจารณาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยก่อนสมัครสมาชิก ส่วนความพึงพอใจต่อบริการของบริษัทผู้ผลิตปุ๋ย IAT 2016 จำกัด พบว่า โดยรวมสมาชิกมีความพึงพอใจในบริการอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.26, SD = 0.10) โดยมีความพึงพอใจด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.42, SD = 0.14) รองลงมาคือ ด้านบุคลากร ($\overline{X}$ = 4.41, SD = 0.06) ด้านบริษัท ($\overline{X}$ = 4.27, SD = 0.07) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\overline{X}$ = 4.23, SD = 0.19) ด้านกระบวนการ ($\overline{X}$ = 4.19, SD = 0.08) ด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.18, SD = 0.09) และด้านส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 4.16, SD = 0.17) ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความพึงพอใจต่อบริการ, ตัวแทนจำหน่ายปุ๋ย, บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด

Abstract

This research aimed to study 1) general information of fertilizer dealer members and 2) satisfaction of dealer members towards fertilizer manufacturer's services: IAT 2016 company limited. Data was collected by interviews with 100 dealers, who were members at the end of October 2020, and analyzed by descriptive statistics. The results showed that most of the members were male, aged between 40–49 years, and their occupation as farmers. Membership status is less than one year and is in the primary (m1-m3) level. They earn an average dealer income of fewer than 5,000 baht per month and consider fertilizer products before signing up. As for the service satisfaction of fertilizer manufacturer's IAT 2016 Co., Ltd., the result found that, overall, the members had the highest level of service satisfaction ($\overline{X}$ = 4.26, SD = 0.10). The product satisfaction was the most ($\overline{X}$ = 4.42, SD = 0.14), followed by personnel ($\overline{X}$ = 4.41, SD = 0.06), company ($\overline{X}$ = 4.27, SD = 0.07), and distribution channels ($\overline{X}$ = 4.23, SD = 0.19), process ($\overline{X}$ = 4.19, SD = 0.08), price ($\overline{X}$ = 4.18, SD = 0.09) and marketing promotion ($\overline{X}$ = 4.16, SD = 0.17) respectively.

Keywords: fertilizer dealer, IAT 2016 Company Limited, service satisfaction

คำนำ

การพัฒนาการเกษตร-เป็นการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศเป็นอย่างมาก เพราะจะส่งผลให้ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศมีรายได้สูงขึ้น และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น การผลิตพืชจึงเป็นกิจกรรมทางการเกษตรที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญของกิจกรรมทางการเกษตรสาขาอื่นๆ และอุตสาหกรรมหลายแขนงและจัดเป็นกิจกรรมที่ประเทศเกษตรกรรมอย่างประเทศไทยจะต้องให้ความสนใจ รวมไปถึงอุตสาหกรรมปุ๋ยที่มีบทบาทต่อการเพิ่มผลผลิตทางภาคเกษตรกรรมให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศเพราะในปัจจุบันนโยบายของประเทศไทยมีเป้าหมายให้ประเทศไทยนั้นเป็นตัวแทนของการผลิตพืชพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นการเกษตรเพื่อการพาณิชย์ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องใช้ปุ๋ย เพื่อพัฒนาภาคเกษตรกรรมของประเทศ ทั้งนี้บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด เป็นหนึ่งในผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ดำเนินการตั้งแต่ปี 2561 มีลักษณะในการดำเนินงานธุรกิจแบบขายตรงผ่านทางสมาชิกหรือตัวแทนจำหน่ายของบริษัท มีเงื่อนไขในการสมัครสมาชิกโดยเสียค่าสมัครสมาชิกแรกเข้าจำนวน 299 บาท ปัจจุบันมีสมาชิกของบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด จำนวนทั้งหมด 4,840 คน โดยระดับของสมาชิกเริ่มจากระดับสมาชิก m1-m3 นวัตกร ผู้จัดการ ผู้อำนวยการ ผู้อำนวยการอาวุโส และรองประธาน ตามลำดับ เงื่อนไขการปรับตำแหน่ง มีคลังสินค้าครอบคลุมทั่วทุกภูมิภาค เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้แก่เกษตรกรที่เป็นลูกค้าสู่การเป็นเจ้าของธุรกิจ บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด เติบโตอย่างก้าวกระโดดด้วยระบบที่มีมาตรฐาน ขับเคลื่อนทีมงานทุกคน ทั้งทีมผู้บริหาร ทีมขาย และคลังสินค้าให้มีความเจริญก้าวหน้าเติบโตอย่างแข็งแรง สมาชิกไอเอทีที่เป็นตัวแทนจำหน่ายไม่ต้องสต๊อกสินค้าเอง ทางบริษัทจะเป็นผู้รับผิดชอบการจัดส่งสินค้าให้แก่สมาชิกบริษัทมีสื่อช่วยสนับสนุนการขยายตลาดสำหรับสมาชิก เพื่อสร้างแบรนด์ สร้างภาพลักษณ์ สร้างความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ เช่น แค็ตตาล็อก แผ่นพับ แบนเนอร์ ไวนิล ฯลฯ และยังมีการจัดโปรโมชั่นส่งเสริมการตลาด โปรโมชั่นประจำเดือนการท่องเที่ยว ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อกระตุ้นยอดขายให้แก่สมาชิก สมาชิกไอเอทีที่มุ่งมั่น ก้าวหน้า เติบโตอย่างมีระดับ จะได้รับการฝึกอบรมพัฒนาศักยภาพการเป็นนักขายแบบมืออาชีพอย่างต่อเนื่อง (บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด, 2563)

อย่างไรก็ดีจากการดำเนินงานตั้งแต่ปี 2561 จนถึงปัจจุบัน พบว่าบริษัทฯยังไม่มีการศึกษาความพึงพอใจของสมาชิกต่อบริการของ บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความพึงพอใจของสมาชิกต่อบริการของ บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงระบบการบริหารงานของบริษัทให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของสมาชิกของ บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด ให้มีการพัฒนามากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ สมาชิกบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด จำนวน 4,840 คน โดยมีขั้นตอนในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง จากสูตรการคำนวณของ Yamane (1987) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนในการสุ่ม 10% ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 98 คน และเพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการตอบแบบสอบถามอย่างไม่สมบูรณ์ผู้วิจัยได้สำรองแบบสอบถามเพิ่มอีก 2 ชุดรวมแบบสอบถามทั้งสิ้น 100 ชุด

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ คือ แบบสอบถามสำรวจความพึงพอใจของสมาชิก ต่อบริการของบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของสมาชิก ประกอบด้วย เพศ อายุ อาชีพ อายุการเป็นสมาชิก ระดับสมาชิก รายได้จากการเป็นตัวแทนต่อเดือน การพิจารณาก่อนสมัครสมาชิก

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของสมาชิกต่อบริการ ของบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด ทั้ง 7 ด้าน คือ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านส่งเสริมการตลาด ด้านกระบวนการ ด้านบริษัท และด้านบุคลากร

ส่วนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ส่วนในเรื่องความคิดเห็นได้กำหนดให้ระดับคะแนนเป็นอัตราส่วนตาม แบบลิเคิร์ทสเกล ดังนี้ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 5 คะแนน ความพึงพอใจมาก 4 คะแนน ความพึงพอใจปานกลาง 3 คะแนน ความพึงพอใจน้อย 2 คะแนน และความพึงพอใจน้อยที่สุด 1 คะแนน กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย คะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.41–4.20 หมายถึงความพึงพอใจมาก คะแนนเฉลี่ย 2.61–3.40 หมายถึงความพึงพอใจปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.81–2.60 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.80 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด (ยุทธ, 2545)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของสมาชิกบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด

จากผลการศึกษาผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ เป็นเพศชาย (ร้อยละ 53) มีอายุระหว่าง 40–49 ปี (ร้อยละ 30) เป็นสมาชิกระดับ m1-m3 (ร้อยละ 40) รายได้เฉลี่ยต่อเดือนจากบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด น้อยกว่า 5,000บาท (ร้อยละ 35) มีระยะเวลาการเป็นสมาชิกน้อยกว่า 1 ปี (ร้อยละ 54) ประกอบอาชีพเกษตรกร (ร้อยละ 46) มีเหตุผลที่ทำให้ตัดสินใจสมัครสมาชิก เพราะผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 78)

ความพึงพอใจของสมาชิกตัวแทนจำหน่ายที่มีต่อบริการของบริษัทผู้ผลิตปุ๋ย

ความพึงพอใจของสมาชิกต่อบริการ ทั้ง 7 ด้าน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจของสมาชิกของบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า มีความพึงพอใจมากที่สุด 4 ข้อ ระดับมาก 3 ข้อ โดยด้านที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.42, SD = 0.14) รองลงมาคือ ด้านบุคลากร ($\overline{X}$ = 4.41, SD = 0.06) ด้านบริษัท ($\overline{X}$ = 4.27, SD = 0.07) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\overline{X}$ = 4.23, SD = 0.19)

ด้านกระบวนการ ($\overline{X}$ = 4.19, SD = 0.08) ด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.18, SD = 0.09) และด้านส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 4.16, SD = 0.17) ตามลำดับ

ด้านผลิตภัณฑ์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อ โดยข้อที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.62, SD = 0.63) ใช้แล้วเห็นผลจริง ($\overline{X}$ = 4.59, SD = 0.64) ผลิตภัณฑ์ตรงกับความต้องการของลูกค้า ($\overline{X}$ = 4.50, SD = 0.63) บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์น่าใช้ ($\overline{X}$ = 4.40, SD =0.67) ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย ($\overline{X}$ = 4.37, SD = 0.71) ความชัดเจนในรายละเอียดสินค้า ($\overline{X}$ = 4.27, SD = 0.71) และชื่อเสียงของสินค้าไอเอที ($\overline{X}$ = 4.24, SD = 0.77) ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Product Satisfaction

Product	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1. Product quality	4.62	0.63	The most
2. Used to see real results	4.59	0.64	The most
3. Products that meet your needs	4.50	0.63	The most
4. Nice product packaging	4.40	0.67	The most
5. The products are diverse	4.37	0.71	The most
6. Clarity in product details	4.27	0.71	The most
7. IAT product reputation	4.24	0.77	The most
Total	**4.42**	**0.14**	**The most**

ด้านราคา พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณารายข้อ โดยข้อที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพ ($\overline{X}$ = 4.31, SD = 0.68) รองลงมาคือ ราคามีความเหมาะสมกับปริมาณ ($\overline{X}$ = 4.19, SD = 0.68) การกำหนดราคาเป็นมาตรฐานเดียวกัน ($\overline{X}$ = 4.17, SD = 0.70) และราคาเป็นที่ยอมรับของกลุ่มลูกค้า ($\overline{X}$ = 4.07, SD = 0.77) ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Price Satisfaction

Price	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1. The price is reasonable with the quality	4.31	0.68	The most
2. Price is reasonable with the quantity	4.19	0.68	Very
3. The price is the same standard	4.17	0.70	Very
4. Price is acceptable to customers	4.07	0.77	Very
Total	**4.18**	**0.09**	**Very**

ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อ โดยข้อที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด คือ การติดต่อสื่อสารกับลูกค้าโดยการเข้าถึงบ้าน ($\overline{X}$ = 4.57, SD = 0.76) รองลงมาคือ คลังสินค้ามีความพร้อมสะดวกและรวดเร็วในการจัดส่งสินค้า($\overline{X}$ = 4.25, SD = 0.90) คลังสินค้ามี

สินค้าครบถ้วนและเพียงพอต่อความต้องการ ($\overline{X}$ = 4.24, SD = 0.85) การติดต่อสื่อสารกับลูกค้าโดยผ่านช่องทางโทรศัพท์ ($\overline{X}$ = 4.20, SD = 0.96) การติดต่อสื่อสารกับลูกค้าโดยผ่านทางช่องทางไลน์ ($\overline{X}$ = 4.15, SD = 0.89) และการติดต่อสื่อสารกับลูกค้าโดยผ่านช่องทางเฟซบุ๊ก ($\overline{X}$ = 3.98, SD = 1.02) ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Channels Satisfaction

Channels	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1. Warehouse			
1.1) Convenient and fast delivery	4.25	0.90	The most
1.2) The product is enough to meet the needs.	4.24	0.85	The most
2. Communicating with customers			
2.1) Access home	4.57	0.76	The most
2.2) Phone	4.20	0.96	Very
2.3) Line	4.15	0.89	Very
2.4) Facebook	3.98	1.02	Very
Total	**4.23**	**0.19**	**The most**

ด้านส่งเสริมการตลาด พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณารายข้อ โดยข้อที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ นักวิชาการให้ความรู้ทางการเกษตร ($\overline{X}$ = 4.45, SD = 0.74) รองลงมา คือ โปรโมชั่นประจำเดือน ($\overline{X}$ = 4.28, SD = 0.87) รางวัลเกียรติยศ นักขายมืออาชีพ ($\overline{X}$ = 4.28, SD = 0.91) การจัดฝึกอบรมพัฒนาศักยภาพนักธุรกิจไอเอที NDO ($\overline{X}$ = 4.20, SD = 0.77) การจัดฝึกอบรมพัฒนาศักยภาพนักธุรกิจไอเอที OPP ($\overline{X}$ = 4.12, SD = 0.94) สื่อกระตุ้นการขาย ($\overline{X}$ = 4.10, SD = 0.93) การจัดฝึกอบรมพัฒนาศักยภาพนักธุรกิจไอเอที ASM ($\overline{X}$ =3.97, SD = 0.95) โปรโมชั่นท่องเที่ยวในและต่างประเทศ ($\overline{X}$ = 3.90, SD = 1.02) ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Marketing Promotion Satisfaction

Marketing Promotion	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1. Agricultural educators	4.45	0.74	The most
2. Promotion of the month	4.28	0.87	The most
3. Honor award Professional salesperson	4.28	0.91	The most
4. NDO Training	4.20	0.77	Very
5. OPP training	4.12	0.94	Very
6. Sales promotion materials	4.10	0.93	Very
7. Arranging ASM training	3.97	0.95	Very
8. Domestic / international travel promotion	3.90	1.02	Very
Total	**4.16**	**0.17**	**Very**

ด้านกระบวนการ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณารายข้อ โดยข้อที่มากที่สุด คือ คุณสมบัติในการสมัครสมาชิก ($\overline{x}$ = 4.29, SD = 0.81) รองลงมา คือ ระบบออนไลน์ของสมาชิกไอเอทีสะดวกต่อการใช้งาน ($\overline{x}$ = 4.26, SD = 0.82) ระยะเวลาในการดำเนินการสมัครสมาชิก ($\overline{x}$ = 4.25, SD =0.87) ราคาค่าสมัครสมาชิก ($\overline{x}$ = 4.23, SD = 0.87) ระบบออนไลน์ของสมาชิกไอเอทีมีการอัพเดทข้อมูลที่ถูกต้องอย่างสม่ำเสมอ ($\overline{x}$ = 4.19, SD = 0.85) สิทธิประโยชน์จากบริษัท ($\overline{x}$ = 4.16, SD = 0.90) ค่าตอบแทนเหมาะสมกับตำแหน่ง ($\overline{x}$ =4.13, SD = 0.91) และเงื่อนไขในการปรับตำแหน่ง ($\overline{x}$ = 4.04, SD =0.90) ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 5

Table 5 Process Satisfaction

Process	$\overline{x}$	SD	Satisfaction level
1. Subscription features	4.29	0.81	The most
2. Online system is easy to use	4.26	0.82	The most
3. Application processing time	4.25	0.87	The most
4. Subscription price	4.23	0.87	The most
5. Always updated online system	4.19	0.85	Very
6. Company benefits	4.16	0.90	Very
7. Suitable compensation for the position	4.13	0.91	Very
8. Position adjustment conditions	4.04	0.90	Very
Total	**4.19**	**0.08**	**Very**

ด้านบริษัทพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อ โดยข้อที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ บริษัทมีชื่อเสียงและมีความน่าเชื่อถือ ($\overline{x}$ = 4.36, SD = 0.88) รองลงมา คือ บริษัทให้คำปรึกษา เสนอแนะทางเลือกและรักษาผลประโยชน์ของสมาชิก ($\overline{x}$ = 4.33, SD =0.85) บริษัทมีความโปร่งใสในการดำเนินธุรกิจ ($\overline{x}$ = 4.27, SD = 0.93) มีกฎระเบียบข้อปฏิบัติสำหรับสมาชิก ($\overline{x}$ = 4.21, SD =0.96) และโครงสร้างบริษัทมีความเหมาะสม ($\overline{x}$ = 4.19, SD =1.02) ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 6

Table 6 Company side Satisfaction

Company side	$\overline{x}$	SD	Satisfaction level
1.The company is reputable and reliable	4.36	0.88	The most
2.The company protects the interests of its members	4.33	0.85	The most
3.The company is transparent	4.27	0.93	The most
4.Rules and regulations of members	4.21	0.96	The most
5.The company structure is reasonable	4.19	1.02	Very
Total	**4.27**	**0.07**	**The most**

ด้านบุคลากร พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อ โดยข้อที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด คือ พนักงานดูแลเอาใจใส่ เต็มใจให้บริการ ($\overline{X}$ = 4.51, SD = 0.73) รองลงมา คือ พนักงานมีบุคลิกภาพดี มารยาทดี และอัธยาศัยดี ($\overline{X}$ = 4.46, SD = 0.81) พนักงานให้บริการด้วยความสะดวกและรวดเร็ว ($\overline{X}$ = 4.44, SD = 0.76) มีความซื่อสัตย์ ซื่อตรง ($\overline{X}$ = 4.42, SD = 0.78) หัวหน้าทีมมีการให้พัฒนาสายงานอยู่เสมอ ($\overline{X}$ = 4.37, SD = 0.80) สามารถให้ข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ แนะนำลูกค้าได้ดี ($\overline{X}$ = 4.35, SD = 0.83) และหัวหน้าทีมมีการให้ความรู้ ความเข้าใจ ($\overline{X}$ = 4.33, SD = 0.88) ตามลำดับดังแสดงใน Table 7

Table 7 Personnel Satisfaction

Personnel	$\overline{X}$	SD	Satisfaction level
1. Caring staff willing to serve	4.51	0.73	The most
2. Employees have a good personality	4.46	0.81	The most
3. Polishing service staff	4.44	0.76	The most
4. Honest and upright	4.42	0.78	The most
5. The line of work is always evolving.	4.37	0.80	The most
6. Provide detailed information, good advice	4.35	0.83	The most
7. The line of work is to provide knowledge	4.33	0.88	The most
Total	**4.41**	**0.06**	**The most**

ปัญหาและอุปสรรคจากการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่มีปัญหาและอุปสรรคในการขาดความความชำนาญในการทำงาน รองลงมา คือ คู่แข่งทางการตลาดสูง และขาดความเป็นทีมในการทำงาน

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา บริษัทควรมีการส่งเสริมด้านการส่งเสริมการตลาดโดยการจัดโปรโมชั่นสำหรับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและปุ๋ยเคมี ปีละ 1 ครั้ง ด้านบุคลากรควรมีการสนับสนุนในการจัดประชุมสำหรับสายงานเพื่อเรียนรู้และปรึกษาการทำงานจากสายงานเพื่อสร้างความชำนาญในการทำงานที่มากขึ้น และควรมีการติดตาม และประเมินผลความพึงพอใจของสมาชิกไอเอทีที่ใช้ผลิตภัณฑ์ไอเอที อย่างน้อยปีละ 1 ครั้งเพื่อนำคำแนะนำไปพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงความต้องการของสมาชิกมากที่สุด

วิจารณ์ผลการณ์ศึกษา

จากผลการศึกษา สมาชิกมีความพึงพอใจต่อยริการของบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไอเอทีมีคุณภาพ ใช้แล้วเห็นผลจริง ตรงต่อความต้องการของลูกค้า บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์น่าใช้ สินค้ามีความหลากหลาย รายละเอียดสินค้ามีความชัดเจน และสินค้ามีชื่อเสียง ราคาเหมาะสมกับคุณภาพและปริมาณ ทั้งยังมีการกำหนดราคาเป็นมาตรฐานเดียวกัน มีการติดต่อสื่อสารกับลูกค้าโดยการเข้าถึงบ้าน หรือผ่านช่องทางต่าง ๆ ที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นทางโทรศัพท์ ไลน์ หรือเฟซบุ๊ก คลังสินค้ามีความพร้อมสะดวกและรวดเร็วในการจัดส่งสินค้า อีกทั้งคลังสินค้าครบถ้วนและเพียงพอต่อความต้องการของสมาชิก มีนักวิชาการให้ความรู้ทางการเกษตร มีการจัดโปรโมชั่นประจำเดือน การมอบรางวัลเกียรติยศ นักขายมืออาชีพ การจัดอบรมพัฒนาศักยภาพนักธุรกิจ

ไอเอที OPP, NDO, และ ASM รวมถึงการใช้สื่อกระตุ้นการขายต่าง ๆ เช่น แคทตาล็อก, โบรชัวร์, แบนเนอร์ ฯลฯ และการจัดกิจกรรมท่องเที่ยวทั้งในและต่างประเทศ มีความเหมาะสมในการสมัครสมาชิกทั้งในด้านราคาค่าสมัคร คุณสมบัติในการสมัครเป็นสมาชิก และระยะเวลาในการดำเนินการขั้นตอนการสมัครสมาชิก ความเหมาะสมของโครงสร้างแผนการตลาดในด้านค่าตอบแทน เงื่อนไขและสิทธิประโยชน์ที่ได้รับจากบริษัท รวมไปถึงระบบออนไลน์ของสมาชิกไอเอทีที่มีการอัพเดทข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ และสะดวกต่อการใช้งาน บริษัทมีชื่อเสียงและมีความน่าเชื่อถือ ให้คำปรึกษา เสนอแนะทางเลือก และรักษาผลประโยชน์ของสมาชิก มีความโปร่งใสในการดำเนินธุรกิจ โครงสร้างบริษัทและกฎระเบียบข้อปฏิบัติสำหรับสมาชิกมีความเหมาะสม ด้านพนักงานบริษัท เนื่องจากมีการดูแลเอาใจใส่ เต็มใจให้บริการ มีบุคลิกภาพดี มารยาทดี และอัธยาศัยดี ให้บริการด้วยความรวดเร็ว มีความซื่อสัตย์ ซื่อตรง สามารถให้ข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ แนะนำลูกค้าได้ดี ส่วนด้านสายงานหัวหน้าทีมมีการพัฒนาสายงานอยู่เสมอ และมีการให้ความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร (2554) ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อคุณภาพการบริการของธุรกิจร้านเสริมสวยในเขตเทศบาลนครยะลาเพื่อศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้บริโภคที่มีต่อธุรกิจร้านเสริมสวยในเขตเทศบาลนครยะลา ประชากรที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนทั้งสิ้น 400 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมผู้บริโภคมีความพึงพอใจในคุณภาพบริการ เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในกระบวนการให้บริการมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.05) รองลงมาคือ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\overline{X}$ = 4.02) ด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและด้านบุคคล ($\overline{X}$ = 3.91) ด้านผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ =3.69) ด้านราคา ($\overline{X}$ = 3.48) และด้านการส่งเสริมการตลาดผู้บริโภคมีความพึงพอใจน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 2.96)

สรุป

ผลการศึกษาพบว่าสมาชิกส่วนใหญ่เป็นเพศชายมีอายุระหว่าง 40–49 ปี ประกอบอาชีพเกษตรกร สถานะการเป็นสมาชิกน้อยกว่า 1 ปีและอยู่ในระดับต้น (m1-m3) มีรายได้จากการเป็นตัวแทนจำหน่ายเฉลี่ยน้อยกว่า 5,000 บาทต่อเดือน และพิจารณาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยก่อนสมัครสมาชิก สำหรับความพึงพอใจต่อบริการของบริษัทไอเอที 2016 จำกัด ด้านต่าง ๆโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า มีความพึงพอใจมากที่สุด 4 ข้อ ระดับมาก 3 ข้อ โดยด้านที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านผลิตภัณฑ์ ($\overline{X}$ = 4.42) รองลงมาคือ ด้านบุคลากร ($\overline{X}$ = 4.41) ด้านบริษัท ($\overline{X}$ = 4.27) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\overline{X}$ = 4.23) ด้านกระบวนการ ($\overline{X}$ = 4.19) ด้านราคา ($\overline{X}$ = 4.18) และด้านส่งเสริมการตลาด ($\overline{X}$ = 4.16) ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไอเอทีมีคุณภาพใช้แล้วเห็นผลจริง ตรงต่อความต้องการของลูกค้า บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์น่าใช้ สินค้ามีความหลากหลาย รายละเอียดสินค้ามีความชัดเจน และสินค้ามีชื่อเสียง ราคาเหมาะสมกับคุณภาพและปริมาณ ทั้งยังมีการกำหนดราคาเป็นมาตรฐานเดียวกัน มีการติดต่อสื่อสารกับลูกค้าโดยการเข้าถึงบ้าน หรือผ่านช่องทางต่าง ๆ ที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นทางโทรศัพท์ ไลน์ หรือเฟซบุ๊ก คลังสินค้ามีความพร้อมสะดวกและรวดเร็วในการจัดส่งสินค้า ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยที่สำคัญ คือ บริษัทผู้ผลิตควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง และเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เพื่อสอดคล้องกับความต้องการของสมาชิก ควรมีการสนับสนุนการอบรมบุคลากรด้านสายงานเพื่อสร้างความชำนาญในการทำงานที่มากขึ้น ควรมีการติดตาม และประเมินผลความพึงพอใจของสมาชิกไอเอทีที่ใช้ผลิตภัณฑ์ไอเอที เพื่อเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่บริษัท

เอกสารอ้างอิง

บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด. 2563. แค็ตตาล็อกไอเอทีบริษัท ไอเอที 2016 จำกัด. บริษัท ไอเอที 2016 จำกัด, กรุงเทพฯ.

สุภาพร กาลรักษ์. 2554. ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อคุณภาพการบริการของธุรกิจเสริมสวยในเขตเทศบาลนครยะลา. การค้นคว้าแบบอิสระหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

อรวรา นิยะสม. 2562. ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อคุณภาพการให้บริการของสหกรณ์ออมทรัพย์ตำรวจแห่งชาติ จำกัด. การค้นคว้าแบบอิสระหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (Visionary Leaders), มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อภิรดา ทองรุ่ง. 2557. ความพึงพอใจของสมาชิกต่อส่วนประสมทางการตลาด บริการของสหกรณ์ออมทรัพย์บริษัทไทยโอซูก้า จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร. การค้นคว้าแบบอิสระหลักสูตรบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ กรณีศึกษาปุ๋ยตราหัววัว-คันไถ

Marketing mix factors affecting choices of chemical fertilizer products of rice growers in Tha Tako District, Nakhon Sawan Province: Case studies of OX-Brand chemical fertilizer

จักรพล หอมเฮ้า*, **กนก เลิศพานิช**

Jakkrapol Homhao*, Kanok Lertpanich

ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Innovative Communication and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: 60040464@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะทางประชากรศาสตร์ 2) พฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมีตราหัววัว–คันไถ 3) ระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมีตราหัววัว–คันไถ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่ซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมีตราหัววัว-คันไถ ในอำท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 75 คน จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุตั้งแต่ 51 ปีขึ้นไป การศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า สถานภาพสมรส มีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 61–75 ไร่ รายได้จากการเพาะปลูกข้าว 60,000–80,000 บาท/ปี ด้านพฤติกรรม พบว่า เกษตรกรซื้อปุ๋ยเคมีเพราะต้องการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าว ซื้อปุ๋ยเคมีจำนวน 3–4 ครั้ง/ปี โดยเกษตรกรเลือกตัดสินใจเอง และชำระเงินโดยเลือกใช้เงินเชื่อจาก ธ.ก.ส. นอกจากนี้เกษตรกรให้ความสำคัญกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยด้านผลิตภัณฑ์มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และลำดับสุดท้ายคือ ด้านการส่งเสริมการตลาด

คำสำคัญ: เกษตรกรผู้ปลูกข้าว, ปุ๋ยตราหัววัว-คันไถ, ส่วนประสมทางการตลาด, อำเภอท่าตะโก

Abstract

This research aimed to study 1) demographic characteristics and purchase behavior of OX-Brand chemical fertilizers, and 2) level of marketing mix factors affected the choices of OX-Brand chemical fertilizer products. Questionnaires were used to collect data from 75 samples of Tha Tako District, Nakhon Sawan Province rice farmers, who purchased OX-Brand chemical fertilizer products. The results showed that most of the farmers were male, aged 51 years and over, graduated from elementary school or lower, marital status, with 61–75 rai of rice planting area, 60,000–80,000 baht/year income. Rice farmers showed purchasing behavior that they brought chemical fertilizers for rice yield increasing, 3–4 times/year, depended on their decision and paid by credit from BACC bank. Moreover, farmers emphasized in moderate level toward the overall market mix factors. The aspects of the product quality, price, distribution channels and marketing promotion were the important marketing mix factor in this situation.

Keywords: marketing mix, OX-Brand fertilizer, rice farmers, Tha Tako District

คำนำ

"ข้าว" เป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากชาวนาไทยปลูกข้าวเพื่อบริโภคและเพื่อจำหน่ายมาเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน และถือได้ว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวเป็นอันดับต้นๆ ของโลก แต่ทว่าในปีล่าสุด ข้าวไทยมีผลผลิตเฉลี่ยที่ 393 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับปี 2559 2560 และ 2561 ที่มีผลผลิตเฉลี่ย คือ 430 421 และ 420 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2563) การที่ผลผลิตข้าวต่ำลงเป็นผลสืบเนื่องมาจากข้อจำกัดหลายประการ ทั้งความแปรปรวนของสภาพอากาศและขาดการจัดการดินที่เหมาะสมติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้ดินขาดธาตุอาหารพืชที่สำคัญและเสื่อมสภาพอย่างต่อเนื่อง การเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละปีทำให้มีการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกจากพื้นที่เพาะปลูก ส่งผลทำให้การผลิตข้าวนั้นมีผลผลิตที่ต่ำลง

ดังนั้นปุ๋ยจึงมีความสำคัญ เพราะปุ๋ยเป็นหนึ่งในปัจจัยการผลิตที่สามารถใช้เพิ่มผลผลิตภาพดิน เพิ่มธาตุอาหารที่ดินขาดแคลนให้มีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช (Corrective application) หรือเพิ่มเติมธาตุอาหารที่ลดลงเนื่องจากสูญเสีย ไปในช่วงการปลูกพืช (Maintenance application) ให้ได้ผลผลิตสูง คุณภาพดี และคงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ได้อย่างยั่งยืน โดยปุ๋ยเคมีเป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารพืชเป็นสารประกอบ ที่ผ่านกระบวนการผลิตทางเคมีเมื่อใส่ลงไปในดินที่มีความชื้นที่เหมาะสม ปุ๋ยเคมีจะละลายให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว และปุ๋ยเคมีแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ย คือ ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารคือไนโตรเจน (N) หรือ ฟอสฟอรัส (P) หรือ โพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบอยู่หนึ่งหรือสองธาตุแล้วแต่ชนิดของสารประกอบที่เป็นแม่ปุ๋ยนั้น ๆ มีปริมาณของธาตุอาหารที่คงที่ และมีความเข้มข้นสูง อีกประเภท คือ ปุ๋ยผสม ได้แก่ ปุ๋ยที่มีการนำเอาแม่ปุ๋ย หลายชนิดมาผสมรวมกัน เพื่อให้ปุ๋ยที่ผสมได้มีปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหาร N P และ K ตามที่ต้องการ เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่เหมาะที่จะใช้กับพืชและดินที่แตกต่างกัน

บริษัท ไทยเซ็นทรัลเคมี จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทที่ผลิตปุ๋ยเคมีมาอย่างยาวนาน ทำให้การวิจัยตลาดจึงมีความสำคัญ เพราะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถวางแผนงานในการดำเนินงาน ตลอดจนพัฒนาสินค้าให้ธุรกิจบรรลุผลสำเร็จ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ กรณีศึกษาปุ๋ยตราหัววัว-คันไถ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับกลยุทธ์ทางการตลาด เพิ่มยอดขาย และวางแผนการตลาดในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่ซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์

กลุ่มตัวอย่าง คำนวณจากสูตรตามวิธีของคอแครน (Cochran) กรณีไม่ทราบค่าสัดส่วนของประชากร โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 90 ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก Equation 1 (กัลยา, 2554)

$$n = \frac{z^2}{4e^2} \quad (1)$$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

z = 1.65 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

e = ระดับค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 10

แทนค่าในสูตร ได้ดังนี้ $n = \frac{(1.65)^2}{4(0.1)^2}$

$= 68.06$

จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ คือ 68.06 ตัวอย่าง ซึ่งได้มาโดยวิธีการคำนวณโดยใช้สูตรของคอแครน และเพื่อป้องกันการสูญเสียของแบบสอบถามเนื่องจากอาจมีคุณสมบัติของแบบสอบถามไม่ครบถ้วนสมบูรณ์จึงทำการเก็บตัวอย่างเพิ่มแบบสอบถาม เป็นตัวอย่างทั้งหมด 75 ตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบตามสะดวก (Convenience Sampling) เป็นการเลือกแบบ ไม่มีกฎเกณฑ์ อาศัยความสะดวกของผู้วิจัยเป็นหลัก และเจาะจงเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นลักษณะคำถามปลายปิด (Close-Ended Questionnaires) สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย แบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร มีลักษณะเป็นแบบตรวจคำตอบ

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกร มีลักษณะเป็นแบบตรวจคำตอบ (Check List) โดยสอบถามถึงพฤติกรรมต่างๆ ในด้านการซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกร

ตอนที่ 3 ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกร โดยแยกเป็นปัจจัยต่าง ๆ คือ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายและด้านการส่งเสริมการตลาด เป็นแบบสอบถามประเภทมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

จัดพิมพ์แบบสอบถาม จากนั้นพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถาม โดยขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ก่อนที่จะนำไปใช้ โดยมีการพิจารณาตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้อ่านแล้วมีความเข้าใจง่ายและชัดเจน ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) โดยใช้ความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ ส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ได้กำหนดการให้ระดับคะแนนเป็นอัตราส่วนตามแบบลิเคิร์ทสเกล ดังนี้คือ มีผลต่อการเลือกซื้อมากที่สุด 5 คะแนน มีผลต่อการเลือกซื้อ

มาก 4 คะแนน มีผลต่อการเลือกซื้อปานกลาง 3 คะแนน มีผลต่อการเลือกซื้อน้อย 2 คะแนน มีผลต่อการเลือกซื้อน้อยที่สุด 1 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน คือ คะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 หมายถึง มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.41–4.20 หมายถึง มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 2.61–3.40 หมายถึง มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.81–2.60 หมายถึง มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับระดับน้อย คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.80 หมายถึง มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับระดับน้อยที่สุด

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

1) ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่ซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ ในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 72.0 มีอายุ 51 ปีขึ้นไป ร้อยละ 42.7 การศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า ร้อยละ 45.3 สถานภาพสมรส ร้อยละ 74.6 มีอาชีพหลักทำเกษตรกรรม ร้อยละ 96.0 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวอยู่ระหว่าง 61–75 ไร่ ร้อยละ 26.7 และมีรายได้จากการเพาะปลูกข้าวอยู่ระหว่าง 60,000–80,000 บาท/ปี ร้อยละ 36.0

2) พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี เพราะต้องการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าว ร้อยละ 77.3 ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ จากร้านค้าผู้จำหน่ายปุ๋ย ร้อยละ 77.3 ซื้อปุ๋ยเคมีจำนวน 3–4 ครั้ง/ปี ร้อยละ 78.7 โดยเกษตรกรจะเลือกใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ในช่วงที่ข้าวมีอายุ 20–30 วัน ร้อยละ 45.3 และใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในช่วงที่ข้าวมีอายุ 60–70 วัน ร้อยละ 48.0 โดยเกษตรกรเลือกตัดสินใจเองในการเลือกซื้อปุ๋ย ร้อยละ 72.0 และเลือกวิธีการชำระเงินค่าปุ๋ยเคมี โดยเลือกใช้เงินเชื่อจาก ธ.ก.ส. ในการซื้อปุ๋ยเคมีในแต่ละครั้ง ร้อยละ 53.3

3) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.22 โดยปัจจัยที่มีระดับค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ด้านผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยโดยรวม 3.94 รองลงมาคือ ด้านราคา มีค่าเฉลี่ยโดยรวม 3.31 ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีค่าเฉลี่ยโดยรวม 2.96 และด้านการส่งเสริมการตลาด มีค่าเฉลี่ยโดยรวม 2.67 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านผลิตภัณฑ์ เกษตรกรให้ความสำคัญด้านการให้ผลดีมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.48 รองลงมาคือ ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ มีค่าเฉลี่ย 4.03 ไม่มีปัญหาเรื่องฝุ่นและการจับตัวเป็นก้อน มีค่าเฉลี่ย 3.99 บรรจุภัณฑ์ทนทานและสะดวกต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 3.61 และสีกับขนาดของเม็ดปุ๋ยมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 3.60 ตามลำดับ

ด้านราคา พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญด้านการตั้งราคาที่มีความเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.91 รองลงมาคือ ราคาถูกว่ายี่ห้ออื่น มีค่าเฉลี่ย 3.19 ทางร้านแจ้งราคาที่ชัดเจน มีค่าเฉลี่ย 3.07 และระดับราคามีความหลากหลายให้เลือกซื้อ มีค่าเฉลี่ย 3.05 ตามลำดับ

ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญด้านสถานที่จำหน่ายสะดวกต่อการเดินทางมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.27 รองลงมาคือ สามารถหาซื้อได้สะดวก มีค่าเฉลี่ย 3.07 มีบริการจัดส่งถึงที่หมาย มีค่าเฉลี่ย 3.05 และมีการจัดจำหน่ายตามบูธตามงานการเกษตรต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ย 2.44 ตามลำดับ

ด้านการส่งเสริมการตลาด พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญด้านการจัดกิจกรรมลด แลก แจก แถมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.15 รองลงมาคือ มีตัวอย่างหรือแปลงสาธิตให้เห็นผลจากการใช้ มีค่าเฉลี่ย 2.65 การจัดอบรมให้คำแนะนำหรือวิธีการใช้ มีค่าเฉลี่ย 2.64 การประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น แผ่นป้าย ใบปลิว มีค่าเฉลี่ย 2.60 และการส่งข่าวสารให้ทราบผ่านทาง Facebook หรือสื่อออนไลน์ มีค่าเฉลี่ย 2.31 ตามลำดับ แสดงดัง Table 1

Table 1 Analysis of the level of importance of the four marketing mix factors

Marketing Mix	$\overline{x}$	SD	Level of importance
Product	**3.94**	**0.67**	**More**
High efficiency for plant production	4.48	0.67	Most
Appropriate color and size of fertilizer	3.60	0.72	More
Reliable of Brand	4.03	0.62	More
No dust and coagulation problems	3.99	0.65	More
Sturdy and convenient to use of packaging	3.61	0.68	More
Price	**3.31**	**0.69**	**Moderate**
Suitable price for the quality of the product	3.91	0.68	More
Clear storefront price	3.07	0.68	Moderate
Various price level of the fertilizer	3.05	0.66	Moderate
Cheap than other brands	3.19	0.73	Moderate
Place	**2.96**	**0.68**	**Moderate**
Convenient to buy	3.07	0.64	Moderate
Convenient location to buy	3.27	0.60	Moderate
Delivery service	3.05	0.82	Moderate
Sale in agricultural events	2.44	0.66	Low
Promotion	**2.67**	**0.76**	**Moderate**
Public relations through various media	2.60	0.75	Low
Promotion event	3.15	0.78	Moderate
Business news on Facebook and other social media	2.31	0.89	Low
Available of demonstration plots	2.65	0.67	Moderate
Arranging training to give advice or how to use	2.64	0.73	Moderate

วิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่ซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ ในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุ 51 ปีขึ้นไป การศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า สถานภาพสมรส มีอาชีพหลักทำเกษตรกรรม มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวอยู่ระหว่าง 61–75 ไร่ และมีรายได้จากการเพาะปลูกข้าวอยู่ระหว่าง 60,001–80,000 บาท/ปี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัทธรรม และคณะ (2557) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการซื้อปุ๋ยเคมีเพื่อการปลูกข้าวของเกษตรกรในอำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุ 51 ปีขึ้นไป การศึกษามีระดับต่ำกว่าประถมศึกษา และมีรายได้เฉลี่ยจากการทำนา 50,000–100,000 บาท/ปี ซึ่งจะเห็นได้ว่า จากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่ซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย เพราะเพศชายเป็นผู้นำของครอบครัว เนื่องจากสังคมเห็นว่าเพศชายสามารถคุ้มครองป้องกันสมาชิกในครอบครัวได้ และอาชีพเกษตรกรเป็นอาชีพที่ใช้แรงงานค่อนข้างหนัก จึงต้องอาศัยกำลังของเพศชาย ซึ่งแข็งแรงกว่าเพศหญิง

พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าว เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ เพราะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นตัวบ่งบอกถึงการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ (เกตุวดี และคณะ, 2561) และได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ จากร้านค้าผู้จำหน่ายปุ๋ย โดยซื้อปุ๋ยเคมีจำนวน 3–4 ครั้ง/ปี เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ทำนาปรัง ภายในหนึ่งปีสามารถทำนาได้ 2 รอบ โดยแต่ละรอบการปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว เกษตรกรจะใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ในครั้งแรกเกษตรกรเลือกใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ใส่ในช่วงที่ข้าวมีอายุ 20–30 วัน และครั้งที่สอง เกษตรกรใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ใส่ในช่วงที่ข้าวมีอายุ 60–70 วัน โดยเกษตรกรเลือกตัดสินใจด้วยตัวเองในการเลือกซื้อปุ๋ย และเลือกวิธีการชำระเงินค่าปุ๋ยเคมี โดยเลือกใช้เงินเชื่อจาก ธ.ก.ส. จากบัตรสินเชื่อเกษตรกรในการซื้อปุ๋ยเคมีในแต่ละครั้ง เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีเงินสดที่จะใช้เป็นต้นทุนในการเพาะปลูกข้าวในแต่ละรอบ จึงเลือกใช้บัตรสินเชื่อเกษตรกร และผ่อนชำระในภายหลัง

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ดังเช่น ทฤษฎีส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix : 4P) ของศิริวรรณ และคณะ (2552) ที่กล่าวไว้ว่า สิ่งที่จะสนองความต้องการของผู้บริโภค มี 4 ประการ คือ ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และการส่งเสริมการตลาด ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ ที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ให้ความสำคัญกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และลำดับสุดท้ายคือ ด้านการส่งเสริมการตลาด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงรักษ์ (2556) ที่ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรในเขตจังหวัดบุรีรัมย์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับปัจจัยส่วน

ประสมทางการตลาด ด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ตามลำดับ

ส่วนปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการดำเนินงานวิจัยนี้ คือ เรื่องระยะเวลาที่มีค่อนข้างจำกัด ประกอบกับพื้นที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือดำเนินงานนั้นค่อนข้างไกล จึงทำให้การดำเนินงานไม่สะดวกและล่าช้า

สรุป

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่ซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ ในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุ 51 ปีขึ้นไป การศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า สถานภาพสมรส มีอาชีพหลักทำเกษตรกรรม มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวอยู่ระหว่าง 61–75 ไร่ และมีรายได้จากการเพาะปลูกข้าวอยู่ระหว่าง 60,001–80,000 บาท/ปี

พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าว ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ จากร้านค้าผู้จำหน่ายปุ๋ย ซื้อปุ๋ยเคมีจำนวน 3–4 ครั้ง/ปี โดยเกษตรกรจะเลือกใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ในช่วงที่ข้าวมีอายุ 20–30 วัน และใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในช่วงที่ข้าวมีอายุ 60–70 วัน โดยเกษตรกรเลือกตัดสินใจด้วยตนเองในการเลือกซื้อปุ๋ยเคมีและเลือกวิธีการชำระเงินค่าปุ๋ยเคมี โดยเลือกใช้เงินเชื่อจาก ธ.ก.ส. ในการซื้อปุ๋ยเคมีในแต่ละครั้ง

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว–คันไถ ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเคมี ตราหัววัว-คันไถ ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยปัจจัยที่มีระดับค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านผลิตภัณฑ์ รองลงมาคือ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และลำดับสุดท้ายคือ ด้านการส่งเสริมการตลาด เมื่อพิจารณาถึงข้อย่อยในแต่ละด้านสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับการใช้ที่ให้ผลผลิตดีมากที่สุด รองลงมาคือ ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ ไม่มีปัญหาเรื่องฝุ่นและการจับตัวเป็นก้อน บรรจุภัณฑ์ทนทานและสะดวกต่อการใช้งาน และสีกับขนาดของเม็ดปุ๋ยมีความเหมาะสม ตามลำดับ

ด้านราคา พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญด้านการตั้งราคาที่มีความเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมาคือ ราคาถูกว่ายี่ห้ออื่น ทางร้านแจ้งราคาที่ชัดเจน และระดับราคามีความหลากหลายให้เลือกซื้อ ตามลำดับ

ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับสถานที่จำหน่ายสะดวกต่อการเดินทางมากที่สุด รองลงมาคือ หาซื้อได้สะดวก มีบริการจัดส่งถึงที่หมาย และมีการจัดจำหน่ายตามบูธตามงานการเกษตรต่าง ๆ ตามลำดับ

และด้านการส่งเสริมการตลาด พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญด้านการจัดกิจกรรมลด แลก แจก แถมมากที่สุด มี รองลงมาคือ

มีตัวอย่างหรือแปลงสาธิตให้เห็นผลจากการใช้ มีการจัดอบรมให้คำแนะนำหรือวิธีการใช้ การประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น แผ่นป้าย ใบปลิว และการส่งข่าวสารให้ทราบผ่านทาง Facebook หรือสื่อออนไลน์ ตามลำดับ

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ด้านผลิตภัณฑ์ เกษตรกรให้ความสำคัญกับการใช้ที่ให้ผลผลิตดีมากที่สุด ด้านราคา เกษตรกรให้ความสำคัญกับการตั้งราคาที่มีความเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากที่สุด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย เกษตรกรให้ความสำคัญกับการหาซื้อได้สะดวกมากที่สุด และด้านการส่งเสริมการตลาด เกษตรกรให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมลด แลก แจก แถมมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2553. สถิติสำหรับงานวิจัย, พิมพ์ครั้งที่ 6. ธรรมสาร, กรุงเทพฯ.

เกตุวดี สมบูรณ์ทวี, คมกริช ศรีไพรงาม, ลลิตภัทร สร้างถิ่น. 2561. ปัจจัยด้านคุณภาพที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์สัญชาติญี่ปุ่น. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/wms/article/download/110390/86557/, 25 ตุลาคม 2563.

ธัทธรรม พิลาแดง, ประสาน ยิ้มอ่อน, กรรณิกา เร่งศิริกุล. 2557. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการซื้อปุ๋ยเคมีเพื่อการปลูกข้าวของเกษตรกรในอำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด. http://paj.rmu.ac.th/jn/home/journal_file/45.pdf, 10 กันยายน 2563.

นงรักษ์ บุญขวาง. 2556. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรในเขตจังหวัดบุรีรัมย์. http://www.mbainnovationram.com/pdf/5514980045.pdf, 15 กันยายน 2563.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. 2552. การบริหารการตลาดยุคใหม่. ธรรมสาร, กรุงเทพฯ.

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2563. ผลผลิตข้าวไทย. http://www.thairiceexporters.or.th/production.htm, 10 กันยายน 2563.

การจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในอำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Coconut black headed caterpillar management by farmers in Kui buri District of Prachuap Khiri Khan Province

เบญจมาภรณ์ ชุ่มจิตร[a,b], กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์[b], ธำรงเจต พัฒมุข[b,*]

Benjamaporn Chumchit[a,b], Krisana Rungrotwanich[b], Thamrongjet Puttamuk[b,*]

[a]กองส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดินปุ๋ย กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[b]แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120

[a]Plant Protection Promotion and Soil-Fertility Management, Department of Agricultural Extension Bangkok 10900, Thailand.

[b]Department of Agricultural Management, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Thamrongjet.put@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปทางเศรษฐกิจและสังคม ความรู้เกี่ยวกับหนอนหัวดำมะพร้าวและการจัดการ วิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรกร และปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในอำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในพื้นที่ที่มีการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในปี 2557 จำนวน 267 คน โดยคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน่และทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยวิธีจับสลาก และเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป เกษตรกรส่วนใหญ่รับทราบข้อมูลการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวผ่านสื่อบุคคลจากนักวิชาการเกษตรและนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับหนอนหัวดำมะพร้าวและวิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในระดับมาก มีวิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวมากที่สุดคือ การปล่อยแตนเบียน *Bracon hebetor* และรองลงมาใช้สารเคมี emamectin benzoate 1.92% EC ฉีดเข้าลำต้นมะพร้าวที่มีความสูงมากกว่า 12 เมตร เกษตรกรส่วนใหญ่มีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานภาครัฐสนับสนุนสารเคมีในการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว รวมทั้งสนับสนุนพ่อ–แม่พันธุ์ และวัสดุในการผลิตขยายพันธุ์แตนเบียนสำหรับแนวทางการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว ควรมีการอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว ทั้งวิธีการเขตกรรม การใช้ชีวภัณฑ์และชีววิธี และการใช้สารเคมี

คำสำคัญ: การจัดการศัตรูพืช, ต้นมะพร้าว, หนอนหัวดำมะพร้าว, อำเภอกุยบุรี

Abstract

The objectives of this research were to study economic and general social information, their knowledge concerning coconut black headed caterpillar management, the method of coconut black headed caterpillar management and their coconut black headed caterpillar management, problems, and suggestions of farmers in Kui Buri District, Prachuap Khiri Khan Province. The total of 267 informants were coconut farmers in Kui Buri District, Prachuap Khiri Khan Province, who grew coconuts during an outbreak of coconut black headed caterpillar in 2014. The sample size was calculated using Taro Yamane's formula. Data sampling random sampling, Lottery method was performed using questionnaires. The data were analyzed using descriptive statistics. The research results were as follows: Most of the farmers were females over 60 years old and graduated from elementary school. Most farmers received information on the management of coconut blackhead worms through the media from agricultural and agricultural extension officers. Most farmers had a high level of knowledge about coconut black headed worms and methods of handling coconut worms. The release of wasps (*Bracon hebetor*) followed by injection of emamectin benzoate 1.92% EC into the coconut trees with the height above 12 meters. There are suggestions for government agencies to support chemicals in the prevention of coconut worms, including support for the parent breeder and production materials for breeding the wasps. For the management of coconut black headed caterpillar, there should be training to educate farmers about prevention the coconut black headed caterpillar, including cultural control, biological control, and chemical control.

Keywords: coconut tree, coconut black headed caterpillar, pest management, Kui buri district

คำนำ

มะพร้าว (*Cocos nucifera* Linn.) เป็นพืชตระกูลปาล์มที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกประมาณ 1.44 ล้านไร่ แต่ในปี พ.ศ. 2560 เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวบางรายปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกปาล์มน้ำมันและยางพาราทดแทน และประสบปัญหาหนอนหัวดำมะพร้าวระบาดรุนแรง ซึ่งเป็นแมลงต่างถิ่นการเข้าทำลายมีความรุนแรงถึงระดับที่ทำให้ต้นมะพร้าวยืนต้นตายได้ และขยายพื้นที่ระบาดอย่างต่อเนื่อง และมีความเสี่ยงที่การระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวจะกระจายไปยังพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างร้ายแรง

หนอนหัวดำมะพร้าว (*Opisina arenosella* Walker) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียใต้ แถบประเทศอินเดียและศรีลังกา ทำความเสียหายต่อมะพร้าวในระยะหนอนเท่านั้น ลักษณะตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน ผีเสื้อหนอนหัวดำมะพร้าวเพศเมียสามารถวางไข่ประมาณ 49–490 ฟอง วางไข่เป็นกลุ่ม ตัวหนอนเมื่อฟักออกจากไข่จะอยู่รวมเป็นกลุ่มก่อนที่จะย้ายไปกัดกินทำลายมะพร้าว หนอนที่เพิ่งฟักออกจากไข่หัวจะมีสีดำ ลำตัวมีสีเหลือง เมื่ออายุมากขึ้นหัวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ตัวมีสีน้ำตาลอ่อน และมีลายสีน้ำตาลเข้มพาดตามยาวของลำตัว

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นแหล่งผลิตมะพร้าวมากที่สุดของประเทศไทย โดยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวทั้งสิ้น 469,340 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.59 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์พบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวครั้งแรกในปี 2550 มีเนื้อที่ประมาณ 50 ไร่ ต่อมาได้พบพื้นที่ระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวอย่างต่อเนื่อง ในปี 2560 พื้นที่ระบาดเพิ่มขึ้นเป็น 93,408 ไร่ จากพื้นที่การระบาดรวมทั้งประเทศ 109,409 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 85.38 ของพื้นที่ระบาดทั้งประเทศ (ข้อมูล ณ วันที่ 15 พฤษภาคม 2560) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) โดยอำเภอกุยบุรีมีพื้นที่ปลูกมะพร้าว 18,161 ไร่ ในปี 2560 พบหนอนหัวดำมะพร้าวระบาด 7,237 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) หน่วยงานราชการได้แนะนำวิธีการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าวให้เกษตรกร 7 วิธี คือ การตัดทางใบ การพ่นเชื้อ *Bacillus thuringiensis* การปล่อยแตนเบียน *Trichogramma* spp., *Bracon hebetor* และ *Goniozus nephantidis* การเจาะลำต้นมะพร้าวฉีดสารเคมี emamectin benzoate 1.92% EC เข้าลำต้นมะพร้าวที่มีความสูงมากกว่า 12 เมตร ยกเว้นมะพร้าวอ่อน (มะพร้าวน้ำหอม มะพร้าวน้ำตาล และมะพร้าวกะทิ) และการใช้สารเคมีพ่นทางใบมะพร้าวที่มีความสูงน้อยกว่า 12 เมตร หรือในมะพร้าวอ่อน (มะพร้าวน้ำหอม มะพร้าวน้ำตาล และมะพร้าวกะทิ) สารเคมีที่แนะนำ คือ flubendiamide 20% WG, chlorantraniliprole 5.17% SC, spinosad 12% SC และ lufenuron 5% EC เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดพร้อมถ่ายทอดความรู้ โดยในปี 2563 พบการระบาดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลดลงเหลือเพียง 4,058.50 ไร่ (ข้อมูล ณ วันที่ 16 ธันวาคม 2563) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563) แต่ยังพบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่จังหวัดอยู่อย่างต่อเนื่อง

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจเลือกพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เนื่องจากเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าว และมีศูนย์การจัดการศัตรูพืชชุมชนที่เข้มแข็ง เพื่อศึกษาข้อมูลหนอนหัวดำมะพร้าว และวิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อหาแนวทางการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวที่เหมาะสม อันจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว และภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาศัตรูมะพร้าวได้นำไปใช้วางแผนจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสม และยั่งยืนต่อไป

วิธีการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวที่พบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวทุกตำบลในอำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 801 คน มีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยการใช้สูตรในการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง คือ Taro Yamane ที่ความคลาดเคลื่อน 0.5 ได้กลุ่มตัวอย่าง 267 คน และทำการสุ่มแบบง่ายโดยจับฉลากรายชื่อของเกษตรกรตามสัดส่วนที่กำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถามปลายปิด และคำถามปลายเปิดเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม และการตรวจสอบแบบสอบถาม ได้นำไปทดสอบกับเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ แอลฟา (α-coefficient) โดยใช้วิธีของครอนบาช (Cronbach, 1970) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.942

ซึ่งแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 4 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปทางเศรษฐกิจและสังคม ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับหนอนหัวดำมะพร้าวและวิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว ตอนที่ 3 วิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรกร จำนวน 2 ประเด็น ได้แก่ การสำรวจติดตามสถานการณ์และประเมินระดับการทำลาย และการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว ตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำแบบสอบถามที่เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย มาตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล จัดทำรหัสข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นคำถามปลายปิดและปลายเปิด สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 ความรู้เรื่องหนอนหัวดำมะพร้าวและการป้องกันกำจัด ประกอบด้วยคำถามปลายปิด มีเกณฑ์ในการประเมิน คือ

ข้อที่ตอบถูก คะแนนเท่ากับ 1

ข้อที่ตอบผิด คะแนนเท่ากับ 0

สำหรับการแจกแจงความถี่และคะแนนของกลุ่มตัวอย่างแบ่งระดับช่วงคะแนนความรู้เป็น 5 ระดับ ดังนี้

$$\text{ช่วงความกว้างระหว่างชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{20-0}{5}$$

$$= 4$$

จากเกณฑ์ดังกล่าวสามารถแปลความหมายของระดับความรู้ ดังนี้

ช่วงคะแนน 17–20 คะแนน หมายถึง มีระดับความรู้มากที่สุด

ช่วงคะแนน 13–16 คะแนน หมายถึง มีระดับความรู้มาก

ช่วงคะแนน 9– 12 คะแนน หมายถึง มีระดับความรู้ปานกลาง

ช่วงคะแนน 5–8 คะแนน หมายถึง มีระดับความรู้น้อย

ช่วงคะแนน 0–4 คะแนน หมายถึง มีระดับความรู้น้อยที่สุด

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะในการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว เป็นคำถามปลายปิด และปลายเปิดให้แสดงความคิดเห็นแต่ละคำถามตามมาตรประมาณค่า 5 ระดับ คือ

5 = มีปัญหาระดับมากที่สุด

4 = มีปัญหาระดับมาก

3 = มีปัญหาระดับปานกลาง

2 = มีปัญหาระดับน้อย

1 = มีปัญหาระดับน้อยที่สุด

สำหรับการแจกแจงความถี่และคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแบ่งระดับปัญหา เป็น 5 ระดับ ดังนี้

$$\text{ช่วงความกว้างระหว่างชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5-1}{5}$$

$$= 0.80$$

จากเกณฑ์ดังกล่าวสามารถแปลความหมายของระดับคะแนน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21–5.00 คะแนน หมายถึง ระดับปัญหามากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.41–4.20 คะแนน หมายถึง ระดับปัญหามาก

ค่าเฉลี่ย 2.61–3.40 คะแนน หมายถึง ระดับปัญหาปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81–2.60 คะแนน หมายถึง ระดับปัญหาน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.80 คะแนน หมายถึง ระดับปัญหาน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปทางเศรษฐกิจและสังคม พบว่า เกษตรกรร้อยละ 64.79 เป็นเพศหญิง ส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือนเป็นผู้ใช้แรงงานทางการเกษตรจำนวน 1–2 คน และไม่ได้จ้างแรงงานทางการ และปลูกมะพร้าวจำนวนเฉลี่ย 23.87 ต้นต่อไร่ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลักเป็นเกษตรกรมาตั้งแต่รุ่นบิดามารดา ไม่ได้รับการศึกษาในระดับที่สูงเพราะมีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายในการเรียน ระยะทางของสถานศึกษาที่ห่างไกล ครอบครัวมีบุตรเป็นจำนวนมาก โอกาสในการเข้าถึงการศึกษาในพื้นที่ชนบท ค่านิยมทางสังคมไทยแบบดั้งเดิมที่ไม่ส่งเสริมให้บุตรสาวได้รับการศึกษา เป็นต้น และ

รูปแบบการทำการเกษตรภายในครัวเรือน จึงไม่จ้างแรงงานเพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่าย ส่วนสมาชิกคนอื่นในครัวเรือนกำลังอยู่ในวัยเรียน และวัยทำงานที่ไปประกอบอาชีพอื่นไม่ได้เกี่ยวข้องทางด้านการเกษตร

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกลุ่มหรือองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร คือ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) และมีการรับทราบข้อมูลการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวมากที่สุดจากนักวิชาการจากกรมวิชาการเกษตรหรือนักวิชาการจากกรมส่งเสริมการเกษตร รองลงมารับทราบจากสื่อประชาสัมพันธ์ประเภทเอกสารวิชาการ (แผ่นพับ โปสเตอร์) โดยเกษตรกรส่วนใหญ่เคยเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวในกิจกรรมการฝึกอบรม เนื่องจากในช่วงพบการระบาดของหนอนหัวดำหน่วยราชการได้มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลเพื่อสร้างการรับรู้ให้กับเกษตรกรสำหรับการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว และได้จัดฝึกอบรมเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นสมาชิกศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชน (ศจช.) จึงได้เป็นผู้ช่วยนักวิชาการจากกรมส่งเสริมการเกษตรในการเข้าไปดำเนินกิจกรรมในการควบคุมการระบาดหนอนหัวดำ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เกษตรกรเกือบทั้งหมดได้รับรู้ข้อมูลการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว

ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับหนอนหัวดำมะพร้าวและวิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว พบว่า เกษตรกรร้อยละ 48.31 มีความรู้ระดับมาก รองลงมาร้อยละ 24.72 มีความรู้ระดับปานกลาง รองลงมาร้อยละ 19.48 มีความรู้ระดับมากที่สุด และเกษตรกรส่วนน้อยร้อยละ 7.49 มีความรู้น้อย โดยข้อที่มีผู้ตอบถูกมากที่สุด ร้อยละ 97.80 คือ หนอนหัวดำมะพร้าวระบาดมากในช่วงที่มีฝนชุก (เฉลย ไม่ใช่) โดยรวมเกษตรกรมีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับหนอนหัวดำมะพร้าวและวิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวในระดับมากร้อยละ 48.31

ตอนที่ 3 วิธีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว พบว่า เกษตรกรปล่อยแตนเบียน *Bracon hebetor* มากที่สุด ร้อยละ 86.52 และรองลงมาร้อยละ 84.27 ใช้วิธีฉีดสารเคมี emamectin benzoate 1.92% EC เข้าลำต้นมะพร้าวที่มีความสูงมากกว่า 12 เมตร ส่วนวิธีปฏิบัติที่เกษตรกรปฏิบัติน้อยที่สุด คือ การปล่อยแตนเบียน *Goniozus nephantidis* ร้อยละ 17.98

ตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.09 โดยมีปัญหาเรื่องการปล่อยแตนเบียน *Goniozus nephantidis* ระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.48 และมีปัญหาเรื่องการปล่อยแตนเบียน *Bracon hebetor* อยู่ในระดับน้อย ค่าเฉลี่ย 2.02 ส่วนข้อเสนอแนะในการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวเกษตรกรเสนอแนะให้ปลูกพืชระบบวนเกษตร และให้ใช้หลาย ๆ วิธีในการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าวร่วมกัน จึงจะแก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. การปลูกมะพร้าวและการควบคุมศัตรูมะพร้าว. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. รายงานสถานการณ์ศัตรูมะพร้าว. http://www.ppsf.doae.go.th/the_pest_outbreark/coconut_pest/2560_5_15_Sum@Coconut_pest.pdf

คริษฐา สุนทรีรัตน์, พนามาศ ตรีวรรณกุล. 2562. การใช้ศัตรูธรรมชาติแตนเบียน Bracon hebetor ศัตรูธรรมชาติในการป้องกันและกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอม อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 50, 51–63. http://agscij.agr.ku.ac.th/phocadownload/2562-50-1-1/ASJ-50-1-5.pdf

จุฑามาศ กรีพานิช. 2556. การพัฒนาชุดสื่อสำหรับถ่ายทอดเทคโนโลยีการกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (ไม่ได้ตีพิมพ์), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท, สุเทพ สหายา, พวงผกา อ่างมณี, สรรชัย เพชรธรรมรส. 2558. การพัฒนาเทคนิคการใช้สารแบบผสมผสานเพื่อแก้ไขปัญหาหนอนหัวดำมะพร้าว, *Ospisina arenosella* และแมลงดำหนามมะพร้าว *Brontispa Logissima*. http://www.weedthailand.org/ppc/img/FULL-PAPER-V2.pdf

น้ำผึ้ง ชมภูเขียว, วิวัฒน์ เสือสะอาด, โสภณ อุไรชื่น, ปวีณา บูชาเทียน, โกศล เจริญสม. 2554. ชีววิทยาของหนอนหัวดำมะพร้าว *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Oecophoridae) และแมลงศัตรูธรรมชาติในประเทศไทย. http://researchconference.kps.ku.ac.th/article_8/pdf/o_plant04.pdf

มัณฑนา ไทยละออง. 2557. การผลิตและการตลาดมะพร้าวของเกษตรในจังหวัดชุมพร. ประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (ไม่ได้ตีพิมพ์), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วรรณพร อยู่มั่นคง, สุพัตรา ศรีสุวรรณ. 2561. ความคิดเห็นของเกษตรกรที่มีต่อการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวในมะพร้าวด้วยวิธีผสมผสาน จังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 37: 144–153. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/ agritechjournal/article/view/179938

ศิริชัย บัวทอง. 2558. การป้องกันและกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวของเกษตรกรในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (ไม่ได้ตีพิมพ์), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

Manjunath, T. M. 1985. Coconut black-headed caterpillar on banana and coconut. https://www.researchgate.net/publication/316714909_Coconut_black-headed_caterpillar_on_banana_and_coconut

แนวทางการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาของเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท

Guidelines for pomelo cv. Khao Taeng Gua (*Citrus maxima* (Burm.) Merrill) pest management by large scale farmers in Manorom District, Chai Nat Province

เอกพนธ์ พิพัฒรังสรรค์[a,b],นารีรัตน์ สีระสาร[b], กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์[b], วนาลัย วิริยะสุธี[b], ธำรงเจต พัฒมุข[b,*]

Akekaphon Phiphatrangsan[a,b],Nareerut Seerasarn[b], Krisana Rungrotwanich[b] Wanalai Viriyasuthee[b], Thamrongjet Puttamuk[b,*]

[a]กองส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดินปุ๋ย กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[b]สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120

[a]Plant Protection Promotion and Soil-Fertility Management, Department of Agricultural Extension Bangkok 10900, Thailand

[b]Department of Agricultural Management, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120, Thailand

* Corresponding author. E-mail address: Thamrongjet.put@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาที่เหมาะสมของเกษตรกรแปลงใหญ่ส้มโอขาวแตงกวา ตำบลศิลาดาน อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท จำนวน 107 ราย ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ย 53.32 ปี อยู่ในระดับการศึกษาประถมศึกษา (ร้อยละ 52.05) มีประสบการณ์ปลูกส้มโอขาวแตงกวา 12.93 ปี เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรค (ร้อยละ 84.38) แมลงและไร (ร้อยละ 83.90) และวัชพืชศัตรูส้มโอ (ร้อยละ 84.10) อยู่ในระดับความรู้มากที่สุด เกษตรกรให้ระดับความสำคัญของศัตรูส้มโอขาวแตงกวา คือโรคแคงเกอร์ แมลงและไรศัตรูส้มโอ คือ หนอนชอนใบส้ม และ ไรแดงแอฟริกัน วัชพืช คือ หญ้าแห้วหมู แนวทางการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาที่เหมาะสม คือ ใช้พันธุ์ต้านทานโรค หรือ พันธุ์ปลอดโรค ตรวจแปลงปลูกส้มโออย่างสม่ำเสมอ รักษาความสะอาดในแปลงปลูกส้มโอ ทำลายส่วนของต้นส้มโอที่ถูกแมลงเข้าทำลาย ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง ประกอบกับสำรวจการแพร่กระจายของแมลง รวมทั้งใช้สารเคมีและใช้สารชีวภัณฑ์ในการควบคุมและกำจัดแมลง และจัดการวัชพืช โดยใช้แรงงานหรือเครื่องมือกลใน การกำจัดวัชพืชบริเวณรอบต้นส้มโอ

คำสำคัญ: การจัดการศัตรูพืช, แปลงใหญ่ส้มโอ, ส้มโอขาวแตงกวา, อำเภอมโนรมย์

Abstract

This research aimed to study Appropriate farmers' management for pomelo cucumber pests. The population of the study was 107 persons of pomelo farmers from Siladan farm in Manorom District, Chai Nat Province. The results showed that most of the farmers were average age of 53.32 years. Most of them had primary school education (52.05%) with 12.93 years of experience in growing pomelo. Farmers know pomelo disease (84.38%) pests and mites (83.90%) and weed management (84.10%). at the highest. The farmers levels of importance of the enemy type of pomelo categorized based on types of pests were as follows: Grapefruit diseases such as canker disease. Pomelo pests and mites such as orange leave worms and African red mites. Weeds, such as moose grass. Appropriate pest management guidelines for pomelo farmers from Siladan farm are Pomelo disease management, such as the use of disease-resistant or disease-free early varieties, regularly check the orange cultivated areas, and maintain cleanliness in the pomelo plantation, eliminating parts of the tree that has been destroyed by insects, pruning, exploring the spread of insects, use of chemicals, and biopharmaceuticals for insect control. And weed management using manual labor or machine tools to get rid of weeds around pomelo trees.

Keywords: pest management, large scale pomelo, pomelo cv. Khao Taeng Gua, Manorom District

คำนำ

ประเทศไทยมีการปลูกส้มโอกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากส้มโอสามารถขึ้นได้ดีในสภาพดินเกือบทุกชนิด พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มโอประมาณ 292,568 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว จำนวน 198,919 ไร่ สถิติการส่งออกและมูลค่าการส่งออกของส้มโอ พบว่าในปี 2553 มีการส่งออกจำนวน 12,149 ตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 129.46 ล้านบาท ปี 2555 มีการส่งออกจำนวน 13,386 ตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 137.01 ล้านบาท พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2557) จังหวัดชัยนาท เป็นจังหวัดหนึ่งที่เป็นแหล่งเพาะปลูกส้มโอที่สำคัญในภาคกลาง มีการผลิตส้มโอที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง เป็นพันธุ์ส้มโอที่ปลูกมาก เรียกว่า ส้มโอพันธุ์ขาวแตงกวา มีความสำคัญเชิงการค้า และได้รับรองเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย (Thai Geographical Indication: GI) จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดชัยนาท, 2550) ในปี พ.ศ. 2561 เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบปัญหาการระบาดของโรคกรีนนิ่งหรือโรคต้นโทรม โรคแคงเกอร์ และโรคยางไหลเป็นอย่างมากจึงต้องมีการศึกษาวิธีการควบคุมโรคพืชดังกล่าวให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งประสบปัญหาการระบาดของแมลงศัตรูส้มโอ เช่น หนอนชอนใบ แมลงค่อมทอง เพลี้ยไฟ และเพลี้ยไก่แจ้ส้ม เป็นต้น ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพไม่ดี ราคาตกต่ำ และมีการใช้สารเคมีเกษตรปริมาณมากในการควบคุมศัตรูพืช ส่งผลให้เกษตรกรใช้ต้นทุนในการผลิตสูง

การระบาดโรคพืชที่สำคัญ คือ โรคแคงเกอร์ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas citri* subsp. *citri* เป็นเชื้อโรคพืชกักกันที่ร้ายแรงของการนำเข้าพืชตระกูลส้ม ในต่างประเทศจึงมีกฎหมายและระเบียบควบคุมการนำเข้าอย่างเข้มงวด อีกทั้งเกษตรกรประสบปัญหา เช่น การขาดธาตุสังกะสี โรครากเน่าโคนเน่า (Root and Foot Rot: *Phytophthora parasit*ica Dastur) ซึ่งโรคและอาการเหล่านี้เกิดกับเซลล์เนื้อเยื่อภายนอกสามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้สารเคมี แต่โรคที่ทำให้ต้นส้มโอขาวแตงกวาทรุดโทรมเร็วและส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมาก คือ โรคฮวงลองบิง (Huanglongbing) หรือ กรีนนิ่ง (Citrus Greening) ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Candidatus* Liberibacter asiaticus เชื้อโรคนี้อาศัยในท่ออาหารของต้นส้มเท่านั้น (ศรัญญู, 2560) และโรคทริสเตซ่า (Tristeza) ที่เกิดจากเชื้อไวรัส (*Citrus tristeza virus*: CTV) ซึ่งทั้ง 2 โรคมีเพลี้ยไก่แจ้ และเพลี้ยอ่อนส้ม เป็นแมลงพาหะในการแพร่กระจาย ซึ่งในปัจจุบันยังพบว่ามีการระบาดของโรคนี้อย่างกว้างขวาง เป็นโรคที่สำคัญและยากแก่การป้องกันกำจัด เนื่องจากแบคทีเรียสาเหตุโรคนี้จะอาศัยอยู่ในท่ออาหารของพืช และสามารถแพร่กระจายเชื้อไปได้ทั่วทุกส่วนของต้น อีกทั้งเกษตรกรยังประสบปัญหาเกี่ยวกับโรค และแมลงอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อผลผลิตส้มโอขาวแตงกวาได้โดยตรง ถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต และการจำหน่ายของส้มโอขาวแตงกวาในปัจจุบัน

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการส้มโอขาวแตงกวาของเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่ อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท เพื่อเป็นองค์ความรู้และแนวทางให้เกษตรกรเกิดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ถูกต้องตามหลักวิชาการ

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่ ตำบลศิลาดาน อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท จำนวน 107 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง (structured interview) ประกอบด้วยคำถามปลายปิด (closed question) และคำถามปลายเปิด (open-ended question) ตรวจสอบความเที่ยงตรง (validity) ของเครื่องมือ โดยให้นักวิชาการเกษตร จำนวน 3 ท่านทดสอบและปรับปรุงแก้ไข โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอขาวแตงกวา ประกอบด้วยข้อมูล เพศ อายุ การศึกษา แหล่งเงินทุน การเป็นสมาชิกกลุ่ม/สถาบันเกษตรกร พื้นที่ในการปลูก จำนวนแรงงาน ผลผลิตส้มโอขาวแตงกวา การอบรมและแหล่งข้อมูลข่าวสารที่เกษตรกรได้รับเกี่ยวกับเรื่องการจัดการศัตรูส้มโอ

ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวา สอบถามเกษตรกรเกี่ยวกับความรู้การจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวา แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ 1) การจัดการโรคส้มโอ 2) การจัดการแมลงศัตรูส้มโอ 3) การจัดการไรส้มโอ 4) การจัดการวัชพืชที่สำคัญของส้มโอ และคำนวณเป็นร้อยละ ทำการแปลผลดังนี้

ร้อยละ 81–100	แสดงว่า	มีระดับความรู้มากที่สุด
ร้อยละ 61–80	แสดงว่า	มีระดับความรู้มาก
ร้อยละ 41–60	แสดงว่า	มีระดับความรู้ปานกลาง
ร้อยละ 21–40	แสดงว่า	มีระดับความรู้น้อย
ร้อยละ 1–20	แสดงว่า	มีระดับความรู้น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ระดับความสำคัญของชนิดศัตรูส้มโอขาวแตงกวา สอบถามเกษตรกร โดยให้เกษตรกรให้ระดับความสำคัญของศัตรูส้มโอขาวแตงกวา โดยแบ่งระดับความสำคัญเป็น 5 ระดับ ได้แก่

5 คะแนน	=	มีระดับของความสำคัญปัญหามากที่สุด
4 คะแนน	=	มีระดับของความสำคัญปัญหามาก
3 คะแนน	=	มีระดับของความสำคัญปานกลาง
2 คะแนน	=	มีระดับของความสำคัญน้อย
1 คะแนน	=	มีระดับของความสำคัญน้อยที่สุด

โดยแบ่งประเด็นการวิเคราะห์ 4 ประเด็น ได้แก่ 1. โรคส้มโอ 2.แมลงศัตรูส้มโอ 3. ไรศัตรูส้มโอ 4. วัชพืชที่สำคัญของส้มโอ คำนวณเป็นค่าเฉลี่ย และแปลผลดังนี้

4.21–5.00 คะแนน	แสดงว่า	มีระดับความสำคัญของปัญหามากที่สุด
3.41–4.20 คะแนน	แสดงว่า	มีระดับความสำคัญของปัญหามาก
2.61–3.40 คะแนน	แสดงว่า	มีระดับความสำคัญของปัญหาปานกลาง

1.81–2.60 คะแนน	แสดงว่า	มีระดับความสำคัญของปัญหาน้อย
1.00–1.80 คะแนน	แสดงว่า	มีระดับความสำคัญของปัญหาน้อยที่สุด

ตอนที่ 4 ระดับความสำคัญของวิธีการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวา โดยแบ่งการจัดการศัตรูดังนี้ 1) โรคส้มโอ 2) แมลงศัตรูส้มโอ 3) ไรศัตรูส้มโอ และ 4) วัชพืชที่สำคัญของส้มโอ โดยใช้มาตรวัดแบบอันตรภาค (Interval Scale) เป็นมาตรวัดตัวแปรที่บอกปริมาณความมากน้อย หรือความห่างของข้อมูล โดยในแต่ละประเด็นเกษตรกรจะเลือกจากระดับความสำคัญของวิธีการจัดการศัตรูส้มโอ คำนวณเป็นค่าเฉลี่ย และแปลผล ตามตอนที่ 3

ตอนที่ 5 แนวทางการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาที่เหมาะสมของเกษตรกร รวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูล สถานการณ์ที่เกษตรกรประสบความสำเร็จด้วยปัจจัยที่เอื้ออำนวย ทั้งปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก รวมถึงวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็งที่นำไปสู่โอกาส หรือการแข่งขันได้

การเก็บรวมรวมข้อมูล โดยการติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรจังหวัดชัยนาท และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่ส้มโอขาวแตงกวา ตำบลศิลาดาน อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท จำนวน 107 ราย และมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยให้นักวิชาการเกษตร จำนวน 3 ท่าน ทดสอบ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

(1) สภาพพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 53.32 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 52.05) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชญาพร และคณะ (2555) ศึกษาสภาพการผลิตส้มโอพันธุ์ขาวแตงกวาของเกษตรกรในจังหวัดชัยนาท พบว่าเกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 55.62 ปี และจบการศึกษาระดับในประถมศึกษา ซึ่งอยู่ในวัยกลางคน ค่านิยมในปัจจุบันทำให้ไม่มีผู้มารับทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง เพราะให้ความสำคัญทางด้านภาคอุตสาหกรรมมากว่าภาคการเกษตรที่มีรายได้สูงกว่า ประสบการณ์ในการปลูกส้มโอขาวแตงกวาเฉลี่ย 12.93 ปี เคยผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ได้รับข้อมูลการจัดการศัตรูส้มโอจากสื่อบุคคลเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร (ร้อยละ 100) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลวรรณ (2552) ทำการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มโอ ตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดชัยนาท พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับการส่งเสริมการผลิตส้มโอตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมมาจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) และการไปศึกษาดูงาน (ร้อยละ 75.34) และสื่อสังคมออนไลน์ (ร้อยละ 19.18) สาเหตุที่สื่อออนไลน์มีร้อยละ 19.18 เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่เข้าถึงเทคโนโลยีโดยผ่านคนกลาง ต้องอาศัยลูกหลานช่วยหาข้อมูล หรือเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรลงพื้นที่ในการให้ความรู้ผ่านสื่อ ซึ่งจากงานวิจัยของ Merrill and Lowenstein (1971) ให้ข้อมูลว่าสื่อเฉพาะกิจ พบว่าเกษตรกรเคยได้รับข่าวสารด้านสื่อเฉพาะกิจ คิดเป็นร้อยละ 65.00 และสื่อออนไลน์ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับข่าวสารจากสื่อออนไลน์ ร้อยละ 82.50 สำหรับ

แรงงานในแรงงานภาคการเกษตรในการผลิตส้มโอขวาแตงกวาเฉลี่ย 3.75 คน ซึ่งสอดคล้องกับ Changjai (2555) พบว่า จำนวนแรงงานที่ใช้อย่างน้อย 3 คน แรงงานในครอบครัวจำนวน 2 คน และมีการจ้างแรงงาน 1 คน และพบว่า เกษตรกร ร้อยละ 100 มีเอกสารสิทธิ์การถือครองที่ดินและทำการเกษตรบนที่ดินของตนเอง

(2) ความรู้เกี่ยวกับการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาของเกษตรกร

จากงานวิจัยพบว่า เกษตรกรร้อยละ 84.38 มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรคส้มโอ ร้อยละ 84.10 มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการวัชพืช และรองลงมา ร้อยละ 83.90 มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการแมลงและไรศัตรูส้มโอ จากงานวิจัยพิชญาพร และคณะ (2555) พบว่าเกษตรกรยังมีความต้องการการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ การให้ความรู้เรื่องโรคและแมลง ควรจัดให้มีการอบรมให้เหมาะสมกับช่วงฤดูกาลที่มีการระบาดของแมลง หรือโรคพืชตลอดเวลา เนื่องจากสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิอากาศ และโรคอุบัติใหม่

(3) ระดับความสำคัญของชนิดศัตรูส้มโอขาวแตงกวาในพื้นที่อำเภอมโนรมย์

เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ระดับความสำคัญของโรคส้มโอ ได้แก่ โรคแคงเกอร์ และโรคกรีนนิ่ง/โรคฮวงลองบิง ระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.78 และ 4.71 ตามลำดับ โรคสแคป และโรคทริสเตซ่า ระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.52 และ 3.45 ตามลำดับ

แมลงศัตรูส้มโอ เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ระดับความสำคัญของ หนอนชอนใบส้ม เพลี้ยไก่แจ้ส้ม ระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.75 และ 4.64 เพลี้ยหอยสีแดงแคลิฟอร์เนีย และเพลี้ยแป้ง ระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.78 และ 3.68

ไรศัตรูส้มโอ เกษตรกรให้ระดับความสำคัญ ไรแดงแอฟริกัน ระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.03 และ ไรสนิมส้ม ไรขาวพริก ระดับปานกลาง คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.25 และ 2.99 ตามลำดับ

วัชพืชส้มโอ เกษตรกรให้ระดับความสำคัญ หญ้าแห้วหมู ระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.08 รองลงมา ลูกใต้ใบ กระดุมใบใหญ่ หญ้าสาบ สาบแร้งสาบกา ผักแครด หญ้าตีนนก และบาหยา ระดับปานกลาง คิดเป็นค่าเฉลี่ย 2.96 2.93 2.82 2.77 2.73 2.75 และ 2.64 ตามลำดับ หญ้านมหนอน ระดับน้อย คิดเป็นค่าเฉลี่ย 2.21 ผลการวิจัยดัง Table 1

Table 1 The levels of importance of the enemy type of pomelo

The levels of importance of the enemy type of pomelo	Average	SD	Level of opinion
1. Grapfruit disease			
1.1 Canker	4.78	0.42	Highest
1.2 Black spot disease	3.36	0.63	Moderate
1.3 Greening disease / Huang Long Bing's disease	4.71	0.51	Highest
1.4 Trystesa	3.45	0.73	High
1.5 Root rot	2.97	0.74	Moderate
1.6 Scap	3.52	0.63	High
1.7 Melanose disease	1.97	0.67	Low
1.8 Pink mold disease	2.68	0.74	Moderate

Table 1 (continued).

The levels of importance of the enemy type of pomelo	Average	SD	Level of opinion
1.9 Rubber flow disease	2.78	0.80	Moderate
1.10 Black mold disease	2.95	0.76	Moderate
2. Pomelo pests			
2.1 Thrips	2.71	0.54	Moderate
2.2 Orange leaf worm	4.75	0.43	Highest
2.3 Grapefruit borer	3.08	0.62	Moderate
2.4 Orange worm	2.71	0.63	Moderate
2.5 California red clam aphid	3.78	0.77	High
2.6 Mealybug	3.68	0.64	High
2.7 range Bantam Aphid	4.64	0.54	Highest
2.8 Orange Glass Worm	2.26	0.71	Low
2.9 Sweet rolling butterfly	2.71	0.54	Moderate
2.10 Golden Humpback Insect	2.62	0.52	Moderate
3. Pomelo enemy mite			
3.1 Orange rust mite	3.25	0.72	Moderate
3.2 Chilli white mite	2.99	0.68	Moderate
3.3 African red mite	4.03	0.71	High
4. Weed			
4.1 Crad	2.73	0.65	Moderate
4.2 Worm milk grass	2.21	0.58	Low
4.3 Grass	2.82	0.59	Moderate
4.4 Big Button	2.93	0.51	Moderate
4.5 Big Buttons, Bird's Foot Grass	2.75	0.70	Moderate
4.6 Cock cockroach	2.77	057	Moderate
4.7 Child under the leaf	2.96	0.72	Moderate
4.8 Ba Ya	2.64	0.67	Moderate
4.9 Moose grass	4.08	0.49	High

(4) ระดับความสำคัญของวิธีการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวา

ความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับระดับความสำคัญของวิธีการจัดการศัตรูส้มโอชนิดต่าง ๆ จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญการใช้ส้มพันธุ์ ต้นตอต้านทานโรค หรือส้มโอพันธุ์ปลอดโรค การตรวจแปลงปลูกส้มอย่างสม่ำเสมอ เช่น ในช่วงส้มแตกใบอ่อน หรือติดผล และ รักษาความสะอาดในแปลงปลูกส้มโอ ระดับมาก

ที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.56 4.51 และ 4.89 ตามลำดับ รองลงมา ใช้สารชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงพาหะนำโรค การใช้สารเคมีควบคุมโรคส้มโอ การใช้เขตกรรม และการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงพาหะนำโรค ระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.84 3.66 3.66 และ 3.63 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ศรัญญู และคณะ (2560) กล่าวว่า กระบวนการควบคุมโรคเพื่อให้มีประสิทธิภาพจะต้องทำการตัดแต่งกิ่งแห้งออกจากต้นก่อนการฉีดสารปฏิชีวนะ เพื่อเป็นการลดแหล่งของเชื้อโรค และทำให้สารปฏิชีวนะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความสำคัญการจัดการแมลงศัตรูส้มโอ ด้วยวิธีการรักษาความสะอาดในแปลงปลูกส้มโอ ทำลายส่วนของต้นส้มโอที่ถูกแมลงเข้าทำลาย เช่น ผลอ่อน ใบอ่อนส้มโอ ควรหมั่นสำรวจการแพร่กระจายของแมลงศัตรูส้มโอ การใช้สารเคมีในการควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูส้มโอ ระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.89 4.71 4.55 และ 4.30 ตามลำดับ เกษตรกรให้ความสำคัญการใช้สารชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูส้มโอ และการกำจัดวัชพืช และพืชอาหารในแปลงส้มโอ ระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.05 และ 3.52 ตามลำดับ

เกษตรกรให้ความสำคัญเกี่ยวกับการจัดการไรศัตรูส้มโอ ควรหมั่นสำรวจการแพร่กระจายของไรศัตรูส้มโอ และตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง เนื่องจากพบว่าไรสนิมส้มระบาดทำความเสียหายให้กับผลส้มโอทางด้านร่มเงามากกว่าทางด้านที่รับแสงแดด ระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.89 และ 4.66 ตามลำดับ เกษตรกรให้ความสำคัญการใช้สารเคมีในการควบคุมและกำจัดไรศัตรูส้มโอ ระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.47

เกษตรกรให้ความสำคัญเกี่ยวกับการจัดการวัชพืชที่ ด้วยวิธีการใช้แรงงานหรือเครื่องมือกล การใช้แรงงานคนกำจัดบริเวณรอบต้นพืช หรือรอบทรงพุ่ม ระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.89 ได้ผลการวิจัยแสดงดัง Table 2

Table 2 The levels of importance pomelo pest management methods categorized by different types of pests

Importance pomelo pest management methods	Average	SD	Level of opinion
1. Grapfruit disease			
1.1 Use of disease-resistant oranges or pomelo varieties	4.56	0.58	Highest
1.2 Regularly check oranges plantings, such as during citrus buds or fruiting.	4.51	0.56	Highest
1.3 The use of action such as cutting diseased branches Destroy diseased trees	3.66	0.63	Moderate
1.4 Plant a windproof plant to reduce the severity of the wind that carries the pathogen / insects that bring the disease.	2.64	0.70	Moderate
1.5 Use chemicals to prevent insect vectors.	3.63	0.61	High
1.6 Use biological products to prevent disease vectors.	3.84	0.55	High
1.7 Maintain cleanliness in pomelo fields	4.89	0.36	Highest
1.8 Using chemicals to control grapefruit plant diseases	3.66	0.58	High

Table 2 (continued).

Importance pomelo pest management methods	Average	SD	Level of opinion
1.9 Use of biologics to control pomelo plant diseases.	3.37	0.63	Moderate
1.10 Be careful not to allow the root to be wounded. Especially during the rainy season	2.77	0.66	Moderate
1.11 Fertilize according to soil analysis cost or avoid adding fertilizers more than necessary	3.27	0.75	Moderate
2. Pomelo pests			
2.1 Splitting control Flowering and fruiting at the same stage in each generation.	2.71	0.86	Moderate
2.2 Always examine the spread of grapefruit pests.	4.55	0.50	Highest
2.3 Destroying parts of the grapefruit tree that has been damaged by insects, such as young fruit grapefruit leaves.	4.71	0.51	Highest
2.4 Use chemicals to control and eliminate pests of grapefruit.	4.30	0.59	Highest
2.5 Using biologics to control grapefruit pests.	4.05	0.64	High
2.6 Use a flattened hump to control and kill pomelo pests.	2.39	0.66	Low
2.7 Maintain cleanliness in pomelo fields.	4.89	0.31	Highest
2.8 Eliminate weeds and food crops in the grapefruit field.	3.52	0.50	High
2.9 Use a black light trap to lure adult insects.	2.95	0.50	Moderate
2.10 Use poisonous baits to lure adult insects.	2.73	0.56	Moderate
3. Pomelo enemy mite			
3.1 Should regularly explore the spread of the enemy grapefruit mites.	4.89	0.31	Highest
3.2 Pruning Because it was found that the orange rust mites infested the grapefruit in the shade more than the sun-exposed side.	4.66	0.51	Highest
3.3 Use chemicals to control and eliminate pests of grapefruit mites.	3.47	0.58	High
3.4 Once found, pomelo enemies begin to destroy the grapefruit, prevent it by giving water several times in a row.	3.12	0.53	Moderate
3.5 Use the hitter to control and eliminate enemy pomelo mites.	2.04	0.64	Low
4. Weed			
4.1 Tilling to remove weeds in the middle of the row.	1.96	0.45	Low
4.2 Using labor or machine tools Manual labor Eliminate the area around the plant or around the canopy.	4.89	0.31	Highest
4.3 Grow many plants.	2.14	0.71	Moderate
4.4 Mulching.	2.44	0.71	Moderate
4.5 Weed control using herbicides.	2.33	0.75	Moderate

(5) แนวทางการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาที่เหมาะสมของเกษตรกร

แนวทางการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาที่เหมาะสมกับเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่ส้มโอขาวแตงกวาศิลาดาน คือ 1) ใช้สื่อบุคคล เช่น นักวิชาการผ่านกระบวนการถ่ายทอดความรู้อบรมเชิงปฏิบัติการให้เกษตรกรจัดการศัตรูส้มโอตามหลักวิชาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ De Fleur (1970) กล่าวคือกลุ่มปฐมภูมิซึ่งเป็นคนที่มีความใกล้ชิด เพื่อนร่วมงาน ญาติ หรือเจ้าหน้าที่ภาครัฐที่กลุ่มผู้รับสารยอมรับ จะมีอิทธิพลต่อผู้รับสารมากกว่ากลุ่มทุติยภูมิที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดน้อยกว่า ข่าวสารต่างๆ ที่ได้รับจากสื่อมักถูกรับรู้หรือถูกตีความโดยอิทธิพลของกลุ่มหรือบุคคลในกลุ่มเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ เรียกว่า อิทธิพลของบุคคล (personal influence) 2) การบริหารจัดการความรู้ในชุมชนโดยจัดให้เกษตรกรต้นแบบ และเกษตรกรปราดเปรื่องในชุมชนร่วมถ่ายทอดความรู้และสาธิตวิธีการจัดการศัตรูส้มโอ 3) เกษตรกรพัฒนาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการเรียนรู้การจัดการศัตรูส้มโอผ่านสื่อออนไลน์ที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายด้วยแอพพลิเคชั่น Line, Facebook และYouTube 4) หน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมวิชาการเกษตรสนับสนุนให้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อขอรับรองมาตรฐาน GAP การผลิตส้มโอ

ข้อเสนอแนะ

(1) ควรสนับสนุนให้เกษตรกรเข้าสู่ระบบการผลิตส้มโอเพื่อคุณภาพตามมาตรฐานการส่งออกโดยให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการ ขั้นตอน ข้อกำหนด วิธีปฏิบัติตามการเกษตรที่ดี GAP อย่างถูกต้อง

(2) ควรทำการศึกษาประเด็นที่เน้นหนักให้ลงรายละเอียด เชิงลึก เพื่อสามารถบริหารจัดการได้จริง และตรงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

สรุป

(1)สภาพพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 53.32 ปี ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาประถมศึกษา (ร้อยละ 52.05) ประสบการณ์ในการปลูกส้มโอขาวแตงกวา 12.93 ปี ได้รับข้อมูลการจัดการศัตรูส้มโอจาก เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และจากการไปศึกษาดูงาน มีแรงงานในการผลิตส้มโอขวาแตงกวาจำนวน 3.75 คน

(2) ความรู้เกี่ยวกับการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาของเกษตรกร

เกษตรกรมีความรู้การจัดการเกี่ยวกับส้มโอ ด้านการจัดการโรค การจัดการแมลงไรศัตรูส้มโอ วัชพืช อยู่ในระดับที่มีความรู้มากที่สุด คิดเป็น 83.10%–84.38% ซึ่งพบว่าประสบการณ์ที่มากทำให้เกษตรกรสามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือการควบคุมโรค หรือกระบวนการต่าง ๆได้ดี

(3) ระดับความสำคัญของชนิดศัตรูส้มโอขาวแตงกวาในพื้นที่อำเภอมโนรมย์

เกษตรกรให้ความสำคัญของชนิดศัตรูพืชที่พบมากที่สุด ด้าน โรคส้มโอ คือโรคแคงเกอร์ โรคกรีนนิ่ง/โรคฮวงลองบิง โรคสแคป และโรคทริสเตซ่า ด้าน แมลงและไรศัตรูส้มโอ คือ หนอนชอนใบส้ม เพลี้ยไก่แจ้ส้ม เพลี้ยหอยสีแดงแคลิฟอร์เนีย และ ไรแดงแอฟริกัน และวัชพืชที่พบมาก คือ หญ้าแห้วหมู

(4) ระดับความสำคัญของวิธีการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวา

เกษตรมีความเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของวิธีการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวา ดังนี้ การจัดการโรคส้มโอ ควรใช้พันธุ์ต้านทานโรค หรือ พันธุ์ปลอดโรค มีการตรวจแปลงปลูกส้มโออย่างสม่ำเสมอ และรักษาความสะอาดในแปลงปลูกส้มโอ ทำลายส่วนของต้นส้มโอที่ถูกแมลงเข้าทำลาย ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง สำรวจการแพร่กระจายของแมลง ใช้สารเคมีในการควบคุมและกำจัดแมลง และใช้สารชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลง ใช้แรงงานหรือเครื่องมือกลใน การกำจัดวัชพืชบริเวณรอบต้นส้มโอ

(5) แนวทางการจัดการศัตรูส้มโอขาวแตงกวาที่เหมาะสมของเกษตรกร

นักวิชาการถ่ายทอดความรู้ รูปแบบอบรมเชิงปฏิบัติการให้เกษตรกรจัดการศัตรูส้มโอตามหลักวิชาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการบริหารจัดการความรู้โดยจัดให้เกษตรกรต้นแบบในชุมชนร่วมถ่ายทอดความรู้และสาธิตวิธีการจัดการศัตรูส้มโอ เกษตรกรพัฒนาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ Line, Facebook และYouTube รวมทั้งมีหน่วยงานภาครัฐ สนับสนุนให้ข้อมูลเพื่อขอรับรองมาตรฐาน GAP การผลิตส้มโอ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรจังหวัดชัยนาท อาจารย์ที่ปรึกษา และครอบครัวพิพัฒรังสรรค์ ที่มีส่วนช่วยสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ บุญรอด. 2552. การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มโอตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรในชัยนาท. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. 2557. ข้อมูลสถิติการผลิตจากรายงานภาวะการณ์ผลิตพืช (ส้มโอ). กรมส่งเสริมการเกษตร. http://www.agriman.doae.go.th /home/news/Year%202013/010_Citrus%20maxima.pdf, 17 มกราคม 2564.

สำนักงานพาณิชย์จังหวัดชัยนาท. 2550. รายงานการขอจดทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์กรมทรัพย์สินทางปัญญา. ชัยนาท. ใน: รายงานการขอจดทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์. สำนักงานพาณิชย์จังหวัดชัยนาท, ชัยนาท.

พิชญาพร สีเข้ม จินดา ขลิบทอง, ภรณี ต่างวิวัฒน์. 2555. สภาพการผลิตส้มโอพันธุ์ขาวแตงกวาของเกษตรกรในจังหวัดชัยนาท. ใน: รายงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี, หน้า 318–326.

ศรัญญู ใจเขื่อนแก้ว อำไพวรรณ ภาราดร์นุวัฒน์, ศรีเมฆ ชาวโพงพาง. 2560. โรค Huanglongbing ของส้มโอและการใช้สารปฏิชีวนะเพื่อการควบคุมโรค: กรณีศึกษาในส้มโอ พันธุ์ขาวแตงกวา จังหวัดชัยนาท. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 108–115.

De Fleur, M. L. 1970. Theory of Mass Communication. David McKay Company. New York, USA.

Merrill, J.C., Lowenstein, R.L. 1971. Media Messages and Men: New Perspectives in Communication. David Mckey Company. New York, USA.

Changjai, R. 2555. Farmers' opinions towards the good agricultural practice in pomelo source of production certification process in Chainat Province. M.Sc. thesis, Graduate School, Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand.

กรอบแนวคิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล

A conceptual framework of Digital Agri-entrepreneurship Development

ภวัต เจียมจิณณวัตร*, จิราพร ว่องไววิริยะ

Bhawat Chiamjinnawat*, Jiraporn Wongwaiwiriya

วิชาเอกธุรกิจการเกษตร แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120

Major of Agribusiness, Department of Agricultural Management, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: bhawat.chi@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการในภาคการเกษตรในยุคดิจิทัลนั้นเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอกรอบแนวคิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล โดยวิธีการสังเคราะห์ความรู้จากการคัดเลือกวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องซึ่งตีพิมพ์ระหว่างปี 2553 ถึง 2563 ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 81 ชิ้น และรวบรวมเนื้อหาวิชาของหลักสูตรที่เกี่ยวข้องจากสถาบันอุดมศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศจำนวน 40 หลักสูตร วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และการวิเคราะห์กรอบการดำเนินงาน ผลการศึกษาแสดงถึงองค์ประกอบของการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล 5 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านการเป็นผู้ประกอบการเกษตร 2) ด้านสภาวะแวดล้อมดิจิทัล 3) ด้านเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 4) ด้านการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต และ 5) ด้านนโยบายการพัฒนา

คำสำคัญ: กรอบแนวคิดการพัฒนา, การเป็นผู้ประกอบการเกษตร, เกษตรดิจิทัล

Abstract

In the digital age, entrepreneurship development in the agriculture sector is an indispensable factor for sustainable development. The objective of this study is to propose a conceptual framework on digital agri-entrepreneurship development. In a knowledge synthesis approach, 81 relevant literature papers published in both Thai and English between 2010 to 2020 were collected together with contents of 40 curricula from both Thai and foreign universities. The data was analyzed by using content analysis and framework analysis. The findings showed five elements of digital agri-entrepreneurship development namely 1) agri-entrepreneurship, 2) digital environment, 3) sustainable development goals, 4) education and lifelong learning, and 5) development policies.

Keywords: conceptual framework of development, agri-entrepreneurship, digital agriculture

คำนำ

ทักษะด้านการเป็นผู้ประกอบการจัดเป็นความจำเป็นพื้นฐานต่อการใช้ชีวิตและการประกอบอาชีพในศตวรรษที่ 21 (World Economic Forum, 2016) พร้อมกับความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เกิดการเชื่อมต่อกันอย่างไร้พรมแดน และการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital Transformation) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบธุรกิจ ในการพัฒนาภายใต้การเปลี่ยนแปลงนี้ต้องอาศัยแผนกลยุทธ์ในการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลเพื่อยกระดับการประกอบธุรกิจให้มีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จ (เศรษฐพงค์, 2560) โดยการเกษตรซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของไทย จำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อสร้างการเติบโตด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม จะต้องพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความรู้และทักษะด้านการเป็นผู้ประกอบการที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการเพิ่มผลิตภาพและการสร้างคุณค่าใหม่ในอนาคต (ราชกิจจานุเบกษา, 2561) อย่างไรก็ตามการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรอาจไม่สามารถดำเนินการได้โดยง่าย เนื่องจากต้องอาศัยเวลาในการเสริมสร้างความรู้ความสามารถของผู้มีอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร (Trendov, Varas and Zeng, 2019) โดยผู้กำหนดนโยบายควรทราบถึงรายละเอียดขององค์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนา อาทิ ประเด็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเป็นผู้ประกอบการเกษตร วิธีการเสริมสร้างการเป็นผู้ประกอบการเกษตร และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งค้นคว้าและสังเคราะห์องค์ความรู้เพื่อนำเสนอเป็นกรอบแนวคิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัลที่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้กำหนดนโยบาย ผู้วิจัย และนักพัฒนาภาคการเกษตรต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Documentary Study) ได้แก่ เอกสารวิชาการ ข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษา และนโยบายการพัฒนาประเทศ โดยรวบรวมจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องซึ่งตีพิมพ์ระหว่างปี 2553 ถึง 2563 ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 81 ชิ้น และรวบรวมเนื้อหาวิชาของหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการเป็นผู้ประกอบการและธุรกิจการเกษตรจากสถาบันอุดมศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศจำนวน 40 หลักสูตร

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ด้วยการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลด้วยตาราง ประเมินแหล่งที่มาของเนื้อหา และใช้การวิเคราะห์กรอบการดำเนินงาน (Framework Analysis) โดยมีขั้นตอนได้แก่ 1) หากรอบประเด็นสำคัญ (Thematic Framework) 2) เข้ารหัสข้อมูล และนำมาแจกแจงโดยใช้เมตริกซ์การสังเคราะห์ข้อมูล (Synthesis Matrix) 3) สร้างแผนภาพ (Charting and Mapping) ที่แสดงถึงองค์ประกอบที่มาจากประเด็นสำคัญ พร้อมทั้งหารูปแบบความเชื่อมโยงขององค์ประกอบ และ 4) ตีความและแสดงผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ได้การสังเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย การเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล หลักสูตรการเรียนการสอนด้านการเป็นผู้ประกอบการและธุรกิจการเกษตร และประเด็นด้านยุทธศาสตร์การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ภาคการเกษตรของไทย

การเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล

ผู้ประกอบการ (Entrepreneur) คือ บุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการดำเนินธุรกิจ โดยเป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อก่อเกิดนวัตกรรม เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ และกระบวนการต่างๆ อีกทั้งเป็นผู้ที่สามารถดำเนินธุรกิจภายใต้ภาวะความเสี่ยงและสร้างกำไรให้กับธุรกิจ (Schumpeter, 2017) ส่วนการเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurship) เป็นคุณลักษณะของผู้ประกอบการ (Entrepreneurial Orientation) ที่ต้องการประสบความสำเร็จ ใฝ่ใจในการเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ ทำให้มีการตั้งเป้าหมาย และมีลักษณะการทำงานเชิงรุก นอกจากนี้ยังเป็นผู้ที่มีความต้องการพัฒนาด้านคุณภาพและประสิทธิภาพของธุรกิจอย่างสม่ำเสมอ (Dess et al., 2005)

นอกจากคุณลักษณะของการเป็นผู้ประกอบการแล้ว ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเป็นผู้ประกอบการก็คือความรู้และทักษะของผู้ประกอบการเกษตร de Silva (2018)ได้ชี้ว่าในการประกอบธุรกิจผู้ประกอบการจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่สำคัญได้แก่ ความรู้ด้านการผลิต การตลาด การเงิน การบัญชี การจัดการทรัพยากรมนุษย์ และการจัดการความเสี่ยง ในขณะที่ Frank (2007) กล่าวว่าเจ้าของธุรกิจและผู้บริหารระดับสูงที่จะนำพาองค์การให้เจริญเติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืนจำเป็นต้องมีทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะในการติดต่อสื่อสารกับผู้คน 2) ความรู้ด้านการเงิน 3) ทักษะและประสบการณ์ในวิชาชีพ 4) ทักษะในการสื่อสารข้อความกับผู้อื่นให้เข้าใจตรงกัน 5) ความรู้ด้านการตลาด 6) ทักษะในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

เทคโนโลยีดิจิทัลมีบทบาทอย่างมากทั้งในชีวิตประจำวันของคนในสังคม และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในการดำเนินงานทางธุรกิจในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เพิ่มสูงขึ้น ในประเทศไทยเริ่มให้ความสำคัญในด้านการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจทัล (Digital Transformation) โดยการกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาเพื่อเสริมสร้างเกิดเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy) ที่ใช้ในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจของไทย (เศรษฐพงค์, 2560) โดยภาคการเกษตรเป็นส่วนสำคัญในยุทธศาสตร์การขับเคลื่อนประเทศให้เกิดความมั่งคั่ง (ราชกิจจานุเบกษา, 2561) ดังนั้นการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาเสริมสร้างการดำเนินธุรกิจการเกษตรทั้งด้านการผลิตและการตลาดเพื่อขับเคลื่อนไปสู่การเกษตรดิจิทัล Trendov et al. (2019) ชี้ว่า การเกษตรดิจิทัลเป็นการสร้างโอกาสให้เกิดการกระจายความมั่งคั่งไปสู่เกษตรกรรายเล็กให้สามารถเชื่อมโยงไปสู่ตลาดได้

โดยในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบการทำการเกษตรที่ผสมผสานความรู้ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลกับการเกษตร เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ในการเกษตร หรือเรียกว่า การเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) เป็นการเกษตรแบบแม่นยำสูง ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและได้ประโยชน์สูงสุดจากการใช้ทรัพยากร (อัจฉรา และคณะ, 2561) การเกษตรสมัยใหม่จึงมุ่งไปสู่การประกอบการในลักษณะการเกษตรอัจฉริยะ โดยเน้นการผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพสูง ผู้ประกอบการเกษตรนอกจากจะต้องมีความรู้และทักษะในด้านการจัดการธุรกิจแล้วจะต้องใช้เทคโนโลยีต่างๆ ได้ และต้องสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย

การเรียนการสอนด้านการเป็นผู้ประกอบการเกษตรและธุรกิจการเกษตร

จากรายงานการประชุมของ World Economic Forum (2016) ระบุถึงการให้การศึกษาเพื่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 พบว่า ทักษะพื้นฐานที่สำคัญนอกเหนือจากการใช้ภาษา (Literacy) และการคำนวณ (Numeracy) แล้ว ทักษะอื่นๆ ที่จำเป็นกับชีวิต ได้แก่ การใช้เทคโนโลยี (ICT Literacy) การใช้วิทยาศาสตร์กับสิ่งรอบตัว (Scientific Literacy) การเป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม (Cultural And Civic Literacy) และ

การจัดการด้านการเงิน (Financial Literacy) รวมถึงวิธีการเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurship) จากการศึกษาหลักสูตรอุดมศึกษาผลจากการรวบรวมเนื้อหาจากหลักสูตรอุดมศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศทางด้านธุรกิจการเกษตร (Agribusiness) และการเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurship) รวมจำนวน 40 หลักสูตร พบว่า จำนวนรายวิชาของหลักสูตรทั้งหมดได้เน้นการเรียนการสอนในด้านความรู้และทักษะทางการจัดการธุรกิจเป็นส่วนใหญ่ โดยมีการเรียนทางด้านคุณลักษณะของการเป็นผู้ประกอบการ เช่น บุคลิกภาพ ทัศนคติส่วนบุคคล คุณธรรมและจริยธรรมเพียงเล็กน้อย ดังแสดงใน Fig. 1

จากการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปภาพองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง 5 ด้าน เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล ได้แก่ 1) การเป็นผู้ประกอบการเกษตร (Agri-Entrepreneurship) 2) สภาวะแวดล้อมดิจิทัล (Digital Environment) 3) การศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Education And Lifelong Learning) 4) เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) และ 5) นโยบายการพัฒนา (Development Policies) ดังแสดงใน Fig. 2

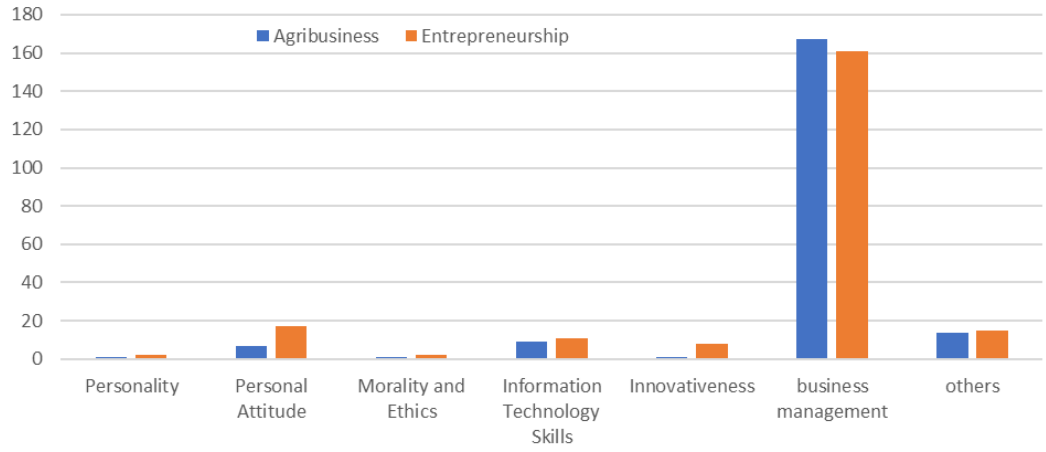


Fig. 1 A Comparison of Contents Taught in Entrepreneurship and Agribusiness Curriculums

นอกจากการให้การศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาแล้ว Afzal et al. (2018) กล่าวว่า การสร้างทักษะด้านการเป็นผู้ประกอบการควรเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานไปสู่ระดับอุดมศึกษา การได้รับความรู้และสร้างความรู้เป็นไปตามประสบการณ์ที่พบเห็นและเรียนรู้จากในชีวิตประจำวันของตนเองและมุ่งตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลที่สอดคล้องกับความสามารถเฉพาะตน จนกลายเป็นการศึกษาต่อเนื่องไปตลอดชีวิต (กอบสุข, 2561)

ยุทธศาสตร์การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ภาคการเกษตรของไทย

การเสริมสร้างการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล เกี่ยวข้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศ ได้แก่ ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580 แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561–2580) นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561–2580) นโยบายและยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2563-2570 แผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) โดยระบุประเด็นยุทธศาสตร์และนโยบายในด้านความสามารถในการแข่งขัน

การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ แผนแม่บทการพัฒนาการเกษตร โครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัล การเสริมสร้างผู้ประกอบการ และวิสาหกิจเริ่มต้น (Start-up)

จากการศึกษาเอกสารและนำมาวิเคราะห์ข้างต้นสามารถสรุปภาพองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง 5 ด้าน เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล ได้แก่ 1) การเป็นผู้ประกอบการเกษตร (Agri-Entrepreneurship) 2) สภาวะแวดล้อมดิจิทัล (Digital Environment) 3) การศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Education And Lifelong Learning) 4) เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) และ 5) นโยบายการพัฒนา (Development Policies) ดังแสดงใน Fig. 1

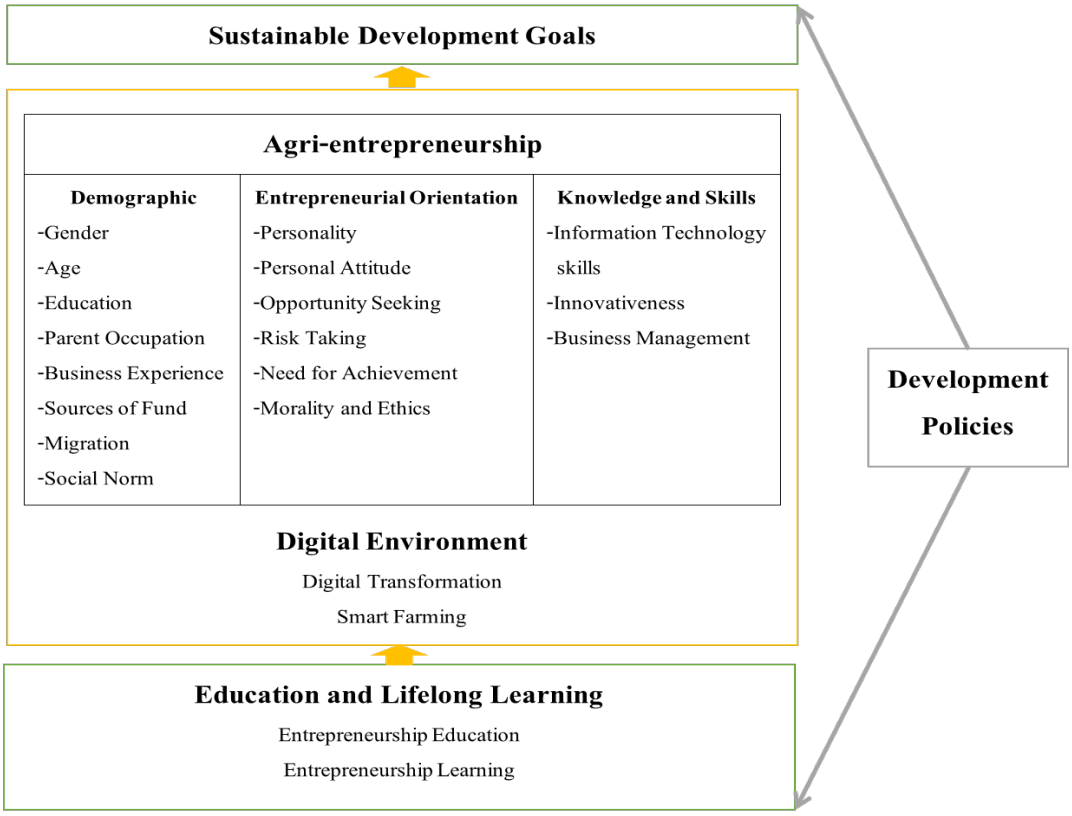


Fig. 2 A Conceptual Framework of Digital Agri-entrepreneurship Development

1. การเป็นผู้ประกอบการธุรกิจการเกษตร (Agri-Entrepreneurship)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเป็นผู้ประกอบการเกษตร แบ่งได้ 3 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ปัจจัยประชากรศาสตร์ (Demographic) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ประกอบการและปัจจัยเกี่ยวกับกิจการ ปัจจัยประชากรศาสตร์ส่งผลต่อการเป็นผู้ประกอบการ ได้แก่ ปัจจัยด้านเพศ อายุ การศึกษา อาชีพของบิดามารดา ประสบการณ์ทางธุรกิจ แหล่งเงินทุน การย้ายถิ่นฐาน และบรรทัดฐานทางสังคม

1.2 ปัจจัยคุณลักษณะของการเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurial Orientation) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดและทัศนคติที่จำเป็นสำหรับผู้ประกอบการ ประกอบด้วย บุคลิกภาพ ทัศนคติส่วนบุคคล การแสวงหาโอกาส ความกล้าเสี่ยง ความต้องการประสบความสำเร็จ คุณธรรมและจริยธรรม

1.3 ปัจจัยความรู้และทักษะของการเป็นผู้ประกอบการ (Knowledge and Skills) ข้องกับความสามารถในนำทรัพยากร มาดำเนินงานในการจัดการธุรกิจ ประกอบด้วยความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การสร้างนวัตกรรม และการจัดการธุรกิจ

2. สภาวะแวดล้อมดิจิทัล (Digital Environment)

การประกอบการเกษตรอยู่ภายใต้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาวะแวดล้อมดิจิทัล ดังนี้

2.1 การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital Transformation) เป็นการนำเทคโนโลยีดิจิทัลไปใช้ประโยชน์ในทุกด้าน ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการดำเนินธุรกิจ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลจะช่วยขยายผลิตภาพการผลิตและการเชื่อมโยงผู้ผลิตสินค้าเกษตรสู่ตลาด

2.2 การเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) เป็นการทำการเกษตรที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่มีความแม่นยำสูง มีการเชื่อมข้อมูลอย่างเป็นระบบ นำมาช่วยในการทำงานโดยให้ความสำคัญกับปลอดภัยต่อผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร รวมทั้งการบริหารจัดการ การแปรรูป และการตลาดสินค้าเกษตร

3. *การศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Education and Lifelong Learning)*

การศึกษาและการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลักดันให้เกิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการ

3.1 การศึกษาในการเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurship Education) เป็นการให้การศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างการเป็นผู้ประกอบการ ทั้งควรเน้นการให้ความรู้และสร้างทักษะแก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอทั้งในด้าน บุคลิกภาพ ทัศนคติ คุณธรรมจริยธรรม ทักษะด้านเทคโนโลยี การสร้างนวัตกรรม และการจัดการธุรกิจ

3.2 การเรียนรู้การเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurship Learning) ผู้ประกอบการที่มีสมรรถนะที่ดีจะมีคุณลักษณะในด้านการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการเรียนรู้ตลอดชีวิตผ่านสังคมและวัฒนธรรมของการเป็นผู้ประกอบจึงเป็นส่วนสำคัญในการบ่มเพาะทรัพยากรมนุษย์ภาคการเกษตรให้มีความพร้อมในการเป็นผู้ประกอบการ

4. เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals)

การเป็นผู้ประกอบการเกษตรนอกจากการคำนึงถึงการสร้างสรรค์คุณค่าเชิงเศรษฐกิจแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับการตระหนักถึงความสัมพันธ์กับผู้มีส่วนได้เสียตั้งแต่เกษตรกรสู่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร และการประกอบการนั้นยังต้องอาศัยพื้นฐานด้านทรัพยากรธรรมชาติที่สมดุล โดยมุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development)

5. นโยบายการพัฒนา (Development Policies)

ปัจจัยสนับสนุนในการเสริมสร้างการเป็นผู้ประกอบการธุรกิจการเกษตรในยุคดิจิทัล คือ นโยบายการพัฒนาประเทศ โดยโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

5.1 นโยบายดึง (Pull Policies) เป็นนโยบายการพัฒนาเพื่อสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืน ระบบนิเวศดิจิทัล และนวัตกรรม ซึ่งเป็นการเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ก่อให้เกิดการจูงใจในการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรอันเนื่องจากการเห็นโอกาสที่เกิดขึ้นจากการพัฒนา

5.2 นโยบายผลัก (Push Policies) เป็นนโยบายการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการธุรกิจการเกษตรโดยตรง เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะ ความรู้/ทักษะของการเป็นผู้ประกอบการเกษตรโดยการให้การศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จากกรอบแนวคิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรข้างต้นเป็นผลมาจากการสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยตัวอย่างของเอกสารอ้างอิงในแต่ละองค์ประกอบเป็นดัง Table 1

Table 1 Examples of references in developing the conceptual framework

Elements	References
1. Agri-Entrepreneurship	
-Demographic	Kerr and Kerr (2016); Afzal et al. (2018)
-Entrepreneurial Orientation	มรกต และคณะ (2562); Afzal et al. (2018)
-Knowledge and Skills	Bujor and Avasilcai (2016)
2. Digital Environment	
-Digital Transformation	เศรษฐพงค์ (2560); Trendov et al. (2019)
-Smart Farming	Wolfertab et al. (2017)
3. Education and Lifelong Learning	
-Entrepreneurship Education	Kurotimi et al. (2017)
-Entrepreneurship Learning	Afzal et al. (2018); Yaseen et al. (2018)
4. Sustainable Development Goals	Kurotimi et al. (2017); Trendov et al. (2019)
5. Development Policies	
-Pull Policies	ราชกิจจานุเบกษา (2561)
-Push Policies	ราชกิจจานุเบกษา (2561)

สรุปและข้อเสนอแนะ

กรอบแนวคิดการพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัลตามองค์ประกอบ 5 ด้านข้างต้นจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัลในการพัฒนาความคิดและทัศนคติตามคุณลักษณะของการเป็นผู้ประกอบการ ตลอดจนการแสวงหาความรู้และสร้างทักษะที่จำเป็นในการประกอบอาชีพทางการเกษตรโดยอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลมาช่วยให้การดำเนินงานมีผลิตภาพ นอกจากนี้การศึกษาถึงรายละเอียดและความเชื่อมโยงขององค์ประกอบดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย ตลอดจนการกำหนดนโยบายในด้านการสนับสนุนการเรียนรู้ การสร้างสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเป็นผู้ประกอบการเกษตรดิจิทัล เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กอบสุข คงมนัส. 2561. เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้: วิถีแห่งการศึกษายุคดิจิทัล. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 20: 279–290.

มรกต กำแพงเพชร และคณะ. 2562. คุณลักษณะผู้ประกอบการเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จในธุรกิจเกษตรสีเขียว. วารสารธุรกิจปริทัศน์. 11: 262–275.

ราชกิจจานุเบกษา. 2561. ประกาศเรื่องยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561–2580) เล่มที่ 135 ตอนที่ 82 ก.

เศรษฐพงค์ มะลิสุวรรณ. 2560. Digital Transformation. สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

อัจฉรา สุขกลั่น, เกษราภรณ์ สุตตาพงค์, นนทิภัค เพียรโรจน์. 2561. กลยุทธ์การสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันของผู้ประกอบการเกษตรอัจฉริยะ. วารสารนักบริหาร. 38: 91–100.

Afzal, M.N.I., Mansur, K., Manni, U.H. 2018. Entrepreneurial capability (EC) environment in ASEAN-05 emerging economies: An empirical approach. Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship. 12: 206–221.

Bujor, A. 2016. The creative enterpreneur: A Framework of Analysis. Social and Behavioral Sciences. 221: 21– 28.

de Silva, K. 2018. 9 Skills Every Successful Entrepreneur Needs. https://www.entrepreneur.com/article/308994, 25 February 2020.

Dess, L., Taylor. (2005) Strategic Management: Creating Competitive Advantage, 2nd ed. McGraw-Hill. New York, USA.

Kurotimi, M.F., Franklin, A., Aladei, G., Helen, O. 2017. Entrepreneurship education as a 21st Century strategy for economic growth and sustainable development. International Journal of Mechanical and Industrial Engineering. 11: 2242–2253.

Frank, H. (2007). The significance of personality in business startup intentions, startup realization and business success. Entrepreneurship & Regional Development, 19: 227–251.

Kerr, S.P., Kerr, W.R. 2016. Immigrant entrepreneurship. In: Haltiwanger, J., Hurst, E., Miranda, J., Schoar, A. (Eds.). Measuring Entrepreneurial Businesses: Current Knowledge and Challenges. University of Chicago Press. Chicago, IL, USA.

Schumpeter, J. 2017. Essays on Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles and the Evolution of Capitalism. Routledge. New York, USA.

Trendov, N.M., Varas, S., Zeng, M. 2019. Digital technologies in agriculture and rural areas – Status report. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Wolfertab, S., Gea, L., Verdouw, C., Bogaardt, M. 2017. Big Data in Smart Farming–A review. Agric. Syst. 153: 69–80.

World Economic Forum. 2016. Fostering social and emotional learning through technology. http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education, 2 August 2019.

Yaseen, A., Somogyi, S., Bryceson, K. 2018. Entrepreneurial behaviour formation among farmers: Evidence from the Pakistani dairy industry. Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies. 8: 124–143.

สาขาส่งเสริมการเกษตร และคหกรรมเกษตร

Subject: Agricultural Extension and Home Economic

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation

ผลของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาวต่อสมบัติทางกายภาพ ประสาทสัมผัส และฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในผลิตภัณฑ์เม็ดไข่มุก

Effects of tapioca flour substitution with white kidney bean flour on physical properties, sensory and α-amylase inhibitory of tapioca pearl

นวรัตน์ ฐานกิตติคุณ, พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ์*, ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์

Nawarat Thankittikun, Porntip Pasukamonset*, Parisut Chalermchaiwat

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: pasukamonset@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาวที่ระดับร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เม็ดไข่มุก ผลการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณแป้งถั่วขาวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เม็ดไข่มุกมีค่าสี (ทั้งค่า L*, ค่า a* , ค่า b*) และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น แต่ค่าความยืดหยุ่น และความสามารถในการเกาะตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง ($p < 0.05$) ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อปริมาณแป้งถั่วขาวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบลดลงในทุกคุณลักษณะ แต่เมื่อบริโภคร่วมกับชานม ทำให้ได้รับคะแนนความชอบเพิ่มขึ้นในทุกคุณลักษณะ ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส พบว่าเมื่อปริมาณแป้งถั่วขาวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสเพิ่มขึ้น แต่มีค่าลดลงในเม็ดไข่มุก ที่ผ่านกระบวนการต้ม การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาว ที่ร้อยละ 30 ในเม็ดไข่มุก ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีส่วนช่วยชะลออัตราการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส

คำสำคัญ: ถั่วขาว, เม็ดไข่มุก, แอลฟา-อะไมเลส

Abstract

The objective of this research was to investigate the effect of tapioca flour was substituted with white kidney bean flour at 0, 10, 20, 30 and 40% of the total flour for tapioca pearl products. The results showed that the increasing of white kidney bean flour affected on the increasing color as in (L* value, a* value, b* value) and hardness but the decreased in the springiness and cohesiveness of the products ($p < 0.05$). A sensory evaluation showed that the increasing of white kidney bean flour resulted in the decreased sensory score for all attributes, whereas the increased sensory score of all attributes when served with milk tea. An investigation of the α -amylase inhibitory activities showed that an increased white kidney bean flour resulted in an increase of the enzyme inhibition of α-amylase, whereas it was decreased after a boiling process. The replacement tapioca flour with white kidney bean flour at 30% for bubble ball achieved the highest overall liking score. It can be helped to retard the digestion of starch into glucose.

Keywords: α-amylase, bubble ball, white kidney bean

คำนำ

ชานมไข่มุกเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มยอดนิยมจากประเทศไต้หวัน ได้เข้ามาแพร่หลายในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2544 ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคในประเทศไทยนิยมดื่มชานมไข่มุกเพิ่มมากขึ้น จากสถิติพบว่าประชากรไทยบริโภคชานมไข่มุกเฉลี่ยเดือนละ 6 แก้ว สูงที่สุดในประเทศอาเซียน ในปี พ.ศ. 2562 ตลาดชานมไข่มุกทั่วโลกมีมูลค่าอยู่ที่ประมาณ 76,900 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2559 ร้อยละ 24 ธุรกิจของชานมไข่มุกยังสามารถเติบโตได้อีกมาก (ณัฐชานนท์, 2563) ชานมไข่มุกมีส่วนผสมของน้ำชา น้ำเชื่อม นมข้นหวาน ครีมเทียม และเม็ดไข่มุกซึ่งทำมาจากแป้งมันสำปะหลัง มีเนื้อสัมผัสที่เหนียว นุ่ม หนึบ เป็นคุณสมบัติที่ผู้บริโภคชื่นชอบ (สุภาพร, 2563) จากข้อมูลทางโภชนาการระบุว่า ชานมไข่มุก 1 แก้ว ให้พลังงาน ประมาณ 240-360 กิโลแคลอรี ใกล้เคียงกับการรับประทานก๋วยเตี๋ยว 1 ชาม หรือเท่ากับข้าวประมาณ 3–4 ทัพพี (มีคาร์โบไฮเดรต 45–62 กรัม ไขมัน 0–14 กรัม โปรตีน 0.42 กรัม) ความแตกต่างของพลังงานและสารอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล (น้ำเชื่อม) ไข่มุก นมผง และครีมเทียมที่ใส่ลงไป ซึ่งเม็ดไข่มุกที่อยู่ในชานมไข่มุกนั้น ผลิตมาจากแป้งมันสำปะหลัง จัดอยู่ในอาหารหมวดน้ำตาล โดยเม็ดไข่มุก 30 กรัม ให้พลังงาน 100 กิโลแคลอรี (สสส., 2562) การบริโภคชานมไข่มุกในปริมาณมาก เป็นระยะเวลานานๆ อาจส่งผลให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases :NCDs) เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง และโรคอ้วน เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุการตายของประชากรไทยในแต่ละปีเกือบ 400,000 คน คิดเป็นร้อยละ 76 ของการตายทั้งหมด และจากการสำรวจของสวนดุสิตโพล ในเดือนธันวาคม 2563 พบว่าประชากรไทยให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น ถึงร้อยละ 68.10 โดยมีสิ่งที่ประชากรไทยดูแลเป็นพิเศษ คือเรื่องอาหารการกิน ร้อยละ 68.52 มีความใส่ใจในการเลือกอาหารการกินเพื่อสุขภาพมากขึ้นถึงร้อยละ 79.28 โดยเฉพาะการใช้ชีวิตท่ามกลางภาวะการระบาดของไวรัสโควิด-19 เนื่องจากต้องการมีสุขภาพดี รักษาร่างกายให้อยู่กับตนเองได้อย่างมีคุณภาพ และไม่เป็นภาระต่อผู้อื่น (สวนดุสิตโพล, 2563) ผู้ประกอบการธุรกิจชานมไข่มุก จึงมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ทางการตลาดเพื่อสุขภาพมากขึ้น เช่น ใช้ชาสมุนไพร หรือการใช้สารทดแทนความหวาน รวมไปถึงการพัฒนาเม็ดไข่มุกเพื่อสุขภาพ แคลอรี่ต่ำในปัจจุบัน ทำมาจากบุก ซึ่งให้เนื้อสัมผัส กรุบ กรอบ (ผู้จัดการออนไลน์, 2562) แต่เนื้อสัมผัสไม่มีความเหนียวนุ่มซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเม็ดไข่มุก งานวิจัยนี้จึงมุ่งเป้าในการพัฒนาเม็ดไข่มุกเพื่อสุขภาพ ที่ยังคงเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเม็ดไข่มุก ด้วยการใช้ถั่วขาวทดแทนแป้งมันสำปะหลัง

ถั่วขาว (White Kidney Bean, Navy Bean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus vulgalis* L. จากข้อมูลของสำนักโภชนาการ (2554) พบว่าถั่วขาว 100 กรัม จะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบสูงที่สุด อยู่ที่ร้อยละ 61.10 รองลงมาคือโปรตีน ร้อยละ 22.3 ความชื้น เยื่อใยหยาบ ไขมัน และเถ้า อยู่ที่ร้อยละ 11.20, 3.10, 2.80 และ 2.60 ตามลำดับ ถั่วขาวมีคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพ เช่น เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Anti-oxidant) เป็นแหล่งของโพลิฟีนอล (Ganesan and Xu, 2017) นอกจากนี้ในถั่วขาวมีสารสำคัญที่เรียกว่า ฟาสิโอลามีน (Phaseolamin) เป็นสารที่มีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส จึงช่วยชะลอปริมาณการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส ทำให้ชะลอการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่ร่างกาย ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการนำถั่วขาวไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ อย่างหลากหลาย เช่น ขนมปัง (วิลาสินี, 2555) ถั่วกวน (ศศิธร และคณะ, 2555) ขนมชั้น (เนตรนรินทร์ และคณะ, 2558) และพุดดิ้ง (พรทิพย์ และคณะ, 2561) เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาวในการผลิตเม็ดไข่มุก ต่อ

คุณภาพทางกายภาพ ประสาทสัมผัส และศึกษาฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรม การทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส เพื่อเป็นแนวทางในการแปรรูปเม็ดไข่มุกเพื่อสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

เมล็ดถั่วขาว (*Phaseolus vulgaris*) ทางการค้าสายพันธุ์ Pangda ซื้อจากร้านค้ามูลนิธิโครงการหลวง ประเทศไทย แป้งมันสำปะหลัง ตราปลามังกร ประเทศไทย น้ำตาลทรายแดง ตราวังขนาย ประเทศไทย น้ำตาลทรายขาว ตราวังขนาย ประเทศไทย น้ำผึ้ง ตราสวนจิตรลดา ประเทศไทย และชานม ตรา มอมาร์ส บับเบิ้ล ที บาร์ ประเทศไทย

การเตรียมแป้งถั่วขาว

ดัดแปลงตามวิธีของ เนตรนรินทร์ และคณะ (2558); พรทิพย์ และคณะ (2561) โดยนำเมล็ดถั่วขาว 500 กรัม ล้างด้วยน้ำสะอาด แช่น้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง แล้วเทน้ำทิ้ง จากนั้นเติมน้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส (°C) เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นสะเด็ดน้ำ และนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (°C) เป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดย่ีห้อ Robot รุ่น Powder-MII397 ประเทศไทย ร่อนผ่านตะแกรง ได้ขนาดอนุภาค 100 เมช บรรจุใส่ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ มีด้านนอกผลิตจากไนลอนและด้านในเป็นโพลีเอทิลีน เก็บที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) จนกว่าจะนำมาใช้งาน

การศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตสูตรไข่มุกพื้นฐาน

ทำการผลิตเม็ดไข่มุกที่มีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งมันสำปะหลัง น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลทรายขาว และน้ำผึ้ง ซึ่งมีสัดส่วนและวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน จำนวน 4 สูตร ได้แก่ สูตร A ตามวิธีของ คิดส์ คุก (2561) สูตร B จาก ครัวไทยในยูทูป (2562) สูตร C จาก Ariza (2016) และ สูตร D จาก Taiwancooking (2016) โดยที่สูตร A ไม่มีการใส่น้ำตาลแต่ใช้น้ำผึ้งแทน มีปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และน้ำสำหรับนวดแป้งสูงที่สุด ไม่มีการปิดฝาหม้อหลังจากหยุดให้ความร้อน สูตร B ใช้ทั้งน้ำตาลทรายแดง และน้ำตาลทรายขาว ใช้เวลาในการปิดฝาหม้อหลังให้ความร้อน 10 นาที สูตร C ใช้น้ำตาลทรายแดงเพียงอย่างเดียว โดยแบ่งใส่เป็น 2 รอบ และมีปริมาณน้ำสำหรับนวดแป้งน้อยที่สุด ใช้เวลาในการปิดฝาหม้อหลังให้ความร้อน 20 นาที และสูตร D ใช้ทั้งน้ำตาลทรายแดง และน้ำตาลทรายขาว แต่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลังในสูตรน้อยที่สุด นำผลิตภัณฑ์ไข่มุกทั้ง 4 สูตรที่ได้ ไปทำการประเมินทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) (กำหนดให้ 1 = หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = หมายถึงชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทำการทดสอบ 2 รูปแบบ คือ (1) การชิมเม็ดไข่มุกเพียงอย่างเดียว และ (2) การชิมร่วมกับชาทางการค้า เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

การศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและแป้งถั่วขาวในการผลิตเม็ดไข่มุก

ทำการผลิตเม็ดไข่มุกจากสูตรที่ได้รับเลือก ด้วยอัตราส่วนของแป้งถั่วขาวต่อแป้งมันสำปะหลัง ที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0:100, 10:90, 20:70, 30:40 และ 40:60 โดยน้ำหนัก นำเม็ดไข่มุกที่ได้ ไปวิเคราะห์คุณลักษณะต่างๆ ดังนี้

ค่าสี ตามระบบ CIE ด้วยเครื่อง Hunter Lab Colorimeter ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยรายงานเป็นค่า L* บอกถึงความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0–100 โดย 0 หมายถึงสีดำ และ 100 หมายถึงสีขาว, ค่า a* หมายถึงแกนสีเขียว (-a) ไปถึงแกนสีแดง (+a) และ ค่า b* หมายถึงแกนสีน้ำเงิน (-b) ไปถึงแกนสีเหลือง (+b) ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

ลักษณะเนื้อสัมผัส ทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA.XT Plus ประเทศอังกฤษ ใช้วิธีการ Texture profile analysis (TPA) ทำการวัดด้วยหัววัดอะคลิริก SMS P/25 โดยกำหนดค่า pre-test speed = 1 mm./s, test speed = 5 mm./s, post-test speed = 5 mm./s, target mode = strain, strain = 75%, time = 3s, trigger force = auto force 5 g. ทำการวัดจำนวน 10 ซ้ำ และรายงานผลในรูปแบบของค่า Hardness (ค่าความแข็งของอาหาร) Adhesiveness (แสดงการยึดติดของอาหารกับวัตถุอื่น) Springiness (ความยืดหยุ่นของอาหารเมื่อออกแรงกดแล้วกลับคืนรูปได้) Cohesiveness (การเกาะติดที่บ่งบอกถึงการเกาะตัวกันเองของเนื้ออาหาร) Gumminess (ลักษณะที่อาหารกึ่งแข็งแตกตัวออกจนพร้อมที่จะกลืนได้) และ Chewiness (ความต้านทานการเคี้ยว)

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในเม็ดไข่มุกที่อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและแป้งถั่วขาวแตกต่างกัน

ทำการสกัดสารสำคัญจากแป้งถั่วขาว และผลิตภัณฑ์เม็ดไข่มุกที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาว ดัดแปลงจากวิธีของ สิริชัย และคณะ (2555); Chutipanyaporn et al. (2014) โดยนำตัวอย่างที่บดแล้ว จำนวน 1 กรัม มาแช่เป็นเวลา 3 ชั่วโมง กับสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 75 ในอัตราส่วน 1:15 (น้ำหนัก/ปริมาตร) นำตัวอย่างที่ได้มาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000×g เป็นเวลา 50 นาที ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (°C) เก็บส่วนใสที่ได้ ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส (°C) เริ่มการทดลองโดยเตรียมหลอดทดลองใส่สารตามลำดับดังต่อไปนี้ 1) สารสกัดจากแป้งถั่วขาว หรือสารสกัดจากผลิตภัณฑ์เม็ดไข่มุกที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาว จำนวน 10 ไมโครลิตร. 2) สารละลายแป้งความเข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 165 ไมโครลิตร เริ่มปฏิกิริยาโดยใส่สารละลายเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส จำนวน 75 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (°C) เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลา ทำการหยุดปฏิกิริยาโดยการเติมสารละลาย DNS (1% 3,5-dinitrosalicylic acid, 0.2% phenol, 0.05% Na_2SO_3 and 1% NaOH in aqueous solution) จำนวน 250 ไมโครลิตร นำไปให้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส (°C) เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลาย 40% sodium potassium tartrate จำนวน 250 ไมโครลิตร เพื่อให้สีของสารละลายคงที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง จากนั้นทิ้งให้เย็น และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader ยี่ห้อ BMG Labtech รุ่น Spectrostar nano ประเทศเยอรมันนี โดยทำการปิเปตสารละลายตัวอย่างจำนวน 200 ไมโครลิตร ลงใน microplate ชนิด Flat bottle จำนวน 200 ไมโครลิตร คำนวณค่า % enzyme inhibition ของสารสกัดได้จาก Equation 1

$$\% \text{ enzyme inhibition } = \frac{\text{AbsBlank} - \text{AbsSample}}{\text{AbsBlank}} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ Abs_{Blank} = ค่าดูดกลืนแสงเมื่อไม่มีตัวอย่าง

Abs_{Sample} = ค่าดูดกลืนแสงเมื่อมีตัวอย่าง (สารสกัดจากเม็ดไข่มุก)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการศึกษาสูตรพื้นฐานและอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและแป้งถั่วขาวที่แตกต่างกัน นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ความแตกต่างของกิจกรรมการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในเม็ดไข่มุกก่อนและหลังกระบวนการต้มด้วยวิธีการ Paired-Samples T-Test โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS® version 23 software (Trials version) (IBM SPSS Inc., USA)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตสูตรไข่มุกพื้นฐาน

ผลประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับสูตร C มากที่สุด ($p < 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง ในกรณีทดสอบชิมเม็ดไข่มุกเพียงอย่างเดียว และมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก เมื่อชิมเม็ดไข่มุกร่วมกับชานมทางการค้า (Table 1) เนื่องจากสูตร C มีระยะเวลาในการต้ม และระยะเวลาในการปิดฝาหม้อพักเม็ดไข่มุกหลังจากให้ความร้อนที่นานกว่า จึงทำให้มีเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคชื่นชอบเพราะด้านในของเม็ดไข่มุกไม่มีลักษณะแข็งเป็นไต มีความเหนียว นุ่ม หนึบ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเม็ดไข่มุก (สุภาพร, 2563)

Table 1 Sensory scores of tapioca pearl with the different basic formulas

Attribute	Sensory score*			
	Formula A	Formula B	Formula C	Formula D
Serve without milk tea				
Appearance	5.90±1.34^{c}	6.40±1.55^{ab}	6.55±1.47^{a}	6.13±1.58^{bc}
Color^{ns}	6.27±1.49	6.65±1.39	6.55±1.39	6.32±1.56
Odor	5.98±1.49^{b}	6.25a±1.50^{ab}	6.67±1.36^{a}	6.25±1.26^{ab}
Taste	5.43±1.58^{c}	6.10±1.55^{b}	6.58 ±1.50^{a}	5.35±1.80^{c}
Texture (chewy)	5.57±1.75^{c}	6.38±1.43^{b}	7.08±1.53^{a}	6.18±1.87^{b}
Overall liking	5.87±1.46^{c}	6.53±1.38^{b}	7.07±1.33^{a}	6.22±1.67^{bc}

Table 1 (continued)

Attribute	Sensory score*			
	Formula A	Formula B	Formula C	Formula D
Serve with milk tea				
Appearance[ns]	7.93±0.70	7.40±0.51	7.87±0.74	7.33±1.11
Color	5.80±1.15[c]	7.67±0.90[a]	7.93±0.88[a]	6.87±0.74[b]
Odor[ns]	8.13±0.80	7.80±0.94	7.90±0.92	7.67±1.11
Taste	6.53±0.74[b]	8.20±0.68[a]	8.00±0.65[a]	7.60±0.99[a]
Texture (chewy)	6.13±0.74[c]	6.47±0.74b[c]	7.87±0.83[a]	7.00±0.76[b]
Overall liking	6.07±0.70[d]	7.47±0.74[c]	8.13±0.74[a]	6.80±0.68[b]

*[A]คิดส์ คุก (2561), [B]ครัวไทยในยูทูป (2562), [C]Ariza (2016), [D]Taiwancooking (2016)

a-d; Means within a row with difference superscripts are significantly different ($p < 0.05$); ns; Means with in a same row are not significantly different ($p \geq 0.05$)

การศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและแป้งถั่วขาวในการผลิตเม็ดไข่มุก

แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียด สีขาว (ฐิศิรักษ์, 2555) ในขณะที่แป้งถั่วขาวมีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียดมีสีขาวนวลอมเหลือง (Hoxha et al., 2020) เมื่อปริมาณแป้งถั่วขาวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เม็ดไข่มุกมีค่าความสว่าง (ค่า L*) (Table 2) เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อให้ความร้อนกับแป้งมันสำปะหลังจะเกิดการเจลาติไนซ์ (Gelatinization) เม็ดแป้งจะพองตัวจากการดูดน้ำที่อยู่ล้อมรอบทำให้มีความหนืด และแป้งมีสีใสเมื่อสุก (Shadrack et al., 2019) ในขณะที่เป็นถั่วขาวเมื่อโดนความร้อนจนสุก สีจะยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการเติมแป้งถั่วขาวซึ่งมีสีขาวนวลอมเหลืองเข้าไปเพิ่ม จึงทำให้เม็ดไข่มุกมีสีที่สว่างมากขึ้น เนื้อสัมผัสจะแข็งขึ้น แต่ก็จะไปลดความยืดหยุ่น (Springiness) และความสามารถในการเกาะตัวของผลิตภัณฑ์ลง (Cohesiveness) เนื่องจากแป้งถั่วขาวไม่มีคุณสมบัติทำให้เกิดความหนืดและเกาะตัวเมื่อโดนความร้อนเช่นเดียวกับแป้งมันสำปะหลัง (Maradudin et al., 2019) (Table 3)

Table 2 L* a* and b* values of tapioca pearl using the different level of white kidney bean flour

Color	The ratio of white kidney bean flour and tapioca flour (w/w)				
	0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60
L*	14.38±0.29[e]	20.77±0.31[d]	26.81±0.80[c]	28.51±1.06[b]	29.79±0.58[a]
a*	1.79±0.47[c]	1.92±0.15[c]	2.83±0.21[b]	3.41±0.73[a]	3.47±0.43[a]
b*	4.58±0.48[d]	6.01±0.28[c]	7.82±0.16[b]	9.17±0.17[a]	9.17±0.50[a]

a-e; Means within a row with difference superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

Table 3 Textural properties of tapioca pearl using the different level of white kidney bean flour

Attributes	The ratio of white kidney bean flour and tapioca flour (w/w)				
	0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60
Hardness (g)	657.88±39.45^{b}	682.08±43.04^{ab}	691.86±26.03^{ab}	695.46±46.23^{a}	708.48±21.05^{a}
Adhesiveness(g.s)	-2.37±0.53^{a}	-2.41±0.29^{a}	-2.60±0.24^{ab}	-2.61±0.49^{ab}	-3.01±0.68^{b}
Springiness	0.95±0.36^{a}	0.92±0.31^{b}	0.91±0.28^{b}	0.84±0.33^{c}	0.77±0.26^{d}
Cohesiveness	0.78±0.01^{a}	0.70±0.01^{b}	0.61±0.01^{c}	0.52±0.01^{d}	0.46±0.01^{e}
Gumminess (g)	543.41±37.82^{a}	484.51±20.39^{b}	398.93±26.07^{c}	357.22±25.29^{d}	328.95±13.22^{e}
Chewiness (g)	518.69±38.05^{a}	446.52±26.84^{b}	361.54±23.70^{c}	302.24±28.73^{d}	253.42±12.50^{e}

a-e Means within a row with difference superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

อีกทั้งปริมาณแป้งถั่วขาวยังส่งผลต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภค (Table 4) พบว่าเมื่อปริมาณแป้งถั่วขาวเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์จะส่งผลให้คะแนนความชอบที่ผู้บริโภคมีต่อเม็ดไข่มุกที่ได้ลดลงในทุกคุณลักษณะ เนื่องจากแป้งถั่วขาวที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เม็ดไข่มุกมีกลิ่นของถั่วขาวเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ผู้บริโภคมิได้ให้ความชื่นชอบ อีกทั้งการเพิ่มแป้งถั่วขาวยังส่งผลให้เนื้อสัมผัสของเม็ดไข่มุกเกาะตัวกันได้น้อยลง จึงไปลดความนุ่ม หนึบ ของเม็ดไข่มุก ซึ่งเป็นเอกลักษณะที่ผู้บริโภคให้ความชื่นชอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ และคณะ (2561) เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำนมถั่วขาวมากขึ้นในผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง จะส่งผลต่อความชอบในด้าน กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เช่นเดียวกับรายงานของวิลาสินี (2555) อาจเนื่องจากกลิ่นถั่วที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของถั่วขาว จะทำให้ขนมปังมีกลิ่นและรสชาติที่เปลี่ยนแปลงไป แต่เมื่อนำเม็ดไข่มุกไปบริโภคร่วมกับชานมจะส่งผลให้คะแนนความชอบของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นในทุกคุณลักษณะ เนื่องจากชานมจะช่วยปรับปรุงรสชาติ และกลบกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วขาวไปได้ โดยการใช้แป้งถั่วขาวแทนที่แป้งมันสำปะหลังที่ระดับร้อยละ 30 เป็นปริมาณแป้งถั่วขาวสูงที่สุดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง (6.15–7.07 คะแนน)

Table 4 Sensory scores of tapioca pearl using the different level of white kidney bean flour

Attribute	The ratio of white kidney bean flour and tapioca flour (w/w)				
	0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60
Serve without milk tea					
Appearance^{ns}	7.22±0.89	7.20±0.84	7.17±0.87	7.12±0.92	7.05±1.00
Color	7.08±1.21^{a}	7.03±1.23^{a}	7.00±1.34^{a}	6.68±1.24^{a}	5.83±1.59^{b}
Odor	7.12±0.85^{a}	7.00±1.28^{ab}	6.93±1.55^{ab}	6.77±1.18^{ab}	6.53±1.17^{b}
Taste	7.57±0.93^{a}	6.98±1.26^{b}	6.91±1.39^{b}	6.83±1.20^{b}	6.60±1.89^{b}
Texture (chewy)	7.15±1.13^{a}	7.02±1.13^{a}	7.00±1.13^{a}	6.70±1.39^{ab}	6.45±1.90^{b}
Overall liking	7.03±1.18^{a}	6.68±1.48^{b}	6.33±1.53^{b}	6.15±1.70^{bc}	5.65±2.10^{c}

Table 4 (continued).

Attribute	The ratio of white kidney bean flour and tapioca flour (w/w)				
	0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60
Serve with milk tea					
Appearance	7.00±1.25^{a}	5.67±1.50^{b}	6.47±1.64^{ab}	6.53±1.46^{ab}	5.33±1.72^{b}
Color^{ns}	6.87±1.06	7.13±1.19	7.20±1.27	7.27±1.49	6.67±1.45
Odor	6.67±1.11^{b}	7.00±0.93^{ab}	7.13±0.92^{ab}	7.33±1.23^{ab}	7.73±1.28^{a}
Taste	7.00±1.00^{b}	7.40±1.12^{ab}	7.40±0.99^{ab}	8.13±0.74^{a}	7.67±1.05^{ab}
Texture^{ns} (chewy)	7.40±0.99	7.27±1.62	7.13±1.06	7.07±1.03	6.40±1.35
Overall liking^{ns}	7.27±1.16	7.27±1.03	7.00±1.12	7.40±1.12	6.87±1.51

a-d; Means within a row with difference superscripts are significantly different ($p < 0.05$), ns; Means with in a same row are not significantly different ($p \geq 0.05$)

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในเม็ดไข่มุกที่อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและแป้งถั่วขาวแตกต่างกัน

จากการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในผลิตภัณฑ์เม็ดไข่มุกที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาวในระดับต่างๆ พบว่าปริมาณแป้งถั่วขาวที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ที่ระดับร้อยละ 40 มีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสได้สูงที่สุด อยู่ที่ร้อยละ 18.98±1.03 โดยประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณแป้งถั่วขาวเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ แต่จะลดลงเมื่อนำเม็ดไข่มุกไปผ่านกระบวนการต้มสุก ทำให้ประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสลดลง (Table 5) เนื่องจากฟาสซิโอลามีน (Phaseolamin) ซึ่งเป็นสารสำคัญในถั่วขาว และมีคุณสมบัติในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส จะถูกทำลายลงเมื่อโดนความร้อนมากกว่า 100 องศาเซลเซียส (รัชฎาพร, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Chutipanyaporn et al. (2014) ที่รายงานฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส จากสารสกัดถั่วดิบและถั่วสุกแต่ละชนิด ได้แก่ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วขาว ถั่วแดง และถั่วลิสง พบว่าสารสกัดจากถั่วดิบสามารถยับยั้งการเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้สูงกว่าถั่วสุก เนื่องมาจากสารสำคัญที่ทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่พบในถั่วสุกถูกทำลายด้วยความร้อนในกระบวนการปรุงประกอบอาหาร (Chutipanyaporn et al., 2014)

Table 5 The α-amylase inhibitory activities of uncooked and cooked tapioca pearl product from white kidney bean flour with different levels.

Sample	% inhibition of α-amylase inhibitory activities				
	0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60
Uncooked tapioca pearl	-35.38±4.95^{Ad}	-8.48±0.86^{Ac}	4.97±0.59^{Ab}	15.27±2.23^{Aa}	18.98±1.03^{Aa}
Cooked tapioca pearl	-32.41±4.77^{Ad}	-18.45±1.78^{Bc}	3.25±1.41^{Ab}	8.97±0.71^{Aa}	13.45±2.18^{Aa}

a-b; Means within a row with difference superscripts are significantly different ($p < 0.05$), A-B; Means within a column with difference superscripts are significantly different ($p < 0.05$, NS; Mean values are not significantly different ($p \geq 0.05$)

สรุป

การผลิตเม็ดไข่มุกโดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งถั่วขาวที่ระดับแตกต่างกัน มีค่าสี เนื้อสัมผัส ความชอบของผู้บริโภค และฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสแตกต่างกัน พบว่าระดับที่เหมาะสม คือร้อยละ 30 ทั้งการบริโภคเม็ดไข่มุกเพียงอย่างเดียว และการบริโภคร่วมกับชานม โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสไม่ต่างกับที่ระดับร้อยละ 40 ซึ่งจากข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าถั่วขาวสามารถนำไปทดแทนแป้งมันสำปะหลังในเม็ดไข่มุกเพื่อพัฒนาให้เป็นเครื่องดื่มชานมไข่มุกเพื่อสุขภาพได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาโภชนาการและการกำหนดอาหาร คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการอนุเคราะห์ สารเคมี เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ครัวไทยในยูทูป. 2562. วิธีทำไข่มุกกินเองที่บ้าน แค่มีวัตถุดิบก้นครัว. https://pantip.com/topic/38536290, 25 พฤษภาคม 2562.

คิดส์ คุก. 2561. สูตร 1.ทำไข่มุกง่ายๆ ด้วยของ 2 อย่าง. https://www.youtube.com/watch?v=P_HAuv5819U&list=LLNtUkFLAIMeooHTxpmBnVfw&index=17&t=268s, 25พฤษภาคม 2562.

ฐิศิรักษ์ วรพัฒน์ผดุง, แสงระวี สุทธิปริญญานนท์, ผดุงขวัญ จิตโรภาส. 2555. คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยเทคนิคการใช้ด่างในแอลกอฮอล์. ใน: การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 13 มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ณัฐชานนท์ วงศ์สวัสดิ์. 2563. ไม่ว่าโลกหลังโควิดจะเป็นยังไง แต่ “ตลาดชานมไข่มุก” จะโตขึ้นอีก 2 เท่า ทะลุ 150,000 ล้าน!!. https://www.billionmindset.com/bubble-tea-market/, 20 ธันวาคม 2563.

เนตรนรินทร์ สุวรรณเดช, รัศมี พันธ์ศร, ธนวัฒน์ นกหงส์, วุฒิชัย ดวงจันทร์, ผกาวดี เอี่ยมกาแพง, โสรัจวรชุม อินเกตุ. 2558. การใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, กำแพงเพชร.

เบญจพลอย โพธิพีรนันท์. 2559. ปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคชานมไข่มุก กรณีศึกษาร้าน Tea More ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านบริหารธุรกิจราชมงคลพระนคร และการนำเสนอผลงานวิจัยเชิงสร้างสรรค์. มหาวิทยาลัยราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

ผู้จัดการออนไลน์. 2562. ZERO Kcal ชานมไข่มุก By “กาละแมร์” ไม่ได้มาเล่นๆ เปิดตัว 3 เดือน แฟรนไชส์ 100 สาขา. https://mgronline.com/smes/detail/9620000087007, 20 ธันวาคม 2563.

พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ์, อำพร แจ่มผล, สุนิสา ด้วงนุ่ม, พิสชา ชาญณรงค์. 2561. คุณลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของพุดดิ้งที่ทดแทนด้วยน้ำนมถั่วขาว. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 34: 125–137.

ศศิธร เรืองโรจน์, ศิริพร เรียบร้อย, น้องนุช ศิริวงศ์, ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, สุนิสา ด้วงนุ่ม. 2555. สมบัติทางกายภาพและการยอมรับของถั่วกวนจากอัตราส่วนผสมถั่วเขียวและถั่วขาว แตกต่างกัน. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สสส. 2562. จับตาทิศทางสุขภาพคนไทย ปี 2563. https://www.thaihealth.or.th/Books/614/จับตาทิศทางสุขภาพคนไทย+ปี+2563.html, 20 ธันวาคม 2563.

สิริชัย อดิศักดิ์วัฒนา, สถาพร งามอุโฆษ, กิตณา แมคีเน็น. 2555. โครงการ “ฤทธิ์สารสกัดเนื้อส้มโอต่อการยับยั้งการย่อยคาร์โบไฮเดรตและไขมัน และการต้านไกลเคชั่น”. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สกว.

สุภาพร พิจิตรชุมพล. 2563. ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมผู้บริโภคที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องดื่มชานมไข่มุกแบรนด์ คามุ ของผู้บริโภค ในห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล พลาซ่า เวสต์เกต ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ RTBEC 2020. ศูนย์นวัตกรรมและความรู้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ.

สำนักโภชนาการ. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรมอนามัย. http://nutrition.anamai.moph.go.th/images/file/nutritive_values_of_thai_foods.pdf, 16 สิงหาคม 2561.

วิชัย เอกพลากร. 2557. ภาวะสุขภาพ. ใน: วิชัย เอกพลากร, บรรณาธิการ. การสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 5 พ.ศ. 2557. อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์. กรุงเทพฯ, 130–141.

วิลาสินี มีมุข. 2555. การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลองเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

Ariza, T. 2016. How to make boba, aka. tapioca pearl, from starch. https://thethingswellmake.com/how-to-make-boba-tapioca-pearl-from-scratch/, 25 May 2019.

Chutipanyaporn, P., Kruawan, K., Chupeerach, C., Santivarangkna, C., Suttisansanee, U. 2014. The investigation on α-glucosidase inhibitory from legume extracts. Agricultural Sci. J. 45: 133–136.

Ganesan, K., Xu, B. 2017. Polyphenol-rich dry common beans (*Phaseolus vulgaris L.*) and their health benefits. Int. J. Mol. Sci. 18: 2331.

Hoxha1, I., Xhabiri, G., Deliu, R. 2020. The impact of flour from white bean (*Phaseolus vulgaris*) on rheological, qualitative and nutritional properties of the bread. Open Access Library Journal 7: 1–8.

Maradudin, M., Strizhevskaya, V., Simakova, I., Volf, E. 2019. Study of the structural and mechanical properties of flour from a composite mixture based on beans and premium wheat. Advances in Biological Sciences Research 7: 194–196.

Shadrack, C., Workneh, T., Bultosa, G., Laing, M. 2019. Characterization of physicochemical properties of starches from improved cassava varieties grown in Zambia. AIMS Agriculture and Food 4: 939–966.

Taiwancooking. 2016. Home Made Tapioca Pearl for Bubble Tea, Bo-Ba Tea (Pearl Milk Tea) https://www.youtube.com/watch?v=6PXPBjQHR0&list=LLNtUkFLAIMeooHTxpmBnVfw&index=34&t=0s, 25 May 2019.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแป้งมะพร้าวและใบชะพลู

Development Thai crispy coconut roll supplement with coconut flour and wildbetal leafbush

คณุตม์ ดวงศรี*, บุษกร สุทธิประภา, สัมฤทธิ์ พุทธิปัญญาภรณ์

Kanut Duangsri*, Bussakorn Suttiprapa, Samrit Putthipanyaporn

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

Home Economics program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University, Bangkok 10600, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: kanutduangsri1@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีของผลิตภัณฑ์ทองม้วนรสปลากะตัก 2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนใบชะพลูที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนจากแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีรสปลา กลุ่มตัวอย่างคือ บุคคลทั่วไปจำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยมาตราวัด 5 point hedonic scale สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำขนมทองม้วนตำรับพื้นฐานมาศึกษาอัตราส่วนแป้งมะพร้าวที่แตกต่างกัน 4 ระดับ พบว่าขนมทองม้วนโดยใช้แป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 20 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 4.00 3.68 3.72 4.06 4.22 และ4.18ตามลำดับ จากนั้นนำขนมทองม้วนมาศึกษาอัตราส่วนใบชะพลูที่แตกต่างกัน 5 ระดับ พบว่าขนมทองม้วนจากแป้งมะพร้าวเสริมใบชะพลูร้อยละ 5 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 4.26 4.12 4.10 4.04 4.14 และ 4.24 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ขนมทองม้วน, ใบชะพลู, แป้งมะพร้าว

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the ratio of coconut flour to replace wheat flour of Anchovy Thai crispy coconut roll products 2) to study the suitable ratio of wildbetal leafbush to Thai crispy coconut roll products from coconut flour instead of fish flavored wheat flour the sample is 50 people. The research instruments were Consumer satisfaction assessment form the data was collected using a 5 point hedonic scale. The statistics used for data analysis were percentage, mean and standard deviation the basic recipe for Thai crispy coconut roll dessert was used to study 4 levels of coconut flour ratios. It was found that Thai crispy coconut roll dessert coconut flour instead of wheat flour by 20% had the highest average score for appearance, color, smell, taste, crispness and overall liking the mean values were 4.00, 3.68, 3.72, 4.06, 4.22 and 4.18, respectively. Then, the sensory evaluation of Thai crispy coconut roll supplemented with 5 different levels wildbetal leafbush was studied. It was found that Thai crispy coconut roll dessert from coconut flour supplemented with wildbetal leafbush at 5% showed the highest likeness scores for appearance, color, smell, taste, crispness and overall preference as 4.26, 4.12, 4.10, 4.04, 4.14, and 4.24 respectively.

Keywords: coconut flour, Thai crispy coconut roll, wildbetal leafbush

คำนำ

ขนมทองม้วน เป็นขนมไทยโบราณที่มีชื่อเรียกตามวิธีการม้วน หรือการพับ มีลักษณะเป็น แผ่นม้วนเป็นวงกลม มีลักษณะกรอบ มีส่วนผสมหลัก คือ กะทิ แป้ง และน้ำตาล ชาติหวานอร่อย หอม มีความเป็นเอกลักษณ์โดยมีต้นกำเนิดจากการรับเอาวัฒนธรรมของประเทศโปรตุเกสมาดัดแปลงเพิ่มเติม เพื่อให้เหมาะสมกับวัฒนธรรมการดำเนินชีวิตความเป็นอยู่ วัตถุดิบ เอกลักษณ์ รสนิยมและอุปนิสัยในการบริโภคอาหารของประเทศไทย (ปรางทิพย์, 2556) ขนมทองม้วนจัดเป็นประเภท ปิ้ง ย่าง สีของขนมทองม้วน คือ สีเหลืองทองสม่ำเสมอ พับหรือม้วนได้ขนาด กรอบแต่ไม่แข็งกระด้าง หอมไข่รวมกับกะทิและน้ำตาล มีรสหวานพอดี ซึ่งในปัจจุบันขนมทองม้วนมีการดัดแปลงใหม่ มีหลากหลายสูตรหลายรส เช่น ใส่ผักชี และใส่หมูหยอง เป็นต้น (จรูญศรี, 2536) แป้งมะพร้าวโดยแป้งมะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดเนื้อมะพร้าว สกัดน้ำมันออกแล้วบดเป็นผงละเอียด ให้ประโยชน์ต่อสุภาพ มีกลิ่นหอม นำมาทำอาหารและขนมได้หลายชนิดเช่น เค้กและคุกกี้ เป็นต้น (siamroommate.com, 2563) ใบชะพลูเป็นหนึ่งในจำนวนผักสมุนไพรพื้นบ้านของไทย เป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีน และ แคลซียม ใยอาหารสูงช่วยนำพาสารพิษออกจากร่างกาย ช่วยให้ลำไส้บีบตัวได้ดีไม่เป็นโรคท้องผูก และมีเบต้าแคโรทีนที่ช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็ง (ณัฐภูมิ และคณะ, 2551)

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงนำแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลี และเสริมใบชะพลูลงในขนมทองม้วน เพื่อเสริมใยอาหารและแคลเซียมตามลำดับ รวมไปถึงพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสูตรใหม่ ที่เป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมทองม้วนเสริมแป้งมะพร้าวและใบชะพลู

แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตราว่าว, แป้งมันสำปะหลัง ตรามังกร, แป้งข้าวกล้อง B-Natural, แป้งมะพร้าว Nuttarin, ไข่ไก่เบอร์ 2 (ตลาดพรานก), กะทิ ตราอร่อยดี, น้ำตาลมะพร้าว (ตลาดพรานก), เกลือป่น ปรุงทิพย์, น้ำเปล่า, งานดำ ตราไร่ทิพย์, น้ำพริกเผาตราแม่ประนอม และปลากะตักป่น

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำขนมทองม้วนจากแป้งมะพร้าวเสริมใบชะพลู ชะพลู

อ่างผสม, ช้อนตวง, เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล, ตะเกียบ สำหรับม้วนทองม้วน, ถุงมือสำหรับม้วนทองม้วน, พิมพ์ทำขนมทองม้วน-ไฟฟ้า (รุ่นมีตัวปรับอุณหภูมิ) รุ่นขดลวดสปริง, เครื่องผสมอาหาร, กระทะปรุงอาหาร, เตาแก๊ส, มีด, เขียง, ตะหลิว และเครื่องปั่น

3. อุปกรณ์ทดสอบทางประสาทสัมผัส ชะพลู

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส, ปากกา, ถาดใส่อาหาร และเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิต

ขั้นตอนการเตรียมใบชะพลู ก่อนนำมาใส่ลงในผลิตภัณฑ์นำใบชะพลูไปล้างให้สะอาดจากนั้นนำมาเช็ดทีละใบเพื่อให้น้ำออกจากใบชะพลูมากที่สุด ไม่ฉะนั้นจะทำให้ขนมทองม้วนมีความชื้นมากจากนั้นนำไปหั่นเป็น

ฝอยๆ การเตรียมปลากะตัก นำปลากระตักไปคั่วที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 นาที จากนั้นพักให้เย็น แล้วนำไปปั่นให้ละเอียดใช้พิมพ์ทำขนมทองม้วน-ไฟฟ้า (รุ่นมีตัวปรับอุณหภูมิ) รุ่นขดลวดสปริงในการทำวิจัยครั้งนี้ เทแป้งทองม้วนลงบนพิมพ์ 4.3 กรัม อุณหภูมิ 152 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 45 วินาที

4. การศึกษาอัตราส่วนแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสปลากะตัก

การศึกษาอัตราส่วนแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสปลากะตัก โดยทำการดัดแปลงสูตรขนมทองม้วนพื้นฐาน (Table 1) จากสูตรของ สัมฤทธิ์ (2560) แล้วใช้แป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลี โดยศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลี ที่เหมาะสมในการผลิตทองม้วน ในอัตราส่วนแป้งมะพร้าว : แป้งสาลี 4 ระดับ ได้แก่ 25 : 75, 20 : 80, 15 : 85 และ 10 : 90 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่มีการใช้แป้งมะพร้าว (0:100) และนำผลิตภัณฑ์ทองม้วนที่ได้มาประเมินทางประสาทสัมผัส โดยสุ่มตัวแทนผู้บริโภคจำนวน 50 คน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ทดสอบผลิตภัณฑ์จำนวน 5 สูตรการทดลอง กำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ด้วยเลขสุ่ม 3 หลัก ใช้วิธีการประเมินโดยการให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) ในคุณลักษณะด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม

Table 1 The formulations of Thai crispy coconut roll which using the different contents of coconut flour substituted to wheat flour

Ingredients	Content (%)				
	Basic Formula*	Formula[1] 25% coconut flour : 75 % wheat flour	Formula[2] 20% coconut flour : 80% wheat flour	Formula[3] 15% coconut flour : 85% wheat flour	Formula[4] 10% coconut flour : 90% wheat flour
Coconut flour	-	9.57	7.65	5.74	3.83
Wheat Flour	38.26	28.69	30.61	32.52	34.43
Brown rice flour	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Tapioca flour	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
Egg	25	25	25	25	25
Coconut milk	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4
Coconut sugar	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6
Salt	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Water	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80
Black sesames	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
Anchovy	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92
Chilli paste	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34

Note: *Putthipanyaporn (2560)

5. การศึกษาอัตราส่วนใบชะพลูที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสปลากะตัก

การศึกษาอัตราส่วนใบชะพลูต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสปลากะตัก โดยทำผลการทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของใบชะพลูที่เสริมเข้าไปในขนมทองม้วนร้อยละ 25, 20, 15,10 และ 5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (Table 3) และนำผลิตภัณฑ์ทองม้วนที่ได้มาประเมินทางประสาทสัมผัส โดยสุ่มตัวแทนผู้บริโภคจำนวน 50 คน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ทดสอบผลิตภัณฑ์จำนวน 5 สูตรการทดลอง กำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ด้วยเลขสุ่ม 3 หลัก ใช้วิธีการประเมินโดยการให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) ในคุณลักษณะด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานวิจัยครั้งหน้า คือ ควรมีชุดควบคุม ได้แก่ ตัวอย่างที่ไม่มีการเติมใบชะพลู

Table 2 The formulations of Thai crispy coconut roll supplement with the different levels of wildbetal leafbush

Ingredients	Content (%)				
	Formula[1] 25% by Weight of total flour	Formula[2] 20% by Weight of total flour	Formula[3] 15% by Weight of total flour	Formula[4] 10% by Weight of total flour	Formula[5] 5% by Weight of total flour
Wheat Flour	30.61	30.61	30.61	30.61	30.61
Coconut flour	7.65	7.65	7.65	7.65	7.65
Brown rice flour	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Tapioca flour	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
Egg	25	25	25	25	25
Coconut milk	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4
Coconut sugar	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6
Salt	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Water	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80
Black sesames	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
Anchovy	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92
Chilli paste	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34
Wildbetal Leafbush	12.98	10.39	7.79	5.19	2.59

6. การประเมินคุณลักษณะทางเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนา

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาซึ่งได้รับคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต) ตามวิธีของ AOAC (2016) ปริมาณแคลเซียม (AOAC, 2016) คำนวณค่าพลังงานของผลิตภัณฑ์ และพลังงานที่ได้จาก

ไขมันตามวิธีของ AOAC (2016) และคุณภาพจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีส์และรา (AOAC, 2016) โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสปลากะตัก)

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองในข้อที่ 1, 2, และ3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randdomized Completely Block Design, RCBD) สำหรับการประเมินทางประสาทสัมผัส ทำการวางแผนการทดลองแบบ สุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randdomized Completely Block Design, RCBD)นำข้อมูลที่จาการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน Aanlysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new Muitiple Range Test : DMRT ; LSR สำหรับการทดลองที่ 1 โดยการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์สถิติ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสปลากะตัก

ผลการศึกษาอัตราส่วนแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสปลากะตักที่ 4 ระดับ คือ 25 : 75, 20 : 80, 15 : 85 และ 10 : 90 ตามลำดับ นำไปผลิตขนมทองม้วนและทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยพิจารณาจาก ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวม สูตรที่ 2 แป้งมะพร้าวร้อยละ 20 : 80 พบว่า ด้านความกรอบมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{x}$= 4.22, SD = 0.73) รองลงมา คือความชอบโดยรวม ($\overline{x}$ = 4.18, SD = 0.82) และด้านรสชาติ ($\overline{x}$ = 4.06, SD = 0.81) ตามลำดับ เนื่องจากมีลักษณะเนื้อสัมผัสของทองม้วน กรอบและหอม ซึ่งเป็นไปตามคุณลักษณะที่ดีของขนมทองม้วน สอดคล้องกับ (ธนา และคณะ, 2555) พบว่า เส้นหมี่ชั่วที่เติมแป้งมะพร้าวมีค่าความทนต่อแรงดึง ความเหนียว และผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์หมี่ชั้วที่ทดแทนแป้งมะพร้าวร้อยละ

Table 3 Sensory scores of Thai crispy coconut roll which using the different rations of coconut flour substituted to wheat flour

Coconut flour : Wheat flour (%w/w)	Appearance^{ns}	Color^{ns}	Odour^{ns}	Flavour	Crispness	Overall liking
25 : 75	3.56	3.30	3.28	3.08	2.88	3.32
20 : 80	4.00	3.68	3.72	4.06	4.22	4.18
15 : 85	3.56	3.30	3.28	3.08	2.88	3.32
10 : 90	4.00	3.68	3.72	4.06	4.22	4.18

Note: (a-c) Means with in the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$) (ns) not significant

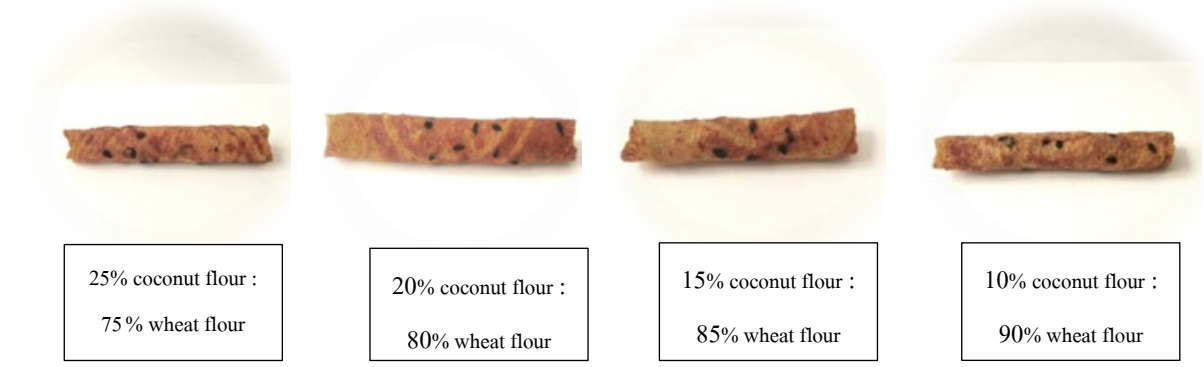


Fig. 1 Characteristics of Thai crispy coconut roll which using the different contents of coconut flour substituted to wheat flour

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนใบชะพลูต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสปลากะตัก

ผลการศึกษาอัตราส่วนของใบชะพลูที่เสริมเข้าไปในขนมทองม้วนที่ 5 ระดับคือ ร้อยละ 25, 20, 15, 10 และ 5 ตามลำดับ นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยพิจารณาจาก ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวม สูตรที่ 5 ใบชะพลูร้อยละ 5 พบว่า ด้านลักษณะที่ปรากฏมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{X} = 4.26$, SD = 0.85) รองลงมา คือความชอบโดยรวม ($\overline{X} = 4.24$, SD = 0.91) และด้านความกรอบ ($\overline{X} = 4.14$, SD = 1.06) ตามลำดับ สอดคล้องกับ (สุธิดา, 2553) พบว่าการผสมใบชะพลูลงในผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่งผู้บริโภคให้การยอมรับ ใบชะพลูร้อยละ 5 และเมื่อเพิ่มปริมาณใบชะพลูอบแห้งมากขึ้นทำให้กลิ่นของใบชะพลูค่อนข้างแรง

Table 4 Sensory characteristics of Thai crispy coconut roll supplement with coconut flour and wildbetal leafbush

Chaploo Leaves (% by weight of total flour)	Appearance^{ns}	Color^{ns}	Odour^{ns}	Flavour	Crispness	Overall liking
25	3.42	3.40	3.14	3.08	3.18	3.32
20	3.58	3.54	3.38	3.36	3.26	3.42
15	3.52	3.48	3.22	3.28	3.22	3.34
10	3.72	3.52	3.38	3.28	3.22	3.42
5	4.26	4.12	4.10	3.08	3.18	3.30

Note: (a-c) Means with in the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$) (ns) not significant



Fig. 2 Thai crispy coconut roll supplement with coconut flour and wildbetal leafbush

3. คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

ผลการศึกษาปริมาณของระหว่างแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลี 4 ระดับคือ 25 : 75, 20 : 80, 15 : 85 และ 10 : 90 ตามลำดับ พบว่าอัตราส่วนของแป้งมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 20: 80 มีคุณลักษณะที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน จากนั้นนำมา ศึกษาอัตราส่วนใบชะพลู 5 ระดับคือร้อยละ 25, 20, 15,10 และ 5 ผู้บริโภคให้การยอมรับปริมาณใบชะพลูที่ร้อยละ 5 จากนั้นนำมาทดสอบทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่ามีปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากในใบชะพลูมีแคลเซียมสูง และยังพบว่าปริมาณของยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร โดยมีค่า เถ้า คาร์โบไฮเดรตจากไขมัน ไขมัน ความชื้น โปรตีน แคลเซียม จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ดัง Table 5

Table 5 The chemical composition (gram per 100 g) and microbiological properties of Thai crispy coconut roll supplement with coconut flour and wildbetal leafbush

Chemical composition	Thai crispy roll from wheat-brown rice composite flour with anchovy chilli paste flavor	Thai crispy coconut roll supplement with coconut flour and wildbetal leafbush
Ash,%	2.74	2.14
Calories from fat, Kcal/100g	192.87	159.48
Fat,%	21.43	17.72
Moisture,%	5.32	8.50
Protein,%	12.79	12.99
Calcium, mg/100g	226.76	1940.194
Total Aerobic Plate Count, cfu/g	< 10	$< 2.5x10^2$EAPC
Yeasts and Molds, cfu/g	< 10	< 10est

หมายเหตุ: ขนมทองม้วนแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีรสปลากะตักน้ำพริกเผา สัมฤทธิ์ (2560)

สรุป

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแป้งมะพร้าวและใบชะพลูพบว่า ปริมาณใบชะพลูมีผลต่อคุณลักษณะของขนมทองม้วนโดยจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นใบชะพลูเพิ่มขึ้นและมีปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากใบใบชะพลูมีแคลเซียมสูง แต่ไม่ควรรับประทานในปริมาณไม่เกิน 2022 กรัมต่อวัน (นฤมล, 2542) นอกจากนี้ปริมาณใบชะพลูส่งผลต่อความกรอบ และสีของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน แต่เนื่องจากในใบชะพลูยังมีความชื้นจึงส่งผลให้ปริมาณของใบชะพลูที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความกรอบของขนมลดลง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนจากแป้งมะพร้าวเสริมใบชะพลูจึงเป็นขนมไทยที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยได้รับแคลเซียมจากใบชะพลู จึงเหมาะสำหรับบุคคลทุกเพศ ทุกวัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์ นักศึกษาและมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีที่ช่วยสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการ HONESTDOCS. 2561. ประโยชน์ของชะพลู ไอเดียการกินและการใช้ชะพลูเพื่อสุขภาพ. https://www.honestdocs.co/the-benefits-of-wildbetal-leafbush, 11 มกราคม 2563.

คุณมนตรี ศรีวงษ์. 2559. สูตรและวิธีการทำ-ขนมทองม้วน. จาก http://www.thaismescenter.com/สูตรและวิธีการทำ-ขนมทองม้วน. 11 มกราคม 2563.

จิราภรณ์ เฉลิมพันธ์. 2553. วัตถุดิบในการทำขนมไทย. https://sites.google.com/site/kanomthai26/staple/raw-material, 11 มกราคม 2563.

ธนา กัณฑบุตร, ประภาพรรณ คำแผง, สมัชญา ตาทองศรี. 2555. หมี่ซั่วเสริมใยอาหารจากแป้งมะพร้าว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

บริษัท ทรอปิคอล นูทริชั่น จำกัด. 2018. แป้งมะพร้าวกับคีโตเจนิค ไดเอต http://www.tropical-nutrition.com/, 11 มกราคม 2563.

สัมฤทธิ์ พุทธิปัญญาภรณ์. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีรสปลากะตักน้ำพริกเผา. มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. กรุงเทพฯ.

สุธิดา กิจจาวรเสถียร. 2553. ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่ง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. กรุงเทพฯ.

การออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก “นางเบญจกาย”

Headdress Design from Thai Flower Technique Inspired by "Benjakai"

นันทิพย์ หาสิน, ติณณา อุดม*

Nanthip Hasin, Tinna Udom*

สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา 90000

Home Economics Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla 90000, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: nanthip.h@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก “นางเบญจกาย” มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทย และศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจด้วยแบบสอบถามแก่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมในการนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ดำเนินการศึกษาโดย ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับหลักการสำคัญของการออกแบบทางศิลปะเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ และนำไปศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการออกแบบเครื่องศิราภรณ์ และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลจากการศึกษาผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 4 สาขาคหกรรมศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความพึงพอใจ พบว่า ผลิตภัณฑ์ของงานวิจัยโดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.45) เมื่อพิจารณารายข้อจากแบบสอบถามทั้ง 5 ด้านพบว่า ด้านที่มีความพึงพอใจมากเป็นอันดับแรก คือ ความละเอียด ประณีตในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ (ค่าเฉลี่ย 4.53) รองลงมาคือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่และน่าสนใจ (ค่าเฉลี่ย 4.50) ด้านความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ (ค่าเฉลี่ย 4.46) องค์ประกอบโดยรวมของชิ้นงาน และด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ (ค่าเฉลี่ย 4.35) ตามลำดับ ผลจากการตอบแบบสอบถามทั้งหมดที่ได้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์นี้สามารถตอบสนองความต้องการการใช้งานได้อย่างดี และสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบงานสร้างสรรค์ให้มีความเป็นเอกลักษณ์ได้อีกทางหนึ่ง

คำสำคัญ: เครื่องศิราภรณ์, นางเบญจกาย

Abstract

The objectives of this research were: 1) to design headdress from Thai flower technique and 2) to investigate the satisfaction of Home Economics students toward the headdress design. This research employed survey research by using questionnaires in order to analyze obtained data for suitable product model of using as a prototype product. The researchers examined the guideline by researching information about the key principles of artistic design. The research samples were 30 Home Economics students of Rajamangala University of Technology Srivijaya. The instrument used in this research was a questionnaire. The statistics used for analyzing the data were percentage, mean and standard deviation. The findings indicated that the most samples which were 4th year female students of Home Economics program satisfied at the high level (= 4.57) When considered in each aspect, it was revealed that the satisfaction was at high level on refinement exquisiteness of the headdress creation (= 4.50), creation, exoticization and fascinating (= 4.46), the suitability of the material used in the design (= 4.35) respectively. Moreover, the beauty of the headdress design and overall composition of the workpiece are equal mean (= 4.45) The results of all the questionnaires have shown that this product can response the needs of the user very well. Moreover, it can be used as a prototype for creative work to make it unique.

Keywords: Benjakai, headdress

คำนำ

เครื่องประดับ คือ วัตถุสิ่งของสวยงามที่มนุษย์นำมาสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อใช้ตกแต่งร่างกาย นับตั้งแต่บรรพกาลมนุษย์ในแต่ละวัฒนธรรมรู้การใช้เครื่องประดับเพื่อเป็นสัญลักษณ์ในมิติต่าง ๆ กัน ตั้งแต่การแสดงการเป็นพวกพ้อง การแสดงฐานะทางสังคมเศรษฐกิจ แสดงออกซึ่งความเป็นตัวตนและรสนิยมด้านความงาม นอกจากนี้มนุษย์ยังใช้เครื่องประดับเพื่อผลทางจิตใจได้แก่ การใช้เพื่อเป็นสิ่งระลึกถึง แทนคุณค่า หรือยึดเหนี่ยวจิตใจตามความเชื่อ การใช้เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจ เพื่อส่งเสริมบุคลิกภาพ หรือแม้แต่เพื่อดึงดูดความสนใจจากบุคคลอื่น เป็นต้น (วัฒนะ, 2545)

ศิราภรณ์หรือเครื่องประดับ มาจากคำว่า “ศีรษะ” และ “อาภรณ์” หมายความถึงเครื่องประดับสำหรับใช้สวมใส่ศีรษะ เช่น ชฎามงกุฎ ซึ่งเป็นชื่อเรียกเครื่องประดับศีรษะละครตัวพระ ที่มีวิวัฒนาการมาจากการโพกผ้าของพวกชฎิล ชฎาที่ใช้ในการแสดงโขนละครในปัจจุบัน ช่างผู้ชำนาญงานมักจะนิยมทำเป็นแบบมีเกี้ยว 2 ชั้น มีกรอบหน้า กรรเจียกจร ติดดอกไม้ทัด ในงานประเพณีไทยๆ มักมีงานประดิษฐ์ดอกไม้ใบไม้นำมาตกแต่งในบริเวณงาน กระทั่งเครื่องประกอบอาหาร หวาน คาว เครื่องครอบ เครื่องคลุมฯลฯ เรียกได้ว่ามีประโยชน์เกือบทุกวาระ ทุกโอกาส ศิลปะที่เกิดจากดอกไม้สดและใบตอง ประดิษฐ์มีความสวยงาม มีเสน่ห์ยามสดจนกระทั่งค่อยเหี่ยวเฉา ก็มีคุณค่าที่น่าประทับใจ กระทั่งมีผู้ที่รักงานดอกไม้สดและใบตอง ต้องการยืดอายุให้ยาวนาน แต่ทำไม่ได้จึงเกิดการพัฒนามาเป็นงานผ้า งานกระดาษ งานดินปั้น มาทดแทนงานดอกไม้สดและใบตองจริง ๆ การจำลองดังกล่าวเป็นการเลียนแบบธรรมชาติสวยงาม ทนทาน แต่ราคาสูง หากเป็นผู้ที่มีฝีมือจากงานดอกไม้สดและใบตองอยู่แล้ว การพัฒนามาเป็นวัสดุอื่น ๆ ย่อมไม่ยุ่งยากลำบากประการใด แต่ขั้นตอนในการเรียนรู้ในขั้นแรกก็ยังต้องเรียนรู้จากงานใบตองก่อนเสมอ (เศรษฐมนตร์, 2552)

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าควรสร้างเครื่องศิราภรณ์ให้มีความแปลกใหม่ ให้มีดีไซน์มากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องศิราภรณ์ที่ใช้ในงานโชว์และใช้ประกอบการแสดงมากขึ้น โดยการนำงานเครื่องประดับไทย งานประดิษฐ์ดอกไม้ไทย และงานใบตองมาสร้างสรรค์เป็นชิ้นงาน โดยได้นำรูปแบบชิ้นงานที่สร้างสรรค์มาจากนางในวรรณคดีไทย ต้นแบบของชิ้นงานในครั้งนี้คือ “นางเบญจกาย” เหตุผลในการเลือกนางเบญจกายมาประดิษฐ์เครื่องศิราภรณ์ เนื่องจากนางเบญจกายที่ถูกถ่ายทอดออกมาจะเป็นรูปลักษณ์ของนางยักษ์สาว ที่มีความสวยงาม และมีบทบาทสำคัญในบทละครรามเกียรติ์ โดยใช้วัสดุที่มีความกลมกลืนกับธรรมชาติให้มากที่สุด เพื่อที่จะทำให้ชิ้นงานมีความเป็นเอกลักษณ์ โดยการใช้งานใบตองเข้ามาเป็นส่วนช่วยในการประดิษฐ์ ใช้ของประดับตกแต่งเพื่อเพิ่มความสวยงาม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์นางเบญจกาย โดยจะใช้แนวคิดเรื่องอัตลักษณ์ (identity) เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษา ประกอบกับการวิเคราะห์การแต่งกายเข้ามาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ช่วยทำให้เข้าใจตัวละคร “นางเบญจกาย” ได้ชัดเจนขึ้น โดยใช้แนวคิดมาจากการผสมผสานดัดแปลงระหว่างเครื่องประดับและงานไทย จึงนำเทคนิคและรูปแบบการทำงานใบตอง การเย็บแบบ การมัดดอกข่า มาประดับเป็นโครงสร้างของเครื่องศิราภรณ์ในวรรณคดีไทย โดยชื่อชิ้นงานคือ “นางเบญจกาย” เครื่องประดับประกอบด้วยกระบังหน้า ที่ประดิษฐ์โดยการเย็บแบบเป็นหน้ายักษ์ และรัดเกล้าเปลว กนก ประดิษฐ์โดยการนำเย็บแบบใบตอง มาประกอบร่วมกัน ซึ่งผู้วิจัยมองเห็นว่าการนำงานประดิษฐ์ดอกไม้ไทยและงานใบตองมาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ประดับเป็นโครงสร้างของเครื่องศิราภรณ์เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการสืบสานงานไทยให้มีความสวยงามและทรงคุณค่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบเครื่องศิราภรณ์ที่ได้แรงบันดาลใจมากจาก “นางเบญจกาย” ในวรรณคดีไทย

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อการออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก “นางเบญจกาย”

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาเรื่อง การออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก “นางเบญจกาย” ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตดังนี้

1. ด้านเนื้อหา

1.1 ศึกษากระบวนการการออกแบบเครื่องศิราภรณ์

1.2 ศึกษาเทคนิคงานดอกไม้สดและใบตองประณีตศิลป์

1.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอัตลักษณ์และการแต่งกายของ นางเบญจกาย เพื่อใช้เป็นแรงบันดาลใจในการออกแบบ

1.4 สำรวจความพึงพอใจของการออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก “นางเบญจกาย”

2. ด้านการออกแบบ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกออกแบบเครื่องศิราภรณ์ซึ่งประกอบด้วย กระบังหน้านาง กรรเจียกจร และเกี้ยวยอด

3. ขอบเขตของกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องประดับและด้านงานดอกไม้ไทย จำนวน 5 ท่าน

3.2 นักศึกษาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 30 คน

ผลการวิจัย

ศึกษาข้อมูลและออกแบบเครื่องศิราภรณ์จำนวน 3 รูปแบบ คัดเลือกรูปแบบเพื่อนำไปสร้างสรรค์ผลงานเพียง 1 รูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งได้ผลการพิจารณาในการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงาน ผลการคัดเลือก พบว่า ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เลือกรูปแบบที่ 3 โดยให้เหตุผลว่า เนื่องจากรูปแบบมีลักษณะแตกต่างจากตัวละครนางเบญจกายมากที่สุด มีเอกลักษณ์ที่ชัดเจน และเมื่อนำมาสร้างสรรค์ผลงานจะแสดงให้ถึงเอกลักษณ์อย่างเด่นชัด โดยสัดส่วน องค์ประกอบหรือระยะการจัดวางตำแหน่งมีความเหมาะสม มีความสมดุล และสื่อถึงความเป็นไทยได้ชัดเจน



Fig. 1 The draft of the royal ornaments from expert selection (Format 3)



Fig. 2 The design of handicrafts from Thai flower technique

ผลวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยแสดงการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง

Table 1 General information of respondents (n = 3)

General Information	Number	Percent
Sex		
Female	25	83.00
Male	5	17.00
Education Level		
Year 1	7	23.00
Year 2	8	27.00
Year 3	8	27.00
Year 4	7	23.00

จาก Table 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 30 คน จำแนกตามตัวแปรได้ดังนี้ เพศ กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.00 เพศชาย จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 17.00 นักศึกษาระดับชั้นปีที่ 2 ระดับชั้นปีที่ 3 ระดับชั้นปีที่ 1 และระดับชั้นปีที่ 4 มีจำนวนใกล้เคียงกัน คือ จำนวน 8 คน และ 7 คน คิดเป็นร้อยละ 27.00 และคิดเป็นร้อยละ 23.00 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบเครื่องศิราภรณ์

Table 2 Satisfaction of respondents

Specification	$\bar{x}$	SD	Satisfaction Level
Innovative and interesting ideas	4.50	0.50	high level
Suitability of materials used in design	4.46	0.50	high level
The overall composition of the product	4.35	0.49	high level
Beauty	4.35	0.49	high level
Fineness in product creation	4.57	0.50	highest level
Total	**4.45**	**0.50**	**high level**

จาก Table 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อการออกแบบเครื่องศิราภรณ์ กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 30 คน จำแนกตามตัวแปรได้ดังนี้ ความละเอียด ประณีตในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 รองลงมา ด้านความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ด้านความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ด้านองค์ประกอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์และด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับคือ 4.35 ตามลำดับ ซึ่งโดยภาพรวมได้รับความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.45

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษา เรื่อง การออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก นางเบญจกาย ผู้วิจัยได้อภิปรายผลดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก นางเบญจกาย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องศิราภรณ์ จึงนำมาทำการออกแบบที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก นางเบญจกาย โดยนำเอาเอกลักษณ์ ลายเส้น และองค์ประกอบทางศิลปะ มาทำการออกแบบ ตามความสวยงามและความเหมาะสม จำนวน 3 รูปแบบว่ามีความเหมาะสมสำหรับการนำไปเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ได้จริง ซึ่งผลการคัดเลือกแบบร่างจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เลือกลวดลายที่ 3 โดยให้เหตุผลประกอบ คือ องค์ประกอบโดยรวมการจัดวางมีความเหมาะสม ดึงเอกลักษณ์ความเป็นไทยได้ชัดเจน และสามารถสื่อความหมายได้ตรงจุด ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณรัตน์ (2536) กล่าวว่า การออกแบบเครื่องประดับในปัจจุบันต่างจากการออกแบบเครื่องประดับ

ในอดีตทั้งในด้านรูปทรงและวัสดุที่นำมาใช้ การออกแบบในปัจจุบันเน้นความเรียบง่ายของรูปทรง มีรูปแบบที่สัมพันธ์กับวัสดุเน้นที่โครงสร้าง ใช้วัสดุที่แปลกใหม่มีประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายจากวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายต่อการออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก นางเบญจกาย เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมรายข้อของประเมิน พบว่า ด้านความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และน่าสนใจ กล่าวคือ รูปแบบผลิตภัณฑ์และเทคนิคที่นำมาใช้มีความทันสมัยและดูลงตัว ซึ่งสอดคล้องกับ ศิริพรณ์ (2550) กล่าวว่า การออกแบบ หมายถึง การสร้างสรรค์ผลงานสิ่งหนึ่งอย่างมีวัตถุประสงค์ การออกแบบเป็นการสร้างสรรค์ผลงานขึ้นโดยไม่ลอกเลียนของเดิมหรือความคิดเดิมที่มีมาก่อน เพื่อตอบสนองความต้องการทางด้านประโยชน์ใช้สอยหรือความต้องการด้านอื่นๆ ด้านความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ กล่าวคือ การเลือกวัสดุหลักที่ใช้ในการประดิษฐ์ มีความเหมาะสม โดดเด่นทำให้เครื่องศิราภรณ์มีความสวยงาม ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณรัตน์ (2556) กล่าวว่า การเลือกวัสดุมาใช้ทำเครื่องประดับ ถ้าคิดในด้านประโยชน์อย่างจริงจังแล้วเครื่องประดับให้ประโยชน์น้อย แต่มีประโยชน์โดยตรงด้านความสวยงามและความสุขทางใจแก่ผู้เป็นเจ้าของ ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้ส่วนใหญ่มักจะใช้สิ่งของที่มีความสวยงาม หรือมีราคาแพงเป็นสิ่งของที่มีอายุการใช้งานยาวนาน ด้านองค์ประกอบโดยรวมของชิ้นงาน กล่าวคือ โดยภาพรวมชิ้นงาน มีสัดส่วนและความสมดุลมีความสำคัญต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณรัตน์ (2556) กล่าวว่า ความสมดุลหมายถึงการจัดองค์ประกอบให้สัมพันธ์กัน มีน้ำหนัก หรือความสมดุลกลมกลืนไปด้วยกัน เพราะความสมดุลทำให้เกิดความสวยงาม ด้านความสวยงาม กล่าวคือ การนำมาออกแบบเครื่องประดับ มีความละเอียด ประณีต ความสวยงามของเครื่องประดับ และองค์ประกอบโดยรวม

สรุป

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ 83% เป็นเพศหญิง ศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 4 สาขา คหกรรมศาสตร์ เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามมีความสนใจและศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องประดับด้านความพึงพอใจในการออกแบบเครื่องศิราภรณ์จากเทคนิคงานดอกไม้ไทยที่ได้แรงบันดาลใจมาจาก นางเบญจกาย เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมแต่ละด้านพบว่า ความละเอียด ประณีตในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ ด้านความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ น่าสนใจ ด้านความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ ด้านองค์ประกอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ย 4.57, 4.50, 4.46, 4.35, 4.35 ตามลำดับ ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญที่สละเวลาในการตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องของ การออกแบบเครื่องศิราภรณ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และนำมาปรับใช้ในงานวิจัย นอกจากนี้ยังได้รับการช่วยเหลือจากคุณพิทักษ์ หังสาจะระ เจ้าของกิจการร้านดอกไม้ Flower Décor Studio ที่ให้คำปรึกษาในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนบุคคลต่าง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

นวลน้อย บุญวงศ์. 2542. หลักการออกแบบ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พรยุพรรณ พรสุขสวัสดิ์. 2547. ความหมายและความเป็นมาของใบตอง. https://sites.google.com/site/milknuchanok/ngan-bitxng, 3 พฤศจิกายน 2562.

วรรณรัตน์ ตั้งเจริญ. 2556. การออกแบบเครื่องประดับสมัยกรุงศรีอยุธยา. อีแอนด์ไอคิว, กรุงเทพฯ.

วัฒนะ จูฑะวิภาค. 2545. การออกแบบเครื่องประดับ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมนุษย์และการออกแบบขนาดสัดส่วนมนุษย์และการออกแบบสรีศาสตร์และการออกแบบ. โอ. เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

การใช้เทคโนโลยีการแปรรูปมะตูมแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย

Bael fruit (*Aegle marmelos*) processing with participatory technology of hearb processing Hua-had Group, Muang District, Nong Khai Province

สุพีระ วรแสน[a], นิศารัตน์ ทิพยดารา[a]*, ภูมิภัคดิ์ พิทักษ์เขื่อนขันธ์[b]

Supeera Worasaen[a], Nisarat Tippayadara[a]*, Poomipak Pitakkhuan-khan[b]

[a]คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย หนองคาย 43000

[b]สถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

[a]Faculty of Interdisciplinary Studies, Khon Kaen University, Nong Khai 43000, Thailand.

[b]Research for Social Development Institute, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: nisati@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การแปรรูปมะตูมอบแห้งของกลุ่มเกษตรกร มักประสบปัญหาในด้านประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ดังนั้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาให้กับเกษตรกร จึงได้ทำการวิจัยครั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องฝานแบบไม่อัตโนมัติและเครื่องอบมะตูมอบแห้งแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกร ด้วยวิธีการวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย จำนวน 45 คน ได้ดำเนินการศึกษาปัญหา การออกแบบและการจัดสร้างเทคโนโลยี การทดลอง การปรับปรุง ตลอดจนการวัดและประเมินผลแบบมีส่วนร่วม ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน จากการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าว พบว่า เครื่องฝานแบบไม่อัตโนมัติสามารถฝานมะตูมได้ ประมาณ 20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ความหนา 0.5–0.7 เซนติเมตรต่อชิ้น) ประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิมประมาณ 3 เท่า ลดการเกิดอุบัติเหตุจากใบมีดบาด และความเมื่อยล้าได้ ส่วนตู้อบสามารถอบมะตูมสดที่ฝานแล้วได้ประมาณ 200 กิโลกรัมต่อครั้ง นาน 48–72 ชั่วโมง อบที่อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ (60–70°C) สามารถลดเวลาการทำให้แห้งได้ 2 เท่าของการตากแดด อีกทั้งยังพบว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจและยอมรับการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวทั้งด้านความสะดวกในการใช้งาน ประสิทธิภาพ และการซ่อมบำรุง ถึงร้อยละ 86

คำสำคัญ: การพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วม, กลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด, จังหวัดหนองคาย, มะตูม

Abstract

The processing for dried bael fruit of farmer often problems from the efficiency of the technology used in production, resulting in higher production costs. Therefore, to help solve this problem for farmers, this research was conducted to develop the efficiency of the non-automatic slicer and the oven of the farmers group. Using Participatory Technology Development research method of Herbs of Hua-had Group, Muang District, Nong Khai Province, 45 farmers. Six months for a study problem, design and construction of experimental technology, improvement, participatory measurement and evaluation. The result showed that the non-automatic slicer can slice about 20 kilograms per hour. (Thickness approximately 0.5–0.7 cm. per piece), the efficiency of slicing is improved approximately 3 times and reducing the incidents of cut blades from slicing. As for the oven, about 200 kilograms of fresh bael fruit can be dried per time for 48–72 hours and dried at a relatively stable temperature (60–70°C) can reduce the drying time by twice that the sun dry. It also found that 86% of the farmers were satisfied and accepted the use of technology in terms of ease of use, efficiency and maintenance.

Keywords: bael fruit, Hearb Processing Hua-had Group, Nong Khai Province, participatory technology development

คำนำ

มะตูม (bael fruit) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aegle marmelos* (L.) Correa พบได้ทุกภาคของประเทศไทยตามป่าเบญจพรรณและป่าแล้งทั่วไป ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 50–700 เมตร มะตูมเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ผลัดใบ สูง 10–15 เมตร เรือนยอดรูปไข่ เปลือกต้นสีเทาเรียบหรือแตกเป็นร่องตื้นๆตามยาว เนื้อไม้แข็ง มีสีขาวแกมเหลือง และมีกลิ่นหอม โคนต้นและกิ่งก้านมีหนามแหลม ยาว แข็ง ออกเดี่ยวหรือเป็นคู่ตามกิ่ง ผลมะตูมมีลักษณะรูปรีกลมหรือรียาว ขนาดกว้าง 8–10 เซนติเมตร ยาวประมาณ 12–18 เซนติเมตร ผิวเรียบเกลี้ยง เปลือกหนา แข็งมาก ไม่แตก ผลอ่อนมีสีเขียวพอสุกมีสีเหลือง เนื้อผลมีสีเหลือง นิ่ม มีกลิ่นหอม และมีเนื้อเยื่อสีส้มที่มียางเหนียวๆ ภายในมี 8–15 ช่อง เมล็ดมีสีน้ำตาลอ่อนจำนวนมาก มียางใสเหนียวหุ้มเมล็ดอยู่ เมล็ดรูปรีๆ และแบน มีเส้นขนหนาแน่นปกคลุม ออกดอกระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม และติดผลระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ด้วยเหตุที่มะตูมหาได้ง่ายในท้องถิ่นจึงได้มีการนำผลมะตูมดิบมาแปรรูปในหลายรูปแบบ เช่น น้ำมะตูม มะตูมเชื่อม และมะตูมผง ซึ่งสรรพคุณทางยาในตำรับยาไทยของมะตูมดิบแห้งชงน้ำดื่มแก้ท้องเสีย แก้บิด มะตูมผลอ่อนรสฝาดร้อนปร่าขื่น บดเป็นผง ต้มกินแก้ธาตุพิการ แก้ท้องเสีย แก้บิด แก้โรคกระเพาะอาหาร ทำให้เจริญอาหาร ขับลม บำรุงกำลัง ส่วนมะตูมผลแก่ รสฝาดหวาน ต้มดื่มแก้เสมหะและลม บำรุงไฟธาตุ ช่วยย่อยอาหาร (มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2563) และยังพบวิตามินซี (ascorbic acid) ในปริมาณสูงถึง 66 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม (ศิริพร, 2561)

จากการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรที่ทำการแปรรูปมะตูมบ้านหัวหาด ตำบลบ้านเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย สมาชิกในกลุ่มฯ เป็นคนในพื้นที่บ้านหัวหาด ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลักคือ การทำนา หลังฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิตมีการประกอบอาชีพเสริม เช่น รับจ้าง ปลูกผัก แปรรูปสมุนไพร คือ การทำมะตูมแห้ง ได้ดำเนินการผลิตมามากกว่า 10 ปี เพื่อส่งจำหน่ายให้แก่พ่อค้าทั้งในจังหวัดและต่างจังหวัด มะตูมแห้งที่แปรรูปได้นี้ไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้าเนื่องจากกลุ่มเกษตรกรบ้านหัวหาดใช้วิธีการแบบดั้งเดิม คือ ในการเตรียมวัตถุดิบใช้มีดฝานลูกมะตูมด้วยมือ ซึ่งลักษณะรูปร่างของมะตูมและความแข็งของผิวทำให้มีความล่าช้าในการฝาน เป็นแว่นในขั้นตอนนี้มักทำให้เกิดอุบัติเหตุจากใบมีดขณะทำงาน และการทำแห้งจะวางมะตูมที่ฝานแล้วไว้กลางแดด ใช้เวลาในการทำแห้งค่อนข้างนาน (ประมาณ 4–5 วัน) ดังนั้นกลุ่มเกษตรกรจึงอยากให้ช่วยแก้ปัญหาในขั้นตอนกระบวนการผลิต ลดระยะเวลาในการทำแห้ง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ด้วยเหตุนี้การใช้แนวคิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมีส่วนร่วม (Participatory Technology Development: PTD) ที่มีกระบวนการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการในท้องถิ่น โดยคาดหวังว่าจะสามารถนำมาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคายได้

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องฝานแบบไม่อัตโนมัติและเครื่องอบมะตูมอบแห้งแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยทำการศึกษาจากการการสัมภาษณ์เชิงลึก สนทนากลุ่ม และการสังเกตแบบมีส่วนร่วม โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มกลุ่มเกษตรกรในตำบลเทศบาลบ้านเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย คือ กลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย มีการแบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 25 คน และมีการบริหารจัดการโดยอิสระภายในแต่ละกลุ่ม ดังนั้นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ มีจำนวน 45 คน โดยเลือกจาก 1) คณะทำงานบริหารการดำเนินการของกลุ่ม โดยเลือกจากตัวแทนจากคณะกรรมการที่บริหารงานในกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน (คิดเป็น 9 คน), 2) ผู้นำชุมชนที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ จำนวน 3 คน, 3) กลุ่มปราชญ์ชาวบ้าน และผู้อาวุโสในชุมชน จำนวน 1 คน, 4) ตัวแทนจากหน่วยงานภาครัฐ คือ เทศบาลตำบลบ้านเดื่อ อำเภอเมือง จังหัดหนองคาย จำนวน 2 คน และ 5) สมาชิกในกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย กลุ่มละ 10 คน (คิดเป็น 30 คน) ดำเนินการเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน (มิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2563)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การวิจัยแบบการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วม (Participatory Technology Development: PTD) โดยทำการศึกษาจากการการสัมภาษณ์เชิงลึก สนทนากลุ่ม และการสังเกตแบบมีส่วนร่วม ซึ่งมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การศึกษาปัญหา ใช้ระยะเวลา 2 เดือน (มิถุนายนถึงกรกฎาคม 2563) ดำเนินการดังนี้

1.1 การจัดประชุมชี้แจงทำความเข้าใจร่วมกัน ระหว่างวิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาโจทย์วิจัยร่วมกับกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด ซึ่งประกอบด้วย คณะทำงานบริหารการดำเนินการของกลุ่ม ผู้นำชุมชน ปราชญ์ชาวบ้าน ตัวแทนจากหน่วยงานภาครัฐ และสมาชิกของกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด

1.2 การจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ครั้งที่ 1 ในหัวข้อ “เทคโนโลยีขนาดเล็กสำหรับการหั่น ฝาน ผลผลิตทางการเกษตร” เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเตรียมวัตถุดิบ คือ การฝานมะตูม ในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และปัญหาที่เกิดขึ้น

1.3 การจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ครั้งที่ 2 ในหัวข้อ “เทคโนโลยีการทำแห้งด้วยพลังงานความร้อน” เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการทำมะตูมให้แห้ง เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ รวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบ

2. การออกแบบและการจัดสร้างเทคโนโลยี ใช้ระยะเวลา 1 เดือน (สิงหาคม 2563) ดำเนินการดังนี้

2.1 การระดมความคิดเห็นร่วมกับกลุ่มเกษตรกรเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องฝาน และตู้อบมะตูม โดยเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีในท้องถิ่น หรือมีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด

3. การทดลอง การปรับปรุงเทคโนโลยี ตลอดจนการวัดและประเมินผลแบบมีส่วนร่วม ใช้ระยะเวลา 3 เดือน (กันยายนถึงกพฤศจิกายน 2563) ดำเนินการดังนี้

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพและการทำงานของเครื่องฝาน และตู้อบมะตูม แล้วปรับปรุงจุดบกพร่องที่พบจากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน และศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้งานและการซ่อมบำรุงเครื่องฝาน และตู้อบมะตูมหลังการปรับปรุง ความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมพัฒนาเทคโนโลยี จะใช้คำถาม 6 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องฝาน และตู้อบมะตูม ซึ่งจะให้คะแนนความพึงพอใจ 5 ระดับ (5-พอใจมาก, 4-พอใจ, 3-พอใจปานกลาง, 2-ไม่พอใจ และ 1-ไม่พอใจมาก)

3.2 จัดเวทีสรุปองค์ความรู้ “การแปรรูปมะตูมแห้ง” เพื่อรวบรวมและเรียบเรียงแนวทางปฏิบัติทั้งหมดที่ได้มาจากการปฏิบัติและประสบการณ์ของเกษตรกร และเพื่อใช้กำหนดทิศทางการทำงานอย่างต่อเนื่องในอนาคต และผลักดันผลิตภัณฑ์ให้เข้าสู่ OTOP ที่ได้มาตรฐานในระดับจังหวัดต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้เป็นการประมวลข้อมูลในแต่ละกิจกรรม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเชิงบรรยาย (descriptive analysis)

ผลการศึกษา

จากขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องฝานแบบไม่อัตโนมัติและเครื่องอบมะตูมอบแห้งแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกร ใช้วิธีการวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย จำนวน 45 คน มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. สภาพปัญหา

จากการจัดประชุมทีมวิจัยร่วมกับกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในการแปรรูปที่ต้องการการสนับสนุนได้แก่ 1) ลักษณะรูปร่างของมะตูมและความแข็งของผิวทำให้มีความล่าช้าในการฝานเป็นแว่น 2) ระยะเวลาในการทำให้มะตูมแห้งนานเกินไป และ 3) การปรับรูปแบบการผลิตเพื่อให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข

การจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เรื่อง “เทคโนโลยีขนาดเล็กสำหรับการหั่น ฝาน ผลผลิตทางการเกษตร” เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเตรียมวัตถุดิบ ซึ่งการฝาน หรือการสไลด์ (slicing) หมายถึงการหั่นเป็นแผ่นบางๆ เป็นการลดขนาด (size reduction) ด้วยมีด และมีดที่ใช้ฝานวัตถุดิบนั่นจะต้องไม่ทำให้เซลล์ของวัตถุดิบถูกกดทับและแตก และอาหารที่ถูกฝานอย่างประณีตภาพลักษณ์ที่ออกมาก็จะสวยงามและน่ารับประทานด้วย จะเห็นได้ว่ามีดมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการฝานวัตถุดิบนี้ ซึ่งมีดสำหรับการทำครัวมีหลายชนิด โดยแบ่งตามประเภทของการใช้งาน เช่น มีดปังตอสำหรับสับกระดูก (Cleaver) มีดสำหรับแล่ปลา (Fillet knife) มีดสำหรับเลาะกระดูก (Boning knife) และมีดหั่นขนมปัง (Bread knife) เป็นต้น การเลือกมีดที่ดีคือมีน้ำหนักและขนาดเหมาะมือจะช่วยให้การฝานของเราง่ายขึ้น แต่ว่ามีดที่มีเนื้อดีคุณภาพสูงราคาก็จะสูงตามไปด้วย และในปัจจุบันก็มีเครื่องหั่นฝาน ออกมาหลากหลายรูปแบบตามการใช้งาน ซึ่งทางกลุ่มเกษตรกรมีความเห็นพ้องต้องกันว่า ทางกลุ่มอยากได้เครื่องมือที่ไม่ต้องลงทุนมาก สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก และคนในกลุ่มสามารถหาหรือมีได้โดยไม่ได้รับความเดือดร้อนมากนัก ซึ่งกลุ่มก็ได้เสนอแนวคิดเครื่องฝานจากการใช้มีดฝานในรูปแบบเดิมจากมีดตัดหมากหรือมีดสนากที่พบเห็นได้ทั่วไปในท้องถิ่นมาเป็นต้นแบบในการแก้ปัญหาการฝานมะตูม

การจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่อง “เทคโนโลยีการทำแห้งด้วยพลังงานความร้อน” เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการทำมะตูมให้แห้ง การอบแห้งหรือการทำแห้ง (Drying หรือ Dehydration) จัดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปรรูป หรือใช้ในการถนอมอาหารมาเป็นเวลานาน เนื่องจากมนุษย์ต้องการเก็บอาหารที่หามาได้เอาไว้รับประทานในช่วงที่อาหารขาดแคลนหรือช่วงนอกฤดูเก็บเกี่ยว วิธีง่ายที่สุด คือ การตากแห้ง วัตถุประสงค์ในการทำให้แห้งคือเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาซึ่งเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิดทำให้อาหารปลอดภัย อีกทั้งการทำแห้งยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์หรือชะลอปฏิกิริยาต่างๆ ซึ่งมีน้ำเป็นส่วน

ร่วมที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสียได้ เมื่อทำให้อาหารแห้งแล้วจะทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง การบริโภค หรือการนำไปเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปต่อเนื่องด้วยวิธีอื่นๆ ซึ่งจะเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกแก่ผู้บริโภคมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่ากระบวนการอบแห้งอาหารเกี่ยวข้องกับทั้งการถ่ายเทมวลและการถ่ายเทความร้อน มวลที่ถ่ายเทระหว่างการทำแห้งอาหารส่วนใหญ่คือน้ำที่มีอยู่ในอาหาร ระหว่างการอบแห้ง อาหารจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ขึ้นมากมาย ทั้งที่ต้องการและที่ไม่ต้องการ การทำแห้งอาหารที่มีประสิทธิภาพสูง ต้องคำนึงถึงคุณภาพของอาหารที่ได้หลังจากการทำแห้ง คุณค่าทางโภชนาการ สี กลิ่น รส รสชาติ เนื้อสัมผัส รูปทรง ทั้งยังต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน มีการนำพลังงานกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกด้วย วิธีการทำแห้งได้แก่ ตู้อบแห้ง (cabinet drier) เครื่องอบแห้งแบบสายพาน (belt drier) เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum drier) เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ (solar drier) และการทำแห้งแบบโฟม (foam mat drying) ซึ่งแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนที่ใช้มี 3 แหล่ง คือ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานจากถ่าน แต่เดิมการทำมะตูมแห้งจะใช้วิธีการตากแดด ปัญหาที่พบคือ แห้งช้า มีการปนเปื้อนของฝุ่นและละอองสิ่งสกปรกจากอากาศได้ง่าย และอยากจะให้มีระบบการผลิตที่ได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดไว้ จากเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้นี้ได้ข้อสรุปเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกลุ่มคือ การใช้พลังงานความร้อนจากถ่านมาทำให้แห้งโดยใช้องค์ความรู้เรื่องการทำเตาอบด้วยดินซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นมาปรับใช้ และมีการสร้างตะแกรงตากที่มีความจำเพาะกับเตาอบ โดยทางกลุ่มมีความคาดหวังว่าเครื่องมือนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการทำมะตูมแห้งได้ และมีค่าใช้จ่ายในการสร้างต่ำ ซึ่งวัสดุที่ใช้สามารถหาได้ง่ายในพื้นที่

2. การออกแบบและการจัดสร้างเทคโนโลยี

ในการระดมความคิดเห็นร่วมกับกลุ่มเกษตรกรเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องฝาน และตู้อบมะตูม พบว่าเครื่องฝานมะตูมแบบเดิมจะใช้มีดฝานด้วยมือ จึงพัฒนาเครื่องฝานมะตูมแบบไม่อัตโนมัติ (non-automatic slicer) จากรูปลักษณ์มีดหนีบหมากหรือมีดสนาคที่ผู้สูงอายุนิยมใช้สำหรับตัดหมาก และบางคนนิยมใช้ในการประกอบพิธีมงคลต่างๆ ตามความเชื่อ ตัวมีดและด้ามจับทำจากเหล็กใบเลื่อยความยาวของตัวมีด 40 เซนติเมตร และด้ามจับมีความยาว 30 เซนติเมตร ใบมีดสามารถลับคมได้ มีความแข็งแรง ทนทาน ขนาดกะทัดรัด สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และมีประสิทธิภาพสูง (Fig. 1) ตู้อบมะตูมใช้แนวคิดจากเตาอบโบราณที่ใช้ถ่านในการให้ความร้อน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100 เซนติเมตร และมีการทำตะแกรงตากมะตูมที่ฝานที่ใช้กับเตาอบนี้ เพื่อให้ความร้อนจากตู้อบแผ่กระจายไปทั่ววัตถุดิบ (Fig. 2 and Fig. 3)

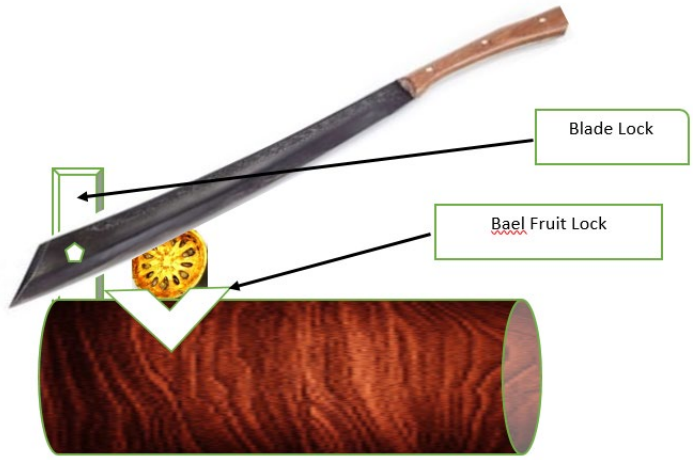
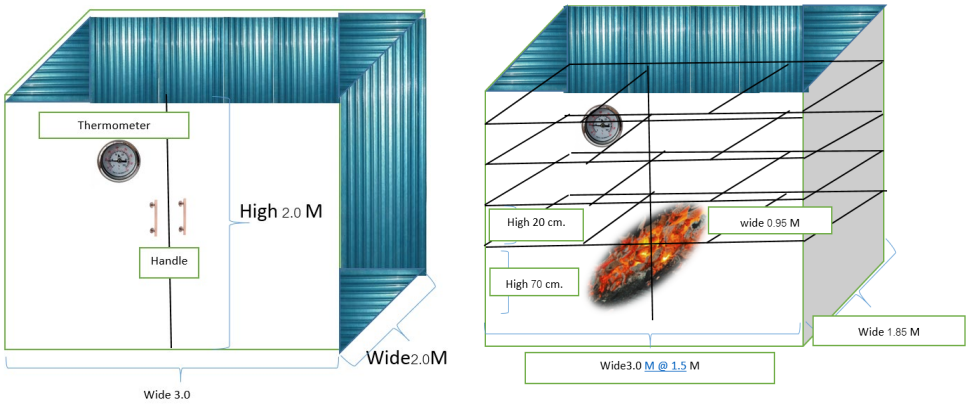


Fig. 1 Non-automatic slicer



(a) (b)

Fig. 2 Oven (a): external structure; (b): internal structure)

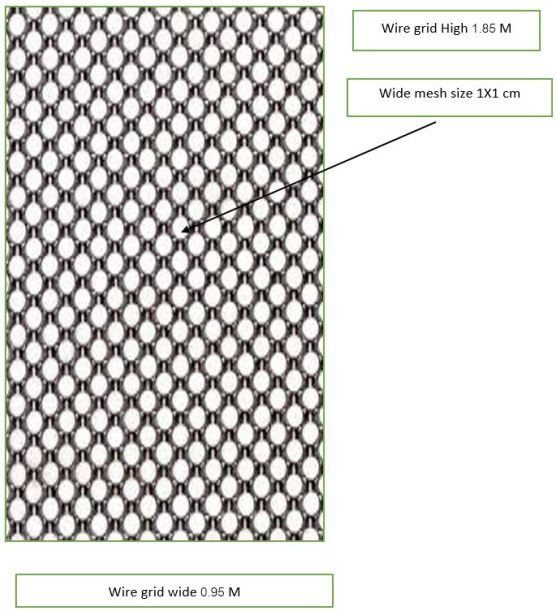


Fig. 3 Specific rack for oven

3. การทดลอง การปรับปรุงเทคโนโลยี ตลอดจนการวัดและประเมินผลแบบมีส่วนร่วม

การทดสอบประสิทธิภาพและการทำงานของเครื่องฝาน และตู้อบมะตูม พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องฝานมะตูมสามารถฝานมะตูมได้ ประมาณ 20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขนาดของชิ้นมีความหนาประมาณ 0.5–0.7 เซนติเมตร ประสิทธิภาพการฝานดีขึ้นกว่าเดิมประมาณ 3 เท่า ลดการเกิดอุบัติเหตุจากใบมีดบาดจากการฝาน และความเมื่อยล้าได้ ส่วนประสิทธิภาพการทำงานของตู้อบที่ใช้ตะแกรงตากที่ได้รับการพัฒนาแล้ว อุณหภูมิที่ใช้อบจะอยู่ที่ประมาณ 60–70°C ซึ่งค่อนข้างคงที่ สามารถอบมะตูมสดที่ฝานแล้วได้ประมาณ 200 กิโลกรัม นาน 48–72 ชั่วโมง ลดระยะเวลาการทำให้แห้งได้ 2 เท่าของการตากด้วยแดดในสภาพธรรมชาติ

จากเวทีสรุปองค์ความรู้ “การแปรรูปมะตูมแห้ง” พบว่า การจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้การแปรรูปมะตูมแห้งของกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคายโดยวิธีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมีส่วนร่วม ทั้ง 5 กิจกรรม การแปรรูปมะตูมแห้งจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการเตรียมวัตถุดิบเพื่อปรับเปลี่ยนวิธีปฏิบัติงาน เนื่องจากวิธีการปฏิบัติงานมีผลโดยตรงกับขั้นตอนการฝานมะตูม ซึ่งจะใช้เวลาในการทำงานมาก ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อช่วยลดระยะเวลาการทำงาน มีความปลอดภัยกับผู้ทำงาน และลดความเมื่อยล้าได้ ซึ่งทางกลุ่มมีความต้องการอย่างชัดเจนว่าไม่ต้องการใช้เครื่องมือแบบอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติ ด้วยเหตุผลที่ว่ามะตูมไม่สามารถผลิตได้ทั้งปี มีรอบการผลิตได้เพียง 3–4 เดือนต่อปี เท่านั้น และทางกลุ่มต้องการให้สมาชิกได้ดำเนินการร่วมกันอย่างทั่วถึง เพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างความสามัคคีและความเข้มแข็งของกลุ่มในทางอ้อม ส่วนแปรรูปมะตูมโดยการทำให้แห้งจะต้องมีความรู้ความเข้าใจว่าการอบแห้งเป็นวิธีลดความชื้นที่มีอยู่ในวัตถุดิบ โดยทั่วไปใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางในการอบแห้งวัตถุดิบ โดยการถ่ายเทความร้อนจากอากาศไปยังวัตถุดิบ และการถ่ายเทมวลจากวัตถุดิบไปยังอากาศ ซึ่งการถ่ายเททั้งสองลักษณะจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน ซึ่งความร้อนส่วนใหญ่ถูกใช้ในการระเหยน้ำออกจากผิววัตถุดิบ วิธีการทำแห้งแต่เดิมของกลุ่มจะใช้การตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ซึ่งหลักสำคัญในการพัฒนาเครื่องอบแห้งมะตูมของทางกลุ่มคือจะต้องสามารถลดระยะเวลาการอบแห้ง สามารถใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น เป็นเครื่องที่ให้พลังงานความร้อนน้อย แต่ให้ผลผลิตสูงเพื่อลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งเตาอบโดยใช้ถ่านจึงสามารถตอบโจทย์ได้ดี และยังสอดคล้องกับหลักสุขาภิบาล และกฎหมายด้านอาหารของกระทรวงสาธารณสุขด้วย

สำหรับการวัดและประเมินผลแบบมีส่วนร่วมโดยใช้แบบวัดความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เครื่องฝานแบบไม่อัตโนมัติและเครื่องอบมะตูมอบแห้ง พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน มีความพึงพอใจในการใช้เครื่องฝานแบบไม่อัตโนมัติและเครื่องอบมะตูมอบแห้งโดยเฉลี่ยร้อยละ 86 ดังแสดงตาม Table 1 และจากการสังเกตยังพบอีกว่ากลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคายมีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมทุกกิจกรรม ตลอดการดำเนินกิจกรรมไม่เกิดความขัดแย้งทางความคิดเห็นที่รุนแรงต่อความสามัคคี และการร่วมมือกันปฏิบัติงาน

Table 1 Study participants' satisfaction towards the non-automatic slicer and oven

Variable	Percentage of satisfaction	
	Non-automatic slicer	Oven
1. The machine is easy to use.	86.7	88.0
2. The machine is safe to use.	85.3	84.0
3. Able to work according to objectives and efficiently.	85.8	87.6
4. The structure is strong, beautiful and innovative.	81.3	80.4
5. Can be used to pursue a career.	93.3	94.7
6. Maintenance is easy / do it yourself.	85.8	83.1
Mean overall	86.4	86.3

วิจารณ์ผลการศึกษา

การพัฒนาเทคโนโลยีการฝานมะตูมที่ได้นำเอาองค์ความรู้ท้องถิ่นมาปรับให้เกิดเครื่องมือฝานมะตูมนี้สามารถลดระยะเวลาการทำงาน และลดอันตรายที่เกิดกับผู้ปฏิบัติงานได้ ซึ่งเครื่องมือที่ได้จะแรงงานคนในการหั่น ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องดีกว่าการฝานมะตูมในช่วงก่อนการพัฒนาเครื่องมือ วัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องฝานนี้จะต้องดีกว่ารูปแบบการใช้เดิม และต้องเป็นที่ยอมรับของกลุ่มเกษตรกรเป็นสำคัญ สอดคล้องกับ จีรวัฒน์ และคณะ (2557) ศึกษาการออกแบบและการสร้างเครื่องหั่นใบยาสูบร่วมกับกลุ่มเกษตรกรบ้านเก้าตื้อ อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง พบว่า เครื่องหั่นใบยาสูบที่ได้ร่วมกันออกแบบกับกลุ่มเกษตรกรสามารถทำการหั่นใบยาสูบได้มากกว่าการหั่นใบยาสูบด้วยคน

การพัฒนาเครื่องอบแห้งเป็นนการนำแนวคิดเตาอบดินที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นมาปรับใช้และใช้พลังงานความร้อนจากถ่านซึ่งหาได้ง่ายในท้องถิ่น ในการพัฒนาเครื่องอบแห้งกลุ่มสมุนไพรนี้มีการใช้พลังงานความร้อนที่ให้กับเครื่องอบมาจากหลายแหล่ง ซึ่งวัตถุประสงค์หลักส่วนใหญ่ในการหาพลังงานที่เหมาะสมมาใช้เพื่อคงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ให้ได้มากที่สุด และลดการสิ้นเปลืองพลังงานในการอบ สอดคล้องกับสุภวรรณ และคณะ (2556) ได้ศึกษาการอบแห้งใบเตยและตะไคร้เพื่อผลิตเป็นชาชงสมุนไพรด้วยแหล่งพลังงานความร้อนหลายรูปแบบ พบว่า อัตราการอบแห้งของทั้งใบเตยและตะไคร้จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น และระยะเวลาการอบแห้งสั้นลง เมื่อพิจารณาความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งสั้นลง

กระบวนการวิจัยแบบการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมเป็นกลไกที่สามารถสร้างองค์ความรู้ที่สำคัญในการพัฒนากระบวนการแปรรูปผลผลิตร่วมกับกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย เป็นอีกบทเรียนหนึ่งที่กระบวนการมีส่วนร่วม (Participation) เป็นกระบวนการที่สนับสนุนให้เกิดปฏิสัมพันธ์ของผู้เกี่ยวข้องหรือผู้มีส่วนได้ ส่วนเสียกับการดำเนินการ ซึ่งการมีปฏิสัมพันธ์นั้นได้ นำไปสู่การแลกเปลี่ยนและสร้างความเข้าใจร่วมกันของ ผู้เกี่ยวข้อง (Bouneaw, 2007) ทางด้านจิตใจ และอารมณ์ (Mental and Emotional Involvement) ของบุคคลในสถานการณ์กลุ่ม (Group Situation) ผลของการเกี่ยวข้องดังกล่าวเป็นการกระตุ้นให้มีการกระทำการใดๆ จนบรรลุ จุดมุ่งหมายของกลุ่ม ด้วยความรู้สึกรับผิดชอบร่วมกันกับกลุ่ม (Keith, 1972) ซึ่งการที่

จะนำเทคโนโลยีเข้ามาภายในกลุ่มจะต้องเป็นเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสม กลุ่มยอมรับที่จะใช้หรือพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อนำมาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของกลุ่ม ในการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปมะตูมแห้งร่วมกันนี้มีส่วนช่วยส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การมีส่วนร่วม การแสดงความคิดเห็น และเกิดการพัฒนาจากองค์ความรู้เดิมนำไปสู่ผลลัพธ์การปฏิบัติที่เห็นเป็นอย่างรูปธรรม (Atchariyamontree, 2017) อีกทั้งยังส่งผลต่อความสามัคคีของกลุ่ม และทิศทางการพัฒนาของกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาดในอนาคตต่อไป

สรุป

การวิจัยแบบการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้านหัวหาด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย มีการยอมรับและใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งเครื่องฝานมะตูมที่พัฒนาแล้วจะสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบเดิมถึง 3 เท่า ทำให้ลดการเกิดอุบัติเหตุจากใบมีดบาดจากการฝาน และความเมื่อยล้าได้ ส่วนตู้อบสามารถอบมะตูมสดที่ฝานแล้วได้ประมาณ 200 กิโลกรัม นาน 48–72 ชั่วโมง ลดระยะเวลาการทำให้แห้งได้ 2 เท่าของการตากด้วยแดดในสภาพธรรมชาติ เกษตรกรมีความพึงพอใจและยอมรับการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวทั้งด้านความสะดวกในการใช้งาน ประสิทธิภาพ และการซ่อมบำรุง ถึงร้อยละ 86 ได้ดำเนินการในการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนรร่วมเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน (มิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2563)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย ที่ให้ทุนในการดำเนินงาน คณะสหวิทยาการสนับสนุนการดำเนินงาน และองค์การบริหารส่วนตำบลเทศบาลบ้านเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ที่ช่วยประสานงานและข้อมูลเชิงพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

จีรวัฒน์ รสกลิ่นกันทา, ต้อม เครือเนตร, อาณัติ เตรียมแรง, พงศกร สุรินทร์. 2557. การออกแบบและสร้างหั่นใบยาสูบ. ใน: รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2563. ฐานข้อมูลสมุนไพรคณะเภสัชศาสตร์. http://www.phargarden.com/main.php?action=viewpage&pid=262, 24 ธันวาคม 2563.

ศิริพร สอนสมบูรณ์สุข. 2561. การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะตูมผงสำเร็จรูปด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสุรนารี.

สุภวรรณ ฏิรวณิชย์กุล, จุฑารัตน์ ทะสะระ, จุไรรัตน์ สุริยงค์, ปิยาภรณ์ ปานกำเนิด, ยุทธนา ฏิระณิชย์ กุล. 2556. การอบแห้งใบเตยและตะไคร้เพื่อผลิตเป็นชาชงสมุนไพรด้วยแหล่งพลังงานความ ร้อนหลายรูปแบบ. ใน: ประชุมวิชาการวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6 ประจำปี 2556, ประจวบคีรีขันธ์.

Atchariyamontree, A. 2017. Participatory action research and demonstration field for production of pesticidesfree local vegetables of Cho Lae Community, Mae Taeng District, Chiang Mai. Journal of Community Development and Life Quality 5: 118–128.

Bouneaw, J. 2007. The participatio in research for locally. Chiang Mai University. Chiang Mai, Thailand.

Keith, D.D. 1972. Human behavior at work human relations and organization behavior. New Planner. 35: 216–224.

คณะกรรมการฝ่ายวิชาการ

1. รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและวิจัย	ที่ปรึกษา
2. รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ	ที่ปรึกษา
3. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ที่ปรึกษา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์	ประธานกรรมการ
5. รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	รองประธานกรรมการ
6. นางสาวพิชชาอรฐ์ สิริชีวเกษร	กรรมการและเลขานุการ
7. นางสาวทิสยา ทิศเสถียร	ผู้ช่วยเลขานุการ
8. นางสาวกัญญารัตน์ สุวรรณทีป	ผู้ช่วยเลขานุการ
9. นางสาวพัชราภา รัตนวิญญูภิรมย์	ผู้ช่วยเลขานุการ

10. กรรมการหมวดวิชาการเกษตรศาสตร์

10.1 สาขาพืช

1. คณบดีคณะเกษตร	ที่ปรึกษา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะ กิตติภาดากุล	ประธานกรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์	รองประธานกรรมการ
4. รองศาสตราจารย์ธานี ศรีวงศ์ชัย	กรรมการ
5. รองศาสตราจารย์ธิดา เดชฮวบ	กรรมการ
6. รองศาสตราจารย์เฉลิมพล ภูมิไชย์	กรรมการ
7. รองศาสตราจารย์อรอุมา เพียซ้าย	กรรมการ
8. รองศาสตราจารย์เสาวนุช ถาวรพฤกษ์	กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์	กรรมการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เจนจิรา ชุมภูคำ	กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัศไนย จารุวัฒนพันธ์	กรรมการ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เบญญา มะโนชัย	กรรมการ
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปริยานุช จุลกะ	กรรมการ
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิจิตรา แก้วสอน	กรรมการ
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัณณ์ชญาน์ มงคลชัยพฤกษ์	กรรมการ
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนพล ไชยแสน	กรรมการ
17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุจินต์ เจนวีรวัฒน์	กรรมการ

18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทรงยศ โชติชุติมา	กรรมการ
19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิติพงษ์ โตบันลือภพ	กรรมการ
20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปาริชาติ พรมโชติ	กรรมการ
21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล	กรรมการ
22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เนตรนภิส เขียวขำ	กรรมการ
23. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนงค์นุช สาสนรักกิจ	กรรมการ
24. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัศเลข รัตนวรรณี	กรรมการ
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพชรดา ปินใจ	กรรมการ
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม	กรรมการ
27. ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชฎาวรรณ เงินกลั่น	กรรมการ
28. นางสาวกาญจนา บุญเรือง	กรรมการ
29. นางสาวจรีรัตน์ ฉันทวุฒิพร	กรรมการ
30. นางสาวจุติภรณ์ ทัสสกุลพนิช	กรรมการ
31. นายวีรชัย มัธยัสถ์ถาวร	กรรมการ
32. นางสาวอรุณี วงษ์แก้ว	กรรมการ
33. นางสาววรรณสิริ วรรณรัตน์	กรรมการ
34. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัศจี คงศีล	กรรมการและเลขานุการ
35. นางสาวชิดชนก ประกอบ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

10.2 สาขาสัตว์

1. คณบดีคณะเกษตร	ที่ปรึกษา
2. นายกสมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย	ที่ปรึกษา
3. รองศาสตราจารย์พรรณวดี โสพรรณรัตน์	ประธานกรรมการ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สโรช แก้วมณี	รองประธานกรรมการ
5. ศาสตราจารย์ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์	กรรมการ
6. รองศาสตราจารย์ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ	กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จำเริญ เที่ยงธรรม	กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี	กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัจฉรา ขยัน	กรรมการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิริยา ลุ้งใหญ่	กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวิทย์ เป่ยคำภา	กรรมการ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ธร คงมั่น	กรรมการ

13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกพร พ่วงพงษ์	กรรมการ
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาญวิทย์ แก้วตาปี	กรรมการ
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชาว์วิทย์ ระฆังทอง	กรรมการ
16. นายดนัย จัตวา	กรรมการ
17. นางสาวพนัดดา บึงศรีสวัสดิ์	กรรมการ
18. นายสมบัติ ประสงค์สุข	กรรมการ
19. นางสาวอัญชลี บวดขุนทด	กรรมการ
20. นางสาวสุภาพร ย้อนโคกสูง	กรรมการ
21. นางสาวนิภารัตน์ โคตะนนท์	กรรมการ
22. นางสาว ก.ทีปลักษณ์ ระงับเหตุ	กรรมการและเลขานุการ
23. นางสาววัชราภรณ์ ศรีพลน้อย	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

10.3 สาขาประมง

1. คณบดีคณะประมง	ที่ปรึกษา
2. ศาสตราจารย์อุทัยรัตน์ ณ นคร	ที่ปรึกษา
3. รองคณบดีฝ่ายวิจัย คณะประมง	ประธานกรรมการ
4. หัวหน้าศูนย์บริหารงานวิจัยและสนับสนุนวิชาการ	กรรมการ
5. รองศาสตราจารย์วราห์ เทพาหุดี	กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เมธี แก้วเนิน	กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ ไตรศักดิ์	กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชญา มุสิกสินธร	กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัฒนพล ขยันสำรวจ	กรรมการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กังสดาลย์ บุญปราบ	กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุกรณ์ บุตรสันติ์	กรรมการ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาย วรชนะนันท์	กรรมการ
13. นายประพันธ์ศักดิ์ ศิรษะภูมิ	กรรมการ
14. นายถิรวัฒน์ รายรัตน์	กรรมการ
15. นายวชิระ ใจงาม	กรรมการ
16. นายธนัสพงษ์ โภควนิช	กรรมการและเลขานุการ
17. นางสาวกาญจนา ทองเครือ	ผู้ช่วยเลขานุการ
18. นางศุภินทรา ภู่เงิน	ผู้ช่วยเลขานุการ

10.4 สาขาสัตวแพทยศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ คงศักดิ์ เที่ยงธรรม	ที่ปรึกษา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง สิริรัตน์ นิยม	ที่ปรึกษา
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ เมธา จันดา	ประธานกรรมการ
4. รองศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง สุนทรี เพ็ชรดี	รองประธานกรรมการ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ นิรุตติ์ สุวรรณา	กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตรตราจารย์อรรถวิทย์ โกวิทวที	กรรมการ
7. สัตวแพทย์หญิง นิอร รัตนภพ	กรรมการ
8. สัตวแพทย์หญิง ยลยง วุ้นวงษ์	กรรมการ
9. สัตวแพทย์หญิง กานต์สุดา ลีฬหาพงศธร	กรรมการ
10. นางสาววริศรา มารยาท	กรรมการและเลขานุการ
11. นางสาวญาดา หาญปัญญาพิชิต	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
12. ว่าที่ร้อยตรีหญิง จรัสพิมพ์ ทรงประเสริฐ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

10.5 สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

1. อธิบดีกรมส่งเสริมการเกษตร	ที่ปรึกษา
2. คณบดีคณะเกษตร	ที่ปรึกษา
3. หัวหน้าภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร	ที่ปรึกษา
4. หัวหน้าภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร	ที่ปรึกษา
5. รองศาสตราจารย์สาวิตรี รังสิภัทร์	ที่ปรึกษา
6. รองศาสตราจารย์จำนงรักษ์ อุดมเศรษฐ์	ที่ปรึกษา
7. รองศาสตราจารย์อบเชย วงศ์ทอง	ที่ปรึกษา
8. รองศาสตราจารย์ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ	ที่ปรึกษา
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชราวดี ศรีบุญเรือง	ประธานกรรมการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริพร เรียบร้อย คิม	รองประธานกรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้องนุช ศิริวงศ์	รองประธานกรรมการ
12. นางสาวนริศรา อินทะสิริ	รองประธานกรรมการ
13. รองศาสตราจารย์พัฒนา สุขประเสริฐ	กรรมการ
14. รองศาสตราจารย์พิชัย ทองดีเลิศ	กรรมการ
15. รองศาสตราจารย์สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ	กรรมการ
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนามาศ ตรีวรรณกุล	กรรมการ
17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพัตรา ศรีสุวรรณ	กรรมการ

18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำพร แจ่มผล กรรมการ
19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร กรรมการ
20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาริษา ภู่ภิญโญกุล กรรมการ
21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์ กรรมการ
22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กานต์สุดา วันจันทึก กรรมการ
23. ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งทิพย์ ลุยเลา กรรมการ
24. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุติมา ชวลิตมณเฑียร กรรมการ
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิประภา รัตนดิลก ณ ภูเก็ต กรรมการ
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัลภา แต้มทอง กรรมการ
27. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาวิตรี พังงา กรรมการ
28. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิพวรรณ ดวงปัญญา กรรมการ
29. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธานินทร์ คงศิลา กรรมการ
30. นางสาวชลาธร จูเจริญ กรรมการ
31. นางสาวเมตตา เร่งขวนขวาย กรรมการ
32. นางปพิชญา จินตพิทักษ์สกุล กรรมการ
33. นายปรีดา สามงามยา กรรมการ
34. นายเศกศักดิ์ เชยชม กรรมการ
35. นางสาวสุจิตตา เรืองรัศมี กรรมการ
36. นางสุขกมล ปัญญาจันทร์ กรรมการ
37. นางสาววสพร นิชรัตน์ กรรมการ
38. นายสถาพร ประดิษฐพงษ์ กรรมการ
39. นางกรกฎ แพทย์หลักฟ้า กรรมการ
40. นายวิภูษณะ ศุภนคร กรรมการ
41. นางทิพากร ม่วงถึก กรรมการ
42. นายเสถียร แสงแถวทิม กรรมการและเลขานุการ
43. ว่าที่ร้อยตรี สหภาพ ศรีโท กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
44. นางสาวมณินทร เดชแห้ว กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
45. นางสาวกรรณิกา พุ่มสาหร่าย กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
46. นายภูคิษฐ์คมณ์ แสงตรีเพชรกล้า กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
47. นางสาวสวรรญา แย้มวันเพ็ง กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
48. นางวลีรัตน์ บรรจงจิต กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
49. นางสาวภิญญาพัชญ์ โทนหงส์ษา กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

50. นางธรรมสร ทองดอนเกลื่อง กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
51. นางสาวธนัชชา กุญแจทอง กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

11. กรรมการหมวดวิชาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

11.1 สาขาวิทยาศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์อภิสิฏฐ์ ศงสะเสน ที่ปรึกษา
2. รองศาสตราจารย์อรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต ประธานกรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพบูลย์ เงินมีศรี รองประธานกรรมการ
4. รองศาสตราจารย์วรรณวิภา วงศ์แสงนาค กรรมการ
5. รองศาสตราจารย์ศิริกาญจนา ทองมี กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐสมน เพชรแสง กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พันทิพย์ โตแก้ว กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธันวาวรรณ ด้วงทองอยู่ กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อิงอร กิมกง กรรมการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิชามญชุ์ เกียรติวุฒินนท์ กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุดสวาสดิ์ ดวงศรีไสย์ กรรมการ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะดา จันทวงศ์ กรรมการ
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์มีนา เลา กรรมการ
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วชิรญาณ์ ธงอาสา กรรมการ
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์เทพ ประจงทัศน์ กรรมการ
16. นายฤทธี มีสัตย์ กรรมการ
17. นางสาวสุนทรี คุ้มไพโรจน์ กรรมการ
18. นางสาวลัดดา แต่งวัฒนานุกูล กรรมการ
19. นางสาวพรทิพย์ บุญมหามงคล กรรมการและเลขานุการ
20. นายรัฐพันธ์ ตรงวิวัฒน์ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
21. นายสาธิต ประเสริฐมานะกิจ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
22. นางสาวแพรวไพลิน กังวานสุระ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
23. นางสาวภัสรา นวะบุศย์ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
24. นายพิชัย สิริแสงสว่าง กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

11.2 สาขาวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

1. ศาสตราจารย์วันชัย ยอดสุดใจ	ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นวลวรรณ ทวยเจริญ	รองประธานกรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิตร์ทัศน์ ฝักเจริญผล	รองประธานกรรมการ
4. ศาสตราจารย์เมตตา เจริญพานิช	กรรมการ
5. ศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์	กรรมการ
6. รองศาสตราจารย์ดวงฤดี ฉายสุวรรณ	กรรมการ
7. รองศาสตราจารย์พงศ์ศักดิ์ หนูพันธ์	กรรมการ
8. รองศาสตราจารย์อภินิติ โชติสังกาศ	กรรมการ
9. รองศาสตราจารย์วรดร วัฒนพานิช	กรรมการ
10. รองศาสตราจารย์จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน	กรรมการ
11. รองศาสตราจารย์กฤษณะ ไวยมัย	กรรมการ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีรชัย ชัยวรพฤกษ์	กรรมการ
13. นายพสิษฐ์ สืบสุวงศ์	กรรมการ
14. นางสาวสุทัตตา พาหุมันโต	กรรมการและเลขานุการ
15. นางชุติณัท ขุนทอง	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
16. นางสาวพัชรียา บุบผาชาติ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
17. นางดารณี ยงยืน	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

11.3 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขนิษฐา วัชราภรณ์	ประธานกรรมการ
2. รองศาสตราจารย์สุนทรี สุวรรณสิชณน์	รองประธานกรรมการ
3. รองศาสตราจารย์พรธิภา องค์คุณารักษ์	รองประธานกรรมการ
4. รองศาสตราจารย์เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล	กรรมการ
5. รองศาสตราจารย์สุดสาย ตรีวานิช	กรรมการ
6. รองศาสตราจารย์ประกิต สุขใย	กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนิต พุทธพงษ์ศิริพร	กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรทิพย์ วัชรปัญญาวงศ์ เตชะเมธีกุล	กรรมการ
9. นางสาวภัทรินทร์ ลีลาภิวัฒน์	กรรมการ
10. นางสาวพรรณภัทร พรหมเพ็ญ	กรรมการ
11. นางสาวสุมัลลิกา โมรากุล	กรรมการ
12. นางสาวสุวิมล เจริญสิทธิ์	กรรมการ

13. นายนิพัฒน์ ลิ้มสงวน กรรมการ
14. นายประมวล ทรายทอง กรรมการ
15. นางสาวนัฏพร ขนุนก้อน กรรมการ
16. นางสาวสุพนิดา วินิจฉัย กรรมการ
17. รองศาสตราจารย์ณัฐดนัย หาญการสุจริต กรรมการและเลขานุการ
18. นางดวงสมร นามกระโทก กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
19. นางศศิธร พลโยธา กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

11.4 สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กอบศักดิ์ วันธงไชย ที่ปรึกษา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ บัวเลิศ ที่ปรึกษา
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ ประธานกรรมการ
4. นายณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์ รองประธานกรรมการ
5. รองศาสตราจารย์วัฒนชัย ตาเสน กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรอนงค์ ผิวนิล กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นฤมล แก้วจำปา กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิตยา เมี้ยนมิตร กรรมการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประไพพิศ ชัยรัตนมโนกร กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พยัตติพล ณรงคะชวนะ กรรมการ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรเทพ เหมือนพงษ์ กรรมการ
13. นางสาวแอน กำภู ณ อยุธยา กรรมการ
14. นายกฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ กรรมการ
15. นายปวีร์ คล่องเวสสะ กรรมการ
16. นายวรงค์ สุขเสวต กรรมการ
17. นายสุธี จรรยาสุทธิวงศ์ กรรมการ
18. นางสาวละอองดาว เถาว์พิมาย กรรมการและเลขานุการ
19. นางสาวจินตลา กลิ่นหวล กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
20. นางสาวศิรภัสสร ชมเชย กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

12. กรรมการหมวดวิชาการมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศึกษาศาสตร์

12.1 สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ

๑. รองศาสตราจารย์ภัทรกิตติ์ เนตินิยม	ที่ปรึกษา
๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นุชนาถ มั่งคั่ง	ที่ปรึกษา
๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์หฤทัย นำประเสริฐชัย	ที่ปรึกษา
๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรารัตน์ วรพิเชฐ	ที่ปรึกษา
๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิทวัส เอื้อสังคมเศรษฐ์	ที่ปรึกษา
๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กมลพรรณ แสงมหาชัย	ปรึกษา
๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรายุทธ เรืองสุวรรณ	ที่ปรึกษา
๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พลวัฒน์ เลิศกุลวัฒน์	ประธานกรรมการ
๙. รองศาสตราจารย์ประพิณวดี ศิริศุภลักษณ์	รองประธานกรรมการ
๑๐. รองศาสตราจารย์ทิพย์รัตน์ เลาหวิเชียร	กรรมการ
๑๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐวุฒิ คูวัฒนเธียรชัย	กรรมการ
๑๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธงชัย ศรีวรรธนะ	กรรมการ
๑๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภฤกษ์ สุขสมาน	กรรมการ
๑๔. นางสาวกรรณิกา มิตรปล้อง	กรรมการ
๑๕. นางสาวปรารถนา ประสงค์สิน	กรรมการและเลขานุการ
๑๖. นางสาวอรการณ์ วีระชยาภรณ์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
๑๗. นายทองปาน ขันตีกรม	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
๑๘. นายฉัตรชัย พ่วงพลับ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
๑๙. นางสาวอารีย์ สีแสงมุข	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
๒๐. นางลัดดา ปัญทะภูรีเวท	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

12.2 สาขาศึกษาศาสตร์

1. คณบดีคณะศึกษาศาสตร์	ที่ปรึกษา
2. คณบดีคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์	ที่ปรึกษา
3. รองคณบดีฝ่ายบริหาร คณะศึกษาศาสตร์	ที่ปรึกษา
4. รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์	ที่ปรึกษา
5. รองศาสตราจารย์พรทิพย์ ไชยโส	ที่ปรึกษา
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิกุล เอกวรางกูร	ประธานกรรมการ
7. รองศาสตราจารย์วรรณดี สุทธินรากร	รองประธานกรรมการ
8. รองศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท สุมิตร สุวรรณ	กรรมการ

9. รองศาสตราจารย์ศศิเทพ ปิติพรเทพิน	กรรมการ
10. รองศาสตราจารย์จิตตินันท์ บุญสถิรกุล	กรรมการ
11. รองศาสตราจารย์ชาตรี ฝ่ายคำตา	กรรมการ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี	กรรมการ
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเลิศ อุทยานิก	กรรมการ
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัตสาตรี ดิถียนต์	กรรมการ
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วารุณี ลัภนโชคดี	กรรมการ
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์	กรรมการ
17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อังคณา ขันตรีจิตรานนท์	กรรมการ
18. นางสาวสถิดาพร คำสด	กรรมการ
19. นางสาวฐาปณีย์ แสงสว่าง	กรรมการ
20. นางสาวธนนันท์ ธนารัชตะภูมิ	กรรมการ
21. นายชูศักดิ์ เอื้องโชคชัย	กรรมการ
22. นางสาวสุวรรณา ปรมาพจน์	กรรมการและเลขานุการ
23. นายณรงค์ศักดิ์ หวังรัตนปราณี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
24. นายธีระภัณฑ์ ศิริสุวรรณ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

12.3 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

1. คณบดีคณะมนุษยศาสตร์	ที่ปรึกษา
2. คณบดีคณะสังคมศาสตร์	ที่ปรึกษา
3. นางวัณณนา สุนทรนฤรังษี	ประธานกรรมการ
4. รองศาสตราจารย์โกวิทย์ พิมพวง	รองประธานกรรมการ
5. รองศาสตราจารย์วิไลศักดิ์ กิ่งคำ	กรรมการ
6. รองศาสตราจารย์กังสดาล เชาว์วัฒนกุล	กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บารมี อริยะเลิศเมตตา	กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทพทวี โชควศิน	กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญเลิศ วิวรรณ์	กรรมการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์มริสสา พงษ์ศิริกุล	กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปนันดา เลอเลิศยุติธรรม	กรรมการ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตตินาถ เรขาลิลิต	กรรมการ
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นุชนารถ รัตนสุวงศ์ชัย	กรรมการ
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภูริวัจน์ เดชอุ่ม	กรรมการ

15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เฉลิมขวัญ สิงห์วี กรรมการ
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐวีร์ บุนนาค กรรมการ
17. นางสาววิริยา หล้าเพชร กรรมการ
18. นายขจร ฝ้ายเทศ กรรมการ
19. นางวรรณา ศิลามาตร์ กรรมการ
20. นางสาวฐิติรัตน์ สุพลธวณิชย์ กรรมการ
21. นางสาวตรีสุคนธ์ ศิริทรัพย์ กรรมการ
22. นายสัตยา สวัสดิผล กรรมการ
23. นางสาวจริยา สุพรรณ กรรมการ
24. นางสาวศรีวรรณ บุญประเสริฐ กรรมการ
25. นางสาวผาณิตา ชัยดิเรก กรรมการ
26. นายพรนริน พูลภิรมย์ กรรมการ
27. นางรัชดาภรณ์ เหง้าพรหมมินทร์ กรรมการ
28. นางสาวนภาภรณ์ หาญวิรุฬห์ กรรมการ
29. นางสุพิญญา กาวไธสง กรรมการ
30. นายเกษม ทับทิมศรี กรรมการ
31. นายวิริยะ คงสมบูรณ์ กรรมการ
32. นายศักดา นาคำ กรรมการ
33. นางสาวสมัย สุวรรณทอง กรรมการ
34. นางสาวอภิชา ชุติพงศ์พิสิฏฐ์ กรรมการ
35. นางสาวธีรพร ชื่นพี กรรมการ
36. นางสาวพรพรรณ เหมะพันธุ์ กรรมการ
37. นางสาวพรรณรัตน์ ดิษฐ์เจริญ กรรมการ
38. นายภาณุพงศ์ ปิยาพันธ์ กรรมการ
39. นางสาวนันทิยา อาภานันท์ กรรมการ
40. นางสาวกมลนิตย์ ลิมปรังษี กรรมการ
41. นางสาวนภัสสร รักวรนิต กรรมการ
42. นายสรศักดิ์ มงคลสมบูรณ์ กรรมการ
43. นางสาวนิภาพร อินคะเณย์ กรรมการ
44. นางสาวพิทชญา สารภิรมย์ กรรมการ
45. นายติโรธ ทองนวล กรรมการและเลขานุการ
46. นางสาวสายทิพย์ เหล่าทองมีสกุล กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาพืช: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. ดร.กาญจนา บุญเรือง	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
2. ดร.จรีรัตน์ ฉันทวุฒิพร	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
3. ดร.จุติภรณ์ ทัสสกุลพนิช	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
4. ผศ.ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน
5. ผศ.ดร.เจนจิรา ชุมภูคำ	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
6. ดร.เฉลิมชาติ วงศ์ลี้เจริญ	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
7. รศ.ดร.เฉลิมพล ภูมิไชย์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
8. รศ.ดร.ชูศักดิ์ จอมพุก	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน
9. ผศ.ดร.เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
10. ผศ.ดร.ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
11. ผศ.ดร.ทรงยศ โชติชุติมา	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
12. ผศ.ดร.ทัศไนย จารุวัฒนพันธ์	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
13. ผศ.ดร.ธนพล ไชยแสน	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
14. รศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
15. รศ.ดร.ธิดา เดชฮวบ	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
16. ผศ.ดร.เนตรนภิส เขียวขำ	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
17. ผศ.ดร.เบญญา มะโนชัย	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
18. ผศ.ดร.ปริยานุช จุลกะ	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
19. ผศ.ดร.ปาริชาติ พรมโชติ	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
20. ผศ.ดร.ปิติพงษ์ โตบันลือภพ	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
21. ผศ.ดร.ปิยะ กิตติภาดากุล	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
22. ผศ.ดร.พิจิตรา แก้วสอน	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
23. ผศ.ดร.เพชรดา ปินใจ	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
24. ผศ.ดร.ภัศจี คงศีล	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
25. ผศ.ดร.ภัสสร วรรณพินิจ	ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
26. ดร.รัชฎาวรรณ เงินกลั่น	ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร
27. รศ.ดร.วรชาติ วิศวพิพัฒน์	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
28. อ.ดร.วรรณสิริ วรรณรัตน์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
29. อ.ดร.วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
30. ผศ.ดร.สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
31. ผศ.ดร.สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
32. ผศ.ดร.สุจินต์ เจนวีรวัฒน์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
33. รศ.ดร.สุดเขตต์ นาคะเสถียร	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
34. ผศ.ดร.เสาวนุช ถาวรพฤกษ์	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
35. ผศ.ดร.อนงค์นุช สาสนรักกิจ	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
36. ผศ.ดร.อรอุมา เพียซ้าย	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร

37. ผศ.ดร.อัณณ์ชญาน์ มงคลชัยพฤกษ์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
38. ผศ.ดร.อัศเลข รัตนวรรณี ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร
39. ผศ.ดร.เอกพันธ์ ไกรจักร ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
40. อ.ดร.อรุณี วงษ์แก้ว ภาควิชาพืชไร่นา 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 คณะทรัพยากรชีวภาพ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. ดร.ณภัศศรณ์ ปัญญาสุข ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
5. ผศ.ดร.ณิมนาราห์ อยู่คงแก้ว ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
6. รศ.ดร.นิพนธ์ ทวีชัย ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7. รศ.ดร.ประภา ศรีพิจิตต์ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8. รศ.ดร.ปรเมศ บรรเทิง สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
9. ผศ.ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ สาขาเกษตรศาสตร์และสหกร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
10. รศ.ดร.ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11. รศ.ดร.รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
12. ผศ.ดร.วัชระ จินตโกวิท สำนักวิชาสหวิทยาการ วิทยาเขตกาญจนบุรีมหาวิทยาลัยมหิดล
13. รศ.ดร.วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
14. รศ.ดร.สมศิริ แสงโชติ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
15. ศ.ดร.สายัณห์ ทัดศรี ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
16. ดร.สิทธิโชค ตั้งภัสสรเรือง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
17. รศ.ดร.สุดฤดี ประเทืองวงศ์ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
18. ผศ.ดร.สุเทพ ทองแพ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
19. รศ.ดร.สุเทวี ศุขปราการ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
20. รศ.ดร.สุรวิช วรรณไกรโรจน์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
21. รศ.ดร.อภิรดี อุทัยรัตนกิจ สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
22. รศ.ดร.เอ็จ สโรบล ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
23. ศ.เกียรติคุณ ดร.อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
24. รศ.ดร.อำไพวรรณ ภราดร์นุวัฒน์ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Editorial Board

Subject: Plants (Internal)

1. Dr.Kanchana Boonruang
2. Dr.Jareerat Chunthawodtiporn
3. Dr.Jutiporn Thussagunpanit
4. Asst.Prof.Dr.Jutamas Romkeaw
5. Asst.Prof.Dr.Jenjira Chumpookam
6. Dr.Chalermchart Wongleecharoen

7. Assoc.Prof.Dr.Chalermpol Phumichai
8. Assoc.Prof.Dr.Chusak Chompuk
9. Asst.Prof.Dr.Shermarl Wongchaochant
10. Dr.Damrongvudhi Onwimol
11. Asst.Prof.Dr.Songyos Chotchutima
12. Asst.Prof.Dr.Tassanai Jaruwattanaphan
13. Asst.Prof.Dr.Tanapon Chaisan
14. Assoc.Prof.Dr.Thanee Sriwongchai
15. Assoc.Prof.Dr.Tida Dethoup
16. Asst.Prof.Dr.Netnapis Khewkhom
17. Asst.Prof.Dr.Benya Manochai
18. Asst.Prof.Dr.Pariyanuj Chulaka
19. Asst.Prof.Dr.Parichart Promchote
20. Asst.Prof.Dr.Pitipong Thobunluepop
21. Asst.Prof.Dr.Piya Kittipadakul
22. Asst.Prof.Dr.Pichittra Kaewsorn
23. Asst.Prof.Dr.Pechlada Pinjai
24. Asst.Prof.Dr.Pasajee Kongsila
25. Asst.Prof.Dr.Passorn Wonnapinij
26. Dr.Ratchadawan Ngoenklan
27. Assoc.Prof.Dr.Worachart Wisawapipat
28. Dr.Wannasiri Wannarat
29. Dr.Weerachai Matthayatthaworn
30. Asst.Prof.Dr.Somchai Anusontpornperm
31. Asst.Prof.Dr.Sarawut Rungmekarat
32. Asst.Prof.Dr.Sujin Jenweerawat
33. Assoc.Prof.Dr.Sutkhet Nakasathien
34. Asst.Prof.Dr.Saowanuch Tawornpruek
35. Asst.Prof.Dr.Anongnuch Sasnarukkit
36. Asst.Prof.Dr.Onuma Piasia
37. Asst.Prof.Dr.Anchaya Mongkolchaiyaphruek
38. Asst.Prof.Dr.Atsalek Rattanawannee
39. Asst.Prof.Dr.Ekaphan Kraichak
40. Dr.Arunee Wongkaew

Subject: Plants (External)

1. Prof.Dr.Jariya Chanpaisaeng
2. Assoc.Prof.Dr.Juangjun Duangpatra
3. Assoc.Prof.Dr.Chalermchai Wongs-Aree
4. Asst.Prof.Dr.Nimnara Yookongkaew
5. Dr.Napassorn Punyasuk
6. Assoc.Prof.Dr.Niphon Thaveechai
7. Assoc.Prof.Dr.Prapa Sripichitt
8. Assoc.Prof.Dr.Poramate Banterng
9. Asst.Prof.Dr.Parichat Dittakit
10. Assoc.Prof.Dr.Yingyong Paisooksantiwatana
11. Assoc.Prof.Dr.Rangsarid Kaveeta
12. Asst.Prof.Dr.Watcharra Chintakovid
13. Assoc.Prof.Dr.Wiboon Chongrattanameteekul
14. Assoc.Prof.Dr.Somsiri Sangchote
15. Prof.Dr.Sayan Tudsri
16. Dr.Sithichoke Tangphatsornruang
17. Assoc.Prof.Dr.Sutruedee Prathuangwong
18. Asst.Prof.Dr.Suthep Thongpae
19. Assoc.Prof.Dr.Sutevee Sukprakarn
20. Assoc.Prof.Dr.Surawit Wannakrairoj
21. Asst.Prof.Dr.Apiradee Uthairatanakij
22. Assoc.Prof.Dr.Ed Sarobol
23. Prof.Emeritus Dr.Amnat Suwanarit
24. Assoc.Prof.Dr.Ampaiwan Paradornuwat

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสัตว์: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. ผศ.ดร.จำเริญ เที่ยงธรรม	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
2. ผศ.ดร.อัจฉรา ขยัน	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
3. ผศ.ดร.พงศ์ธร คงมั่น	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
4. ผศ.น.สพ.ดร.สโรช แก้วมณี	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร

5. รศ.ดร.ยุวเรศ เรืองพานิช ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน
6. ผศ.ดร.ศศิธร นาคทอง ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน
7. ผศ.น.สพ.ดร.อรรถวิทย์ โกวิทวที ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์

สาขาสัตว์: ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. นางกรองแก้ว บริสุทธิ์สวัสดิ์ กรมปศุสัตว์
2. ผศ.น.สพ.ดร.ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ วิทยาลัยสัตวแพทยศาสตร์อัครราชกุมารี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

Editorial Board

Subject: Animal (Internal)

1. Asst.Prof.Dr.Jamroen Thiengtham
2. Asst.Prof.Dr.Autchara Kayan
3. Asst.Prof.Dr.Phongthorn Kongmun
4. Asst.Prof.Dr.Saroch Kaewmanee
5. Assoc.Prof.Dr.Yuwares Ruangpanit
6. Asst.Prof.Dr.Sasithorn Nakthong
7. Asst.Prof.Dr.Attawit Kovitvadhi

Subject: Animal (External)

1. Ms.Krongkaew Borisutsawat
2. Asst.Prof.Dr.Chaiwat Boonkaewwan

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสัตวแพทยศาสตร์: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. รศ.น.สพ.ดร.พิพัฒน์ อรุณวิภาส ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
2. ผศ.น.สพ.ดร.สมชัย สัจจาพิทักษ์ ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
3. อ.สพ.ญ.ดร.ยลยง วุ้นวงษ์ ภาควิชาเวชศาสตร์และทรัพยากรการผลิตสัตว์
4. ผศ.สพ.ญ.ดร.ชมพูเนกข์ ยุรญาติ ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
5. ผศ.สพ.ญ.ดร.อักษร แสงเทียนชัย ภาควิชาเภสัชวิทยา
6. รศ.น.สพ.ดร.ธีระ รักความสุข ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
7. ผศ.น.สพ.ดร.อรรถวิทย์ โกวิทวที ภาควิชาสรีรวิทยา
8. ผศ.สพ.ญ.ดร.สถิตภัค อัศวราชันย์ ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
9. ผศ.น.สพ.ดร.ชัยกร ฐิติญาณพร ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
10. ผศ.น.สพ.ดร.ชยกฤต สินธุสิงห์ ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
11. รศ.ดร.ศรัญญา พัวพลเทพ ภาควิชาเภสัชวิทยา
12. อ.สพ.ญ.ดร.ทักษอร ดวงอุไร ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
13. รศ.น.สพ.ดร.นริศ เต็งชัยศรี ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
14. ผศ.สพ.ญ.ดร.จันทิมา พฤกษากร ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
15. อ.สพ.ญ.ดร.ศุภร ทองยวน ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์
16. อ.สพ.ญ.ดร.กานต์สุดา ลีฬหาพงศธร ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์
17. อ.สพ.ญ.ดร.สิริกุล สุนทรารักษ์ ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
18. รศ.สพ.ญ.ดร.สุณี คุณากรสวัสดิ์ ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง

19. รศ.สพ.ญ.ดร.อุสุมา เจิมนาค	ภาควิชาเภสัชวิทยา
20. อ.น.สพ.ดร.อรรถพล กำลังดี	ภาควิชาพยาธิวิทยา
21. ผศ.ดร.ปรีดา เลิศวัชระสารกุล	ภาควิชาพยาธิวิทยา
22. ผศ.สพ.ญ.ดร.ทัศนีย์ เจริญทรง	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
23. อ.น.สพ.ดร.รุ่งเรือง ยอดชีวัน	ภาควิชาพยาธิวิทยา
24. ผศ.สพ.ญ.ดร.จันทร์จิรา ภวภูตานนท์	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
25. ผศ.สพ.ญ.ดร.ขนิษฐา เพชรอุดมสินสุข	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
26. ผศ.น.สพ.ดร.มานะกร สุขมาก	ภาควิชาเวชศาสตร์และทรัพยากรการผลิตสัตว์
27. รศ.น.สพ.ดร.ธีระพล ศิรินฤมิตร	ภาควิชาพยาธิวิทยา
28. อ.น.สพ.ดร.ณัฐพงศ์ อัคริมาจิรโชติ	ภาควิชาสรีรวิทยา
29. ผศ.น.สพ.ดร.เฉลิมพล เล็กเจริญสุข	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
30. ผศ.ดร.เกษริน ขำยิ่งเกิด	ภาควิชาปรสิตวิทยา
31. ผศ.น.สพ.ดร.บุรินทร์ นิ่มสุพรรณ์	ภาควิชาปรสิตวิทยา
32. ผศ.น.สพ.ดร.รักศักดิ์ รักษาเคน	ภาควิชาเทคนิคการสัตวแพทย์

สาขาสัตวแพทยศาสตร์: ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. รศ.น.สพ.ดร.จิตรกมล ธนศักดิ์	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกและการสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
2. ผศ.สพ.ญ.ดร.วิภาวี แสงสร้อย	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช
3. ผศ.น.สพ.ดร.ปริวรรต พูลเพิ่ม	บริษัท โปรเฟสชั่นแนลเทรนนิ่งแอนด์คอนซัลแตนท์ จำกัด

Editorial Board

Subject: Veterinary medicine (Internal)

1. Assoc.Prof.Dr.Pipat Arunvipas	2. Asst.Prof.Dr.Somchai Sajapitak
3. Teacher Yonlayong Woonwong	4. Asst.Prof.Dr.Chompooneg Yurayart
5. Asst.Prof.Dr.Aksorn Saengtienchai	6. Assoc.Prof.Dr.Theera Rukkwamsuk
7. Asst.Prof.Dr.Attawit Kovitvadhi	8. Asst.Prof.Dr.Sathidpak Assawarachan
9. Asst.Prof.Dr.Chaiyakorn Thitiyanaporn	10. Asst.Prof.Dr.Chayakirt Sinthsingha
11. Assoc.Prof.Dr.Saranya Poapolathep	12. Teacher Taksaon Duangurai
13. Assoc.Prof.Dr.Naris Thengchaisri	14. Asst.Prof.Dr.Chantima Porksakorn
15. Teacher Suporn Thongyuan	16. Teacher Kansuda Leelahapongsathon
17. Teacher Sirikul Soontararak	18. Assoc.Prof.Dr.Sunee Kunakornsawat
19. Assoc.Prof.Dr.Usuma Jermnak	20. Teacher Auttapon Kumlungdee
21. Asst.Prof.Dr.Preeda Lertwatcharasarakul	22. Asst.Prof.Dr.Tassanee Jaroensong
23. Teacher Rungrueang Yodsheewan	24. Asst.Prof.Dr.Janjira Phavaphutanon
25. Asst.Prof.Dr.Kanittha Phatudomsinsuk	26. Asst.Prof.Dr.Manakorn Sukmak
27. Assoc.Prof.Dr.Theerapol Sirinarumitr	28. Teacher Nattaphong Akrimajirachoote

29. Asst.Prof.Dr.Chalermpol Lekcharoensul
30. Asst.Prof.Dr.Ketsarin Kamyingkerd
31. Asst.Prof.Dr.Burin Nimsuphan
32. Asst.Prof.Dr.Rucksak Rucksaken

Subject: Veterinary medicine (External)

1. Assoc.Prof.Dr.Jitkamol Thanasak
2. Asst.Prof.Dr.Wipawee Saengsoi
3. Asst.Prof.Dr.Pariwat Poolperm

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาประมง: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. ดร.ณัฏฐิกาฑ์ เหมภัทรสุวรรณ	ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง
2. ผศ.ดร.มณช์ณิษาศ์ ศรีสมวงษ์	ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง
3. ผศ.ดร.จิราภรณ์ ไตรศักดิ์	ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง
4. รศ.ดร.จารุมาศ เมฆสัมพันธ์	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
5. ผศ.ดร.ณรงค์ฤทธิ์ เมืองใหม่	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
6. ผศ.ดร.จันทนา ไพรบูรณ์	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
7. รศ.ชัชรี แก้วสุรลิขิต	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
8. ผศ.ดร.สันติ พ่วงเจริญ	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
9. ผศ.ดร.พัชรี ครูขยัน	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
10. ผศ.ดร.เกรียงไกร สถาพรวานิชย์	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
11. รศ.ดร.วันชัย วรวัฒนเมธีกุล	ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง
12. ผศ.ดร.เยาวภา ไหวพริบ	ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง
13. ผศ.ดร.กังสดาลย์ บุญปราบ	ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง
14. ผศ.ดร.เปรมวดี เทพวงศ์	ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง
15. รศ.ดร.อรพินท์ จินตสถาพร	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
16. ผศ.ดร.พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
17. ดร.ประพันธ์ศักดิ์ ศิรษะภูมิ	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
18. ผศ.ดร.อิสริยา วุฒิสินธุ์	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
19. ผศ.ดร.พัฒนพล ขยันสำรวจ	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
20. ศ.ดร.เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
21. ผศ.ดร.จินตนา สและน้อย	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
22. ผศ.ดร.พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
23. ผศ.ดร.ปริญญา ลิมป์วิริยะกุล	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
24. ดร.วชิระ ใจงาม	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
25. ดร.สหภพ ดอกแก้ว	ศูนย์บริหารงานวิจัยและสนับสนุนวิชาการ คณะประมง
26. ผศ.ดร.กนิฐพร วังใน	ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สาขาประมง: ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. รศ.ดร.นนทวิทย์ อารีย์ชน	ข้าราชการบำนาญ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รศ.ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ	ข้าราชการบำนาญ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. นายอัศนีย์ มั่นประสิทธิ์	ข้าราชการบำนาญ ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
4. นายยุทธนา เทพอรุณรัตน์	ข้าราชการบำนาญ ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
5. นายอนุวัฒน์ นทีวัฒนา	ข้าราชการบำนาญ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
6. นางอรุณี รอดลอย	สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรมประมง
7. นางเพราลัย นุชหมอน	กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง
8. นายณัฐพงค์ วรรณพัฒน์	กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง
9. นายธเนศ พุ่มทอง	กองโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและกิจกรรมพิเศษ กรมประมง
10. ผศ.ดร.ไตรเทพ วิชย์โกวิทเทน	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
11. ดร.ชวลิต เจริญพงษ์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
12. นางสาวภควรรณ ตาหวัฒน์	นักวิชาการอิสระด้านการจัดการประมงอย่างยั่งยืน
13. รศ.ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
14. ดร.วิชญา กันบัว	ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
15. ดร.สิริพงษ์ วงศ์พรประทีป	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช
16. ดร.กระสินธุ์ หังสพฤกษ์	คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
17. ผศ.ดร.สนธยา กูลกัลยา	สาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
18. ผศ.ดร.อุมารินทร์ มัจฉาเกื้อ	คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
19. ศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Editorial Board

Subject: Fisheries (Internal)

1. Dr.Nuttiga Hempattarasuwan	2. Asst.Prof.Dr.Monissa Srisomwong
3. Asst.Prof.Dr.Jiraporn Trisak	4. Assoc.Prof.Dr.Charumas Meksumpun
5. Asst.Prof.Dr.Narongrit Muangmai	6. Asst.Prof.Dr.Jantana Praiboon
7. Assoc.Prof.Chatcharee Kaewsuralikhit	8. Asst.Prof.Dr.Santi Poungcharean
9. Asst.Prof.Dr.Patcharee Khrukhayan	10. Asst.Prof.Dr.Kriengkrai Satapornvanit

11. Assoc.Prof.Dr.Wanchai Worawattanamateekul
12. Asst.Prof.Dr.Yoawapha Waiprib
13. Asst.Prof.Dr.Kangsadan Boonprab
14. Asst.Prof.Dr.Pramvadee Tepwong
15. Assoc.Prof.Dr.Orapint Jintasataporn
16. Asst.Prof.Dr.Phongchate Pichitkul
17. Dr.Prapansak Srisapoome
18. Asst.Prof.Dr.Idsariya Wudtisin
19. Asst.Prof.Dr.Pattanapon Kayansamruaj
20. Prof.Dr.Shettapong Meksumpun
21. Assoc.Prof.Dr.Jintana Salaenoi
22. Asst.Prof.Puntip Wisespongpand
23. Asst.Prof.Dr.Parinya Limviriyakul
24. Dr.Wachirah Jaingam
25. Dr.Sahabhop Dokkaew
26. Asst.Prof.Dr.Kanithaporn Vangnai

Subject: Fisheries (External)

1. Assoc.Prof.Dr.Nontawit Areechon
2. Assoc.Prof.Dr.Thaithaworn Lerdwithayaprasith
3. Mr.Aussanee Munprasit
4. Mr.Yuttana Theparunrat
5. Mr.Anuwat Nateewathana
6. Mrs.Arunee Rodloi
7. Mrs.Praulai Nootmorn
8. Mr.Nutthapong Wannapat
9. Mr.Thanet Pumthong
10. Asst.Prof.Dr.Tritep Vichkovitten
11. Dr.Chawalit Charoenpong
12. Ms.Pakawan Tanawat
13. Assoc.Prof.Dr.Nongnuch Laohavisuti
14. Dr.Vichaya Gunbua
15. Dr.Siripong Wongpornprateep
16. Dr.Krasin Hunsapruerke
17. Asst.Prof.Dr.Sontaya Koolkalya
18. Asst.Prof.Dr.Umarin Matchakuea
19. Prof.Dr.Tuanthong Jutagate

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาส่งเสริมการเกษตร: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. รศ.ดร.พิชัย ทองดีเลิศ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
2. รศ.ดร.พัฒนา สุขประเสริฐ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
3. ผศ.ดร.พนามาศ ตรีวรรณกุล ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
4. ผศ.ดร.ธานินทร์ คงศิลา ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
5. ผศ.ดร.สุพัตรา ศรีสุวรรณ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
6. ผศ.ดร.สุภาภรณ์ เลิศศิริ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
7. อ.ดร.เมตตา เร่งขวนขวาย ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
8. อ.ดร.เศกศักดิ์ เชยชม ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
9. อ.ดร.ชลาธร จูเจริญ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตรคณะเกษตร
10. อ.ดร.ปรีดา สามงามยา ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
11. อ.ปพิชญา จินตพิทักษ์สกุล ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร

สาขาส่งเสริมการเกษตร: ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. รศ.ดร.สาวิตรี รังสิภัทร์ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. รศ.ดร.จำนงรักษ์ อุดมเศรษฐ์	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. รศ.ดร.ประเดิม ฉ่ำใจ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. รศ.ดร.ยศ บริสุทธิ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. รศ.ดร.สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช	คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. ผศ.ดร.ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์	คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
7. อ.ดร.ธนัท สมณคุปต์	คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Editorial Board

Subject: Agricultural Extension (Internal)

1. Assoc.Prof.Dr.Pichai Thongdeelert
2. Assoc.Prof.Dr.Patana Sukprasert
3. Asst.Prof.Dr.Panamas Treewannakul
4. Asst.Prof.Dr.Tanin Kongsila
5. Asst.Prof.Dr.Supattra Srisuwan
6. Asst.Prof.Dr.Supaporn Lertsir
7. Dr.Metta Rengkounkway
8. Dr.Seksak Chouichom
9. Dr.Chalathon Choocharoen
10. Dr.Preeda Samngamya
11. Mrs.Parpitchaya Chintapitaksakul

Subject: Agricultural Extension (External)

1. Assoc.Prof.Dr.Savitree Rangsipaht
2. Assoc.Prof.Dr.Jumnongruk Udomsaed
3. Assoc.Prof.Dr.Praderm Chumjai
4. Assoc.Prof.Dr.Yos Borisutdhi
5. Assoc.Prof.Dr.Somsak Khuhasawanvej
6. Asst.Prof.Dr.Dungkamol Panrostip Thunmatiwat
7. Dr.Thanat Samanakupt

ผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาคหกรรมศาสตร์: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. อ.ดร.กรกฎ แพทย์หลักฟ้า	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
2. อ.ดร.ศรันยา เผือกผ่อง	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
3. ผศ.ดร.น้องนุช ศิริวงศ์	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
4. อ.ดร.วิภูษณะ ศุภนคร	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
5. ผศ.ดร.ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
6. ผศ.ดร.ศิริพร เรียบร้อย คิม	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร

สาขาคหกรรมศาสตร์: ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. ดร.กฤตลักษณ์ ปะสะกวี	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2. รศ.ดร.มนัส ชัยจันทร์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

Editorial Board

Subject: Home Economics (Internal)

1. Dr.Korakot Phaetlakfa
2. Dr.Sarunya Puakpong
3. Asst.Prof.Dr.Nongnuch Siriwong
4. Dr.Wipoosana Supanakorn
5. Asst.Prof.Dr.Parisut Chalermchaiwat
6. Asst.Prof.Dr.Siriporn Riebroy Kim

Subject: Home Economics (External)

1. Dr.Krittalak Pasakawee
2. Assoc.Prof.Dr.Manat Chaijan

กรรมการฝ่ายจัดทำเอกสารทางวิชาการ

1. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราภา มหากาญจนกุล)	ที่ปรึกษา
2. รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (รองศาสตราจารย์ ดร. เอกไท วิโรจน์สกุลชัย)	ที่ปรึกษา
3. รองผู้อำนวยการฝ่ายเผยแพร่งานวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (อาจารย์ ดร. วราพรรณ อภิศุภะโชค)	ประธานกรรมการ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตตินาถ เรขาลิลิต	กรรมการ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นัทธ์ชนัน นาถประทาน	กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรัณย์ธร ศศิธรากรแก้ว	กรรมการ
7. อาจารย์ ดร. ดลฤทัย เจียรกุล	กรรมการ
8. อาจารย์ ดร. ศิริพร เลิศไพศาลวงศ์	กรรมการ
9. อาจารย์ศุภพงศ์ ตันเงิน	กรรมการ
10. ว่าที่ร้อยตรี ปิยะภัทร คงแสนคำ	กรรมการ
11. นางสาวทิสยา ทิศเสถียร	กรรมการ
12. นางสาววนิดา รัตตมณี	กรรมการ
13. นายวิทวัส ยุทธโกศา	กรรมการ
14. นายวิโรตม์ เอื้ยะตะกูล	กรรมการ
15. นางสาวศุภิสรา เกียรติสันติสุข	กรรมการ
16. นายนันทิศักดิ์ ประทีปสุข	กรรมการ
17. นางสาวรติกร สมิตไมตรี	กรรมการ
18. นางสาวพิชชาอรฐ์ สิริชีวเกษร	กรรมการและเลขานุการ
19. นางสาวกัญญารัตน์ สุวรรณทีป	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
20. นางสาวพัชราภา รัตนวิญญูภิรมย์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

“มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เป็นสถาบันที่มีปณิธานมุ่งมั่นในการสั่งสม เสาะแสวงหา
และพัฒนาความรู้ให้เกิดความเจริญงอกงามทางภูมิปัญญา
ที่เพียบพร้อมด้วยวิชาการ จริยธรรม และคุณธรรม
ตลอดจนเป็นผู้ชี้นำทิศทาง สืบทอดเจตนารมณ์ที่ดีของสังคม
เพื่อความคงอยู่ ความเจริญ
และความเป็นอารยะของชาติ”

จัดโดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ร่วมกับ
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กระทรวงศึกษาธิการ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

ฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการดำเนินการจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 59
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

kuannualconf@gmail.com
http://annualconference.ku.ac.th http://www.rdi.ku.ac.th