



ISSN 1685-8379 (print)
E-ISSN 2773-9627 (online)

PRAWARUN

Vol. 19 No. 1 / JUNE 2022

PRAWARUN

AGRICULTURAL JOURNAL

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand

วารสาร เกษตรพระวรุณ

ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2565



วารสารเกษตรพระวรุณ

PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

ISSN 1685-8379 (PRINT) ISSN 2773-9627 (ONLINE)

วัตถุประสงค์	1. เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการของคณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ และผู้สนใจในสาขาเทคโนโลยีการเกษตร ในมหาวิทยาลัย วิทยาลัย และองค์กรทางการเกษตรทั้งภาครัฐและเอกชน 2. เป็นเวทีทางวิชาการเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และวิทยาการทางด้านการเกษตรระหว่างนักวิชาการ ผู้ประกอบการ และผู้รู้อื่น ๆ 3. เพื่อเป็นเอกสารทางวิชาการอันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในสาขาเทคโนโลยีการเกษตร และการพัฒนาอาชีพเกษตรให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ	
นโยบายและขอบเขตการตีพิมพ์	1. เป็นบทความวิจัย (Research Article) บทความปริทัศน์ (Review Article) หรือบทความวิชาการ (Academic Article) ทางด้านเกษตรศาสตร์และสาขาเทคโนโลยีการเกษตรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ ประมง วิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์ วิทยาศาสตร์การอาหารและอุตสาหกรรมเกษตร ธุรกิจการเกษตร ส่งเสริมการเกษตร สารสนเทศการเกษตร นวัตกรรมเกษตร และนวัตกรรมเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นต้น 2. ต้องไม่เคยได้รับตีพิมพ์มาก่อน (ต้นฉบับ หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของต้นฉบับ) และต้นฉบับต้องไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด	
ข้อกำหนดเฉพาะของวารสาร	1. บทความที่ลงตีพิมพ์ทุกเรื่องได้รับการตรวจสอบทางวิชาการโดยผู้ประเมินอิสระ (Peer Reviewer) อย่างน้อยบทความละ 3 ท่าน แบบ Double blind 2. กองบรรณาธิการวารสารเกษตรพระวรุณ ไม่สงวนสิทธิ์การคัดลอกแต่ให้อ้างอิง แสดงที่มา	
เจ้าของ	คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	
ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.นิรุฒ ถึงนาค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษิต บุญทองเถิง	อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
บรรณาธิการที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.วันทนี พลวิเศษ	
บรรณาธิการหลัก	อาจารย์ ดร.ฐานิดา ศรีหาวงศ์	
		คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร รองคณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

คณะกรรมการกองบรรณาธิการ

1. กองบรรณาธิการบุคคลภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่อยู่มหาวิทยาลัยต่างประเทศ
 - 1.1 Prof. Dr. Clemen Fuchs University of Applied Sciences, Neubrandenburg, Germany
 - 1.2 Associate Professor Dr. J.T. Thomas Faculty of Veterinary Medicine, Department of Farm Animal Health, Utrecht University the Netherlands
2. กองบรรณาธิการบุคคลภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่อยู่มหาวิทยาลัยอื่นในประเทศไทย
 - 2.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง วชิราภกร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 - 2.2 รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชคตระการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
 - 2.3 รองศาสตราจารย์ ดร.เกษม สร้อยทอง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 - 2.4 รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ตรีโลเทศ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 - 2.5 รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส พิมพา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
 - 2.6 รองศาสตราจารย์ ดร.นนทวิทย์ อารีย์ชน คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 - 2.7 รองศาสตราจารย์ น.สพ. ดร. อุดมพร รุ่งสิทธิชัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 - 2.8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล เอื้องกลาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครราชสีมา
 - 2.9 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ เขาว์เครือ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี
 - 2.10 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี เตียรสุวรรณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 - 2.11 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรเลิศ ทวีกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 - 2.12 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนกานต์ อินทรกำแหง คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 - 2.13 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชนี นามมาตย์ สถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. กองบรรณาธิการบุคคลภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 - 3.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา บรรณาธิการประจำบทความสาขาเทคโนโลยีการอาหารและอุตสาหกรรมเกษตร
 - 3.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย โคตรดก บรรณาธิการประจำบทความสาขาวิชาสัตวศาสตร์
 - 3.3 อาจารย์ ดร.วันทนี พลวิเศษ บรรณาธิการประจำบทความสาขาวิชาสัตวศาสตร์
 - 3.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ แก่นจันทร์ บรรณาธิการประจำบทความสาขาประมง
 - 3.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์ บรรณาธิการประจำบทความสาขาวิชาพืชศาสตร์และส่งเสริมการเกษตร
 - 3.6 อาจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ไกรจักร แก้วพรม บรรณาธิการประจำบทความสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์
 - 3.7 อาจารย์ ดร.อุดร จิตจักร บรรณาธิการประจำบทความสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
 - 3.8 อาจารย์ ดร.มนันยา นันทสาร บรรณาธิการประจำบทความสาขาบริหารธุรกิจเกษตร

4. ฝ่ายจัดการงานวารสารเกษตรพระวรุณ

4.1 อาจารย์ ดร.ฐานิดา ศรีหาวงค์	ผู้จัดการวารสาร (Journal Manager)
4.2 อาจารย์ ดร.วุฒิสักดิ์ คุณุ	ผู้พิสูจน์อักษรและตรวจรูปแบบบทความ (Proofreader and Copy Editor)
4.3 อาจารย์วีระเดช โชนสันเทียะ	ผู้พิสูจน์อักษร (Proofreader)
4.4 อาจารย์ ดร.พุทธชาติ อิ่มใจ	ผู้ออกแบบกราฟฟิก (Graphic Designer)
4.5 อาจารย์ ดร.มนันยา นันทสาร	เหรียญกษาปณ์
4.6 นายธรรมชาติ แสงนิล	บรรณาธิการฝ่ายผลิต (Production Editor)

กำหนดเผยแพร่

ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน

ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

เครดิตภาพ

อาจารย์ ดร.พุทธชาติ อิ่มใจ

สำนักงาน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

โทรศัพท์/โทรสาร

043 725 439

อีเมลล์

prawarun.j@rmu.ac.th

เว็บไซต์วารสารเกษตรพระวรุณ

<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>



QR Code วารสารเกษตรพระวรุณ

ข้อความและบทความในวารสารนี้เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนโดยเฉพาะ
กองบรรณาธิการไม่มีส่วนรับผิดชอบในเนื้อหาและข้อคิดเห็นนั้นๆ แต่อย่างใด

คำนำ

การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดองค์ความรู้ งานวิจัย และนวัตกรรมทางการเกษตร ที่เกี่ยวข้องมากมาย เพื่อเป็นการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ทางคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงได้จัดทำวารสารวิชาการเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้และงานวิจัย ในรูปแบบบทความวิจัย (Research Article) บทความวิชาการ (Academic Article) และ บทความปริทัศน์ (Review Article) โดยมีขอบเขตการรับตีพิมพ์บทความด้านเกษตรศาสตร์และสาขาเทคโนโลยีการเกษตรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ ประมง วิทยาศาสตร์ทางสุขภาพสัตว์ วิทยาศาสตร์การอาหารและอุตสาหกรรมเกษตร ธุรกิจการเกษตร ส่งเสริมการเกษตร สารสนเทศ การเกษตร นวัตกรรมเกษตร และนวัตกรรมเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นต้น โดยกำหนดการเผยแพร่ ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 ระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน และ ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม

วารสารเกษตรพระวรุณในปี พ.ศ. 2565 ถือเป็นปีที่ 19 โดยวารสารได้รับผลการประเมินคุณภาพวารสารอยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นวารสารที่อยู่ในผลประเมินคุณภาพมีระยะเวลาการรับรองคุณภาพวารสารตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2565 ไปจนถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ในฐานข้อมูล Thai-Journal Citation Index: TCI ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย ตามที่ศูนย์ดังกล่าวประกาศไว้ เมื่อวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2565 ซึ่งหมายถึงคุณภาพเป็นที่การยอมรับและมีประโยชน์ต่อวงวิชาการด้านเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

สำหรับวารสารปีที่ 19 (Volume 19) ฉบับที่ 1 (Number 1) นี้ประกอบด้วยบทความวิจัย (Research Articles) จำนวน 12 บทความ จากหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยมีกำหนดการเผยแพร่ระหว่างเดือน มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2565 ผ่านวารสารตีพิมพ์ในรูปแบบวารสาร (ISSN 1685-8379) และเผยแพร่ออนไลน์ผ่านระบบ Thai Journal online (ThaiJO) (ISSN 2773-9627)

ทางกองบรรณาธิการเกษตรพระวรุณหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นสื่อกลางในการช่วยเผยแพร่องค์ความรู้ใหม่ และงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรแก่ คณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษาและผู้ที่สนใจให้ได้รับข้อมูลที่มีประโยชน์ในการต่อยอดองค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้าและยั่งยืนต่อไป

กองบรรณาธิการวารสารเกษตรพระวรุณ

30 มิถุนายน 2565

วารสาร

เกษตรพระวรุณ

PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565

VOL. 19 NO. 1 January – June 2022

ISSN 1685-8379

สารบัญ

บทความวิจัย (Research Article)

- การเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบในประเทศไทย 8
นิวัตร สุวรรณะ
A Model Comparison for Rubber Price Forecasting in Thailand
Niwat Suvanna
- การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านหัวบึง อำเภอน้ำพอง 19
จังหวัดขอนแก่น
เฉลิมกิตติ์ ภูลวรรณ และ ไกรเลิศ ทวีกุล
Community's participation in community forest management and utilization of Ban
Haubueng community forest Nampong District Khon Kaen Province
Chalermkit Phulawan and Krailert Taweekul
- ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพแคบหมูกึ่งสำเร็จรูป สำหรับอบให้พองตัว 27
ด้วยเตาไมโครเวฟ
อรทัย บุญทะวงศ์ และ นิชาภา คำเครือ
Effect of Package Type and Storage Temperature on Quality of Microwavable Puffed
Pork Rinds (Kab-Moo)
Orathai Bunthawong and Nichapha Khamkruea
- ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นและแหล่งของอาหารหยาบ ต่อการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ 36
และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง
นพรัตน์ ผกาเชิด, สุธธิพงษ์ หาระมี , ทิพย์สุดา บุญมาทัน และ พีรพจน์ นิติพจน์
Effects of protein levels in concentrate and roughage sources on feed intake nutrient
digestibility and growth performance of crossbred native goats
Nopparat Phakachoed, Suttipong haramree, Thipsuda Boonmatan and Peerapot Nitipot

- ประสิทธิภาพของอาหารสูตรดัดแปลงผสมผลไม้ท้องถิ่นต่อการเพิ่มจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย

ศุภชัย นิติพันธ์, มานี แก้วชนิด และ ดวงพร สุนทรชัยนุกุล

Efficacy of modified dietary supplement with local fruits on proliferation of *Drosophila melanogaster* larvae and adults

Supachai Nitipan, Manee Keawchanid and Tuangporn Soontornchainugul

45
- การศึกษาสมบัติทางด้านความหนืดแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวและค้นหาลำดับของยีน Waxy และ Dull-I ในข้าวโพดข้าวเหนียว

ธีรวุฒิ วงศ์วรรณ์, วรขมล มงคล, ฉลอง เกิดศรี, มณีรัตน์ รุจิณรงค์ และ ยิ่งยศ พาลูกา

Study on pasting properties of waxy corn flour and identification of single nucleotide polymorphisms (SNPs) of Waxy and Dull-I gene in waxy corn

Theerawut Wongwarat, Wassamon Momkol, Chalong Kedsri, Maneerat Rujinarong and Yingyod Paluka

51
- การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทนและช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้

จริวรรณ จันทรวง, บัณฑิตา ภูทรัพย์มี โปณะทอง, ไพศาล กะกุลพิมพ์ และ ณปภัช ช่วยชูหนู

Cost – benefit analysis and distribution channel of Dang chicken in Southern region

Jareewan Chankong, Banthita Poosabmee Ponatong, Phaisan Kakulpim and Napapach Chuaychu-noo

59
- ความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อการติดพยาธิเม็ดเลือดในสุนัขที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สิทธิชัย วันแก้ว และ ธนพร อศวพัฒนากุล

Prevalence and factors affecting of blood parasite in dogs in the veterinary teaching hospital of Mahasarakham University

Sitthichai Wankaew and Tanaporn Asawapattanakul

66
- ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูงของสมาชิกสหกรณ์ โคนมขอนแก่น จำกัด

บุรัสกร สิมรักแก้ว

Factors affecting the participation in dairy cow bank project of Khon Kaen dairy cooperative limited's members

Buratsakorn Simrakkaew

73
- แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน

รัชชน ศรีประโชติ, วิธมณ ขจรโมทย์ ขจรโมทย์, สุนันทา กลิ่นถาวร และ ณัฐพงษ์ พันธุ์มณี

Application to community forest learning activities at Ban- Chiang-Hian

Ratchanon Sriprachot, Withamon Khajonmote, Sunantha Klinthaworn and Natthapong Panmanee

81

- การพัฒนาน้ำพริกจากสาหร่ายน้ำจืดเทา (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing) 88

ยุวดี อินสำราญ, เนตรชนก จันทร์สว่าง, สุภัทรา จินากุล, สุจิตรา แสนวัง และ เนตรนภา เรืองไชย

Development of traditional chili paste from fresh water algae (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing)

Yuwadee Insumran, Natchanok Jansawang, Suphatra Jenakoon, Sujittra Sanwung and Netnapha Ruangchai
- ประสิทธิภาพของเชื้อราเมธาไรเซียมที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู 95

ฤชอร วรรณะ, จิราภรณ์ กระแสเทพ และ มงคล วงศ์สวัสดิ์

Efficacy of *Metarhizium anisopliae* against pink cassava mealybug

Ruchuon Wanna, Jiraporn Krasaetep and Mongkol Wongsawas



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

การเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบในประเทศไทย

นิวัตร สุวรรณะ*

*สาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
Article history	
รับ: 4 สิงหาคม 2564	
แก้ไข: 30 มกราคม 2565	
ตอบรับการตีพิมพ์: 3 มีนาคม 2565	
ตีพิมพ์ออนไลน์: 27 พฤษภาคม 2565	
คำสำคัญ	
ราคายางพาราในประเทศไทย	
วิธีของโฮลท์	
วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	
สองชั้น	
วิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์	
	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยนำเสนอ 3 ตัวแบบ ได้แก่ วิธีของโฮลท์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น และวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นราคายางแผ่นดิบในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 132 เดือน ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2563 จำนวน 120 เดือน สำหรับสร้างตัวแบบทั้ง 3 ตัวแบบ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2564 ถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์พิจารณาจากร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย จากการศึกษาพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบในประเทศไทยคือตัวแบบวิธีของโฮลท์ มีตัวแบบพยากรณ์ดังสมการ $\hat{X}_t(k) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}(k)$ เมื่อค่าเริ่มต้น $\hat{b}_0 = 105.3471$ และ $\hat{b}_1 = -0.6522$ ให้ค่าร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 6.608

บทนำ

ยางแผ่นดิบ คือยางแผ่นที่เกษตรกรผลิตขึ้นโดยยังไม่ผ่านการรมควัน ปัจจุบันสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับการซื้อขายในตลาดยางแผ่นดิบ โดยแบ่งออก 4 ระดับ คือ ยางแผ่นดิบคุณภาพ 1 ถึง 4 ซึ่งมีลักษณะที่ดีและลดหลั่นลงไป สำหรับยางแผ่นดิบคุณภาพดีหมายถึงยางแผ่นดิบคุณภาพ 1 ถึง 3 เท่านั้น ในการคัดยางแผ่นดิบจะใช้สายตา ประสพการณ์ เพื่อให้สามารถใช้วิจารณ์ญาณในการคัดคุณภาพได้ถูกต้องมากที่สุด (Cooperative fund rubber thongphaphum, 2013) เป็นที่ทราบกันดีว่ายางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากผลผลิตจากต้นยางพาราสามารถนำมาทำการแปรรูป เพื่อนำไปใช้เป็นปัจจัยการผลิตในอุตสาหกรรมที่สำคัญหลายอย่าง เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ ตลอดจนผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีส่วนประกอบของยางพาราที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ในปัจจุบันแม้ว่าสินค้าเกษตรของประเทศไทยมีอยู่มากมายแต่พบว่ายางพารา

เป็นสินค้าที่สำคัญของประเทศไทย (Keerativibool, 2015) นอกจากนี้ยางพารายังสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศ สร้างอาชีพให้กับประชาชนทำให้ประชาชนมีรายได้เลี้ยงตนเอง ด้วยเหตุดังกล่าวประเทศต่าง ๆ จึงเริ่มหันมาให้ความสนใจกับการปลูกยางพารามีการผลิตและการส่งออกมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณยางในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้น เกิดการแข่งขันในด้านราคา ดังนั้นจึงทำให้ราคายางตกต่ำทำให้เกษตรกรขาดความมั่นใจถึงผลตอบแทนที่จะได้รับจากการปลูกยางพารา การพยากรณ์ทางสถิติเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจบริหารจัดการด้านความเสี่ยง เป็นข้อมูลแก่เกษตรกรชาวสวนยางในการตัดสินใจ เพื่อลดหรือป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นให้น้อยที่สุด (Keerativibool & Kanjanasamranwong, 2015) เมื่อทราบค่าพยากรณ์ของราคายางในอนาคต ซึ่งจะส่งผลต่อการวางแผนในการปลูกยางของเกษตรกร ทำให้สามารถประมาณการเพิ่มหรือลดพื้นที่ในการเพาะปลูกได้อย่างเหมาะสม รวมถึงยังส่งผลต่อการรัฐบาลในการวางนโยบายเชิงกลยุทธ์ทางการค้า และการจัดเตรียมมาตรการรองรับกับสถานการณ์และปัญหาราคายางตกต่ำ

*Corresponding author

E-mail address: niwat_su@yahoo.com (N. Suvanna)

Online print: 27 May 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.2>

ต่อไป ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (Statistical Package for Social Sciences) รุ่น 11.5 โดยใช้ข้อมูลเวลาราคายางแผ่นดิบ (บาท/กิโลกรัม) ณ โรงงาน รวบรวมโดยสำนักงานกลางยางพารา เว็บไซต์ของการยางแห่งประเทศไทย เป็นราคายางแผ่นดิบ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 132 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2563 จำนวน 120 เดือน สำหรับใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้ง 3 ตัวแบบ ได้แก่ วิธีของโฮลท์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น และวิธีของบ็อกซ์ – เจนกินส์ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบพิจารณาจากร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error, MAPE) ของข้อมูลชุดที่ 1 แล้วพบว่าตัวแบบเหล่านี้เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าตัวแบบการพยากรณ์แบบอื่น ๆ ข้อมูลชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2564 ถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 12 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด

1. วิธีของโฮลท์ (Holt's method)

วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้นระยะสั้น วิธีนี้ใช้ค่าคงตัวการทำให้เรียบ 2 ค่า เป็นตัวถ่วงน้ำหนักระดับและความชันของข้อมูลแยกกันให้ค่า และเป็นค่าคงตัวการทำให้เรียบของระดับและความชันของข้อมูลตามลำดับโดยที่ $0 < \alpha < 1$ และ $0 < \beta < 1$ ดังสมการ (1) (Lorchirachoolnkul & Jitthavech, 2005)

$$X_t = b_{0t} + b_{1t} + \varepsilon_t \quad (1)$$

โดยที่ X_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

b_{0t} แทนระดับของข้อมูล ณ เวลา t

b_{1t} แทนความชันแนวโน้มของข้อมูล ณ เวลา t

ε_t แทนค่าคลาดเคลื่อนและ $\varepsilon_t \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

พิจารณาตัวแบบในสมการ (1) ซึ่งค่าพยากรณ์ของ X_t คือ $\hat{X}_t$ วิธีนี้จะประมาณระดับของข้อมูลและความชันแนวโน้มของข้อมูล ณ เวลา t คือ b_{0t}, b_{1t} ด้วย $\hat{b}_{0t}, \hat{b}_{1t}$ โดยใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยค่าคงตัว α และ β ดังสมการ (2) และ (3)

$$\hat{b}_{0t} = \alpha X_t + (1 - \alpha) \hat{X}_{t-1} \quad (2)$$

$$\hat{b}_{1t} = \beta (\hat{b}_{0t} - \hat{b}_{0(t-1)}) + (1 - \beta) \hat{b}_{1(t-1)} \quad (3)$$

และสมการที่ใช้ในการพยากรณ์ k หน่วยเวลาล่วงหน้า ณ เวลา t คือ สมการ (4)

$$\hat{X}_t(k) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}(k) \quad (4)$$

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ คือ ความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิธรอฟ มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้ Student's T-test และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้ F-test ของเลวีนาภายใต้การใช้อำนาจฐาน (Levene's Test based on Median)

2. วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น (Double exponential smoothing method, DES)

วิธีนี้จะให้น้ำหนักต่าง ๆ กันสำหรับข้อมูลทีหน่วยเวลาต่าง ๆ โดยจะให้น้ำหนักของข้อมูลลดลงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลตามหน่วยเวลาที่ห่างออกไปในอดีต ลักษณะการให้ข้อมูลเป็นดังนี้ (Lorchirachoolnkul & Jitthavech, 2005)

ข้อมูล	X_1	X_2	X_3	$\dots$	X_{t-2}	X_{t-1}	X_t
น้ำหนัก	a^{t-1}	a^{t-2}	a^{t-3}	$\dots$	a^2	a^1	a^0

เมื่อ a คือค่าคงตัวที่เรียกว่าปัจจัยส่วนลดและ $0 < a < 1$ ค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ณ เวลา t จึงเป็นค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก และวิธีนี้พัฒนามาจากวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลชั้นเดียวเพื่อสามารถให้ใช้ได้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มและสามารถปรับค่าพยากรณ์ตามแนวโน้มของข้อมูลจริงได้ พิจารณาดังตัวแบบในสมการ (1) และประมาณค่า b_{0t}, b_{1t} ด้วย $\hat{b}_{0t}, \hat{b}_{1t}$ ดังสมการ (5) และ (6)

$$\hat{b}_{0t} = 2S_{1t} - S_{2t} \quad (5)$$

$$\hat{b}_{1t} = \left(\frac{1-a}{a} \right) (S_{1t} - S_{2t}) \quad (6)$$

การหาค่าเริ่มต้นของ $\hat{b}_{0t}, \hat{b}_{1t}$ ณ เวลา $t=0$ จะต้องทราบค่า

S_{10}, S_{20} ซึ่งพิจารณาได้จากสมการ (7) และ (8)

$$S_{10} = \hat{b}_0 - \left(\frac{a}{1-a} \right) \hat{b}_1 \quad (7)$$

$$S_{20} = \hat{b}_0 - \left(\frac{2a}{1-a} \right) \hat{b}_1 \quad (8)$$

โดยที่ $\hat{b}_0, \hat{b}_1$ หาได้จากการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้นระยะยาว ณ เวลา $t=0$ และหา S_{1t}, S_{2t} ได้จากสมการ (9) และ (10)

$$S_{1t} = (1-a)X_t + aS_{1(t-1)} \quad (9)$$

$$S_{2t} = (1-a)S_{1t} + aS_{2(t-1)} \quad (10)$$

สามารถหาค่าพยากรณ์ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า ณ เวลา t ดังสมการ (4)

เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์แล้วจะดำเนินการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ คือ ความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Kolmogorov-Smirnov มีการเคลื่อนไหวนเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาจากกราฟ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) ของความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้ Student's T-test และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้ F-test ของเลวินภายใต้การใช้ค่ามัธยฐาน (Levene's Test based on Median)

3. วิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method)

มีการกำหนดตัวแบบโดยเริ่มจากตรวจสอบคุณสมบัติฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ของอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากการพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลาว่ามีสหสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีการคำนึงถึงความแปรผันของฤดูกาล ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ โดยมีตัวแบบทั่วไป คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s แสดงดังสมการที่ (11) (Bowerman & O'Connell, 1993; Box et al., 1994)

อนุกรมเวลา (X_t) ในการศึกษาครั้งนี้อนุกรมเวลาตัวแบบเชิงคูณของอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s มีตัวแบบคือ

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D X_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_q(B^s)\varepsilon_t \quad (11)$$

เมื่อ X_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

ε_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

$\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^s)$ แทนค่าคงที่ โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่มีภาวะคงที่ (Stationary Time Series)

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวแบบไม่มีฤดูกาลอันดับ p (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR(p))

$$\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_p B^{ps}$$

แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order P : SAR(P))

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (Non-Seasonal Moving Average of Order q : MA(q))

$$\Theta_q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_q B^{qs}$$

แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal Moving Average of Order Q : SMA(Q))

t แทนเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทนข้อมูลอนุกรมเวลาในชุดที่ 1

s แทนจำนวนฤดูกาล

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^s X_t = X_{t-s}$

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนกินส์แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. พิจารณาอนุกรมเวลาว่าคงที่หรือไม่โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา (t, X_t) กราฟ ACF และ PACF

หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ (Non – Stationary) ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป เช่น การแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (Difference or Seasonal Difference) การแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมสามัญหรือธรรมชาติ (Common Logarithm or Natural Logarithm) การแปลงด้วยเลขยกกำลังสอง เป็นต้น (Bowerman, B.L. & O’Connell, R.T., 1993)

2. กำหนดตัวแบบที่เป็นไปได้จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่คงที่ นั่นคือ กำหนดค่า p , q , P และ Q พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบด้วยวิธีด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

3. ตัดพารามิเตอร์ที่ไม่มีความสำคัญออกจากตัวแบบพยากรณ์ จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์และประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่จนกว่าจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญทั้งหมด

4. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบว่ามีค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีความสำคัญทางสถิติ และอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Kolmogorov-Smirnov มีการเคลื่อนไหวนั้นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้ Student’s T-test และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้ F-test ของเลวินภายใต้การใช้ค่ามัธยฐาน (Levene’s Test based on Median)

5. พยากรณ์อนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจากขั้นตอนที่ 4

4. การเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ทั้ง 3 ตัวแบบ จากข้อมูลชุดที่ 1 จะพิจารณาจากร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่มีค่าต่ำสุด ดังสมการ (12)

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{X_t} \right| \quad (12)$$

โดยที่ $e_t = X_t - \hat{X}_t$ แทนค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

X_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

$\hat{X}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

1. ผลการศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2563 จำนวน 120 เดือน โดยพิจารณาจากกราฟ (t, X_t) พบว่าการเคลื่อนไหวจะมีแนวโน้มปรับตัวลดลงในปี 2554 – 2558 กลับมาเพิ่มขึ้นในช่วงปี 2559 และปรับตัวลดลงในช่วงปี 2560 หลังจากนั้นมีการปรับตัวขึ้นและลงเรื่อย ๆ แสดงดัง Figure 1

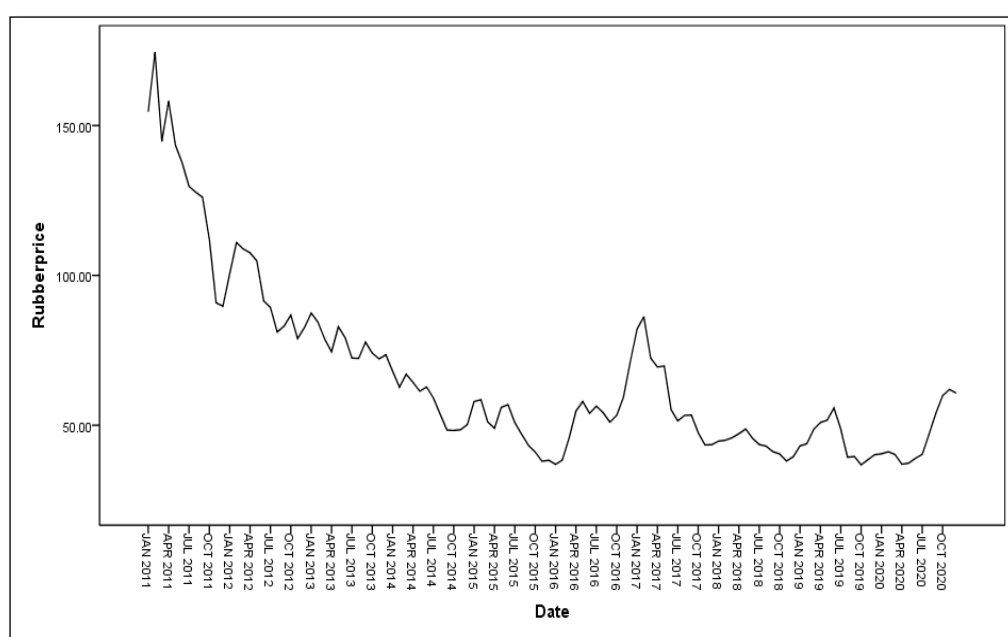


Figure 1 Movement of time series rubber price monthly data from January 2011 to December 2020.

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิธีของโฮลท์

การสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบในประเทศไทย โดยวิธีของโฮลท์ พบว่าคงตัวการทำให้เรียบ 2 ค่าเป็นตัวถ่วงน้ำหนักระดับและความชันของข้อมูลแยกกัน ซึ่งให้ค่า $\alpha = 0.999$ และ $\beta = 0.000054$ เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด และมีความสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 8.429, p-value = 0.935) แสดงใน Table 1 เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ (Kolmogorov-Smirnov = 0.06, p-value = 0.085) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดใน Figure 2 ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = -0.22$, p-value = 0.823) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 5.80, p-value = 0.501) ดังนั้นตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการ

$$\hat{X}_t(k) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}(k) \quad (13)$$

เมื่อค่าเริ่มต้น $\hat{b}_0 = 105.3471$ และ $\hat{b}_1 = -0.6522$
 $\hat{X}_t(k)$ แทนค่าพยากรณ์ k หน่วยเวลาล่วงหน้า ณ เวลา t โดยที่ t = 1 ถึง 12 (เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 12 เดือน)

2.2 วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น

การสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบในประเทศไทย โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจะได้ว่าค่า a ที่เหมาะสมที่สุดคือ $a = 0.521$ และมีความสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 22.312, p-value = 0.173) แสดงใน Table 2 เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ (Kolmogorov-Smirnov = 1.440, p-value = 0.1) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดใน Figure 3 ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = 0.25$, p-value = 0.803) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic=3.01, p-value = 0.666) ดังนั้นตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการ (14)

$$\hat{X}_t(k) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}(k) \quad (14)$$

เมื่อค่าเริ่มต้น $\hat{b}_0 = 105.3471$ และ $\hat{b}_1 = -0.6522$

$\hat{X}_t(k)$ แทนค่าพยากรณ์ k หน่วยเวลาล่วงหน้า ณ เวลา t โดยที่ t = 1 ถึง 12 (เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 12 เดือน)

2.3 วิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์

2.3.1 การตรวจสอบข้อมูล

จากการพิจารณากราฟ (t, X_t) กราฟ ACF และ PACF พบว่าอนุกรมเวลายังไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้มทำให้กราฟ ACF ใน Figure 4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองลดลงอย่างช้า ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการแปลงข้อมูลโดยการหาผลต่างอันดับที่ 1 ($d=1$) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดัง Figure 5 ซึ่งพบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์แสดงใน Table 3 และเนื่องจากอนุกรมเวลาชุดนี้ประกอบด้วย ส่วนประกอบของแนวโน้มเท่านั้น ทำให้ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s ลดรูปเป็น ARIMA(p,d,q) ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมในการวิจัยนี้คือตัวแบบ ARIMA(1,1,1) และค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดัง Table 4 เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ (Kolmogorov-Smirnov Statistic = 1.057, p-value = 0.239) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ดัง Figure 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t=0.03$, p-value = 0.973) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 6.96, p-value = 0.461) ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(1,1,1) จึงเป็นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ ARIMA(1,1,1) ดังสมการ (15)

$$X_t - X_{t-1} = -0.906(X_{t-1} - X_{t-2}) + 0.836u_{t-1} \quad (15)$$

เมื่อ X_{t-1} แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t-1

u_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

3. ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 3 ตัวแบบ ในสมการที่ (13), (14) และ (15) ได้ค่า MAPE สำหรับอนุกรมเวลาชุดที่ 1 คือราคายางแผ่นดิบตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ดังแสดงใน Table 5 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่า MAPE พบว่าตัวแบบพยากรณ์วิธีของโฮลท์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจาก

ให้ค่า MAPE ที่มีค่าต่ำสุด

Table 1 Statistics and p-value test independent of error in Holt's model by autocorrelation Ljung-Box Q method

Lag	df	Statistical value	p-value
18	16	8.429	0.935

*Significant difference at $p < 0.05$.

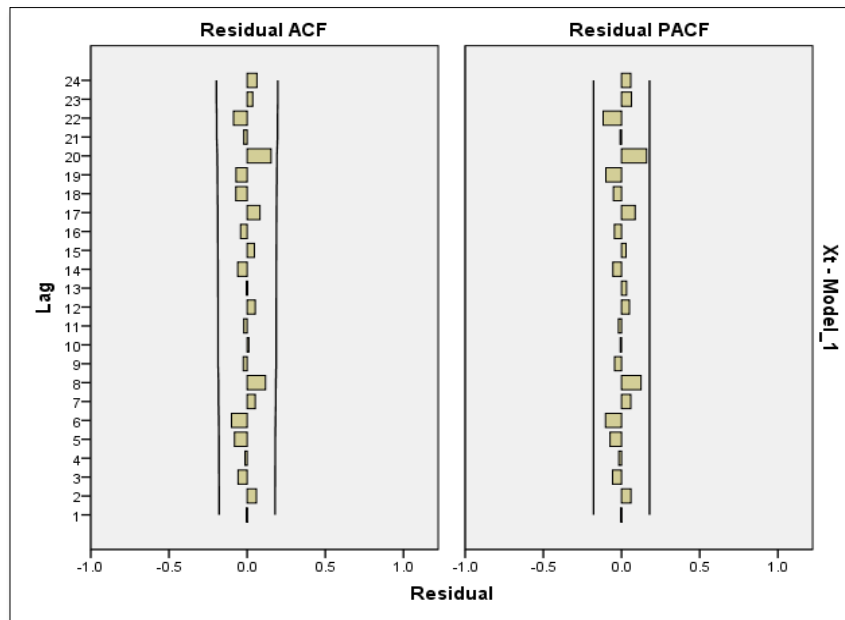


Figure 2 Histogram ACF and PACF of forecasting error by Holt's method.

Table 2 Statistics and p-value test independent of error in Double exponential smoothing model by autocorrelation Ljung-Box Q method

Lag	df	Statistical value	p-value
18	16	22.312	0.173

*Significant difference at $p < 0.05$.

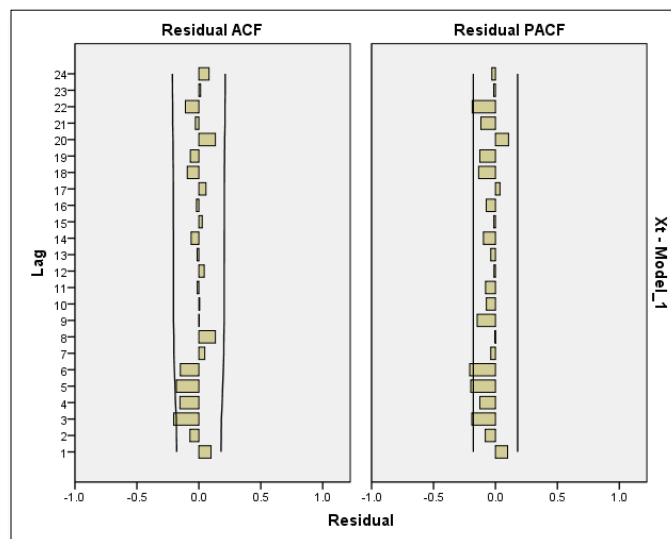


Figure 3 Histogram ACF and PACF of forecasting error by double exponential smoothing method.

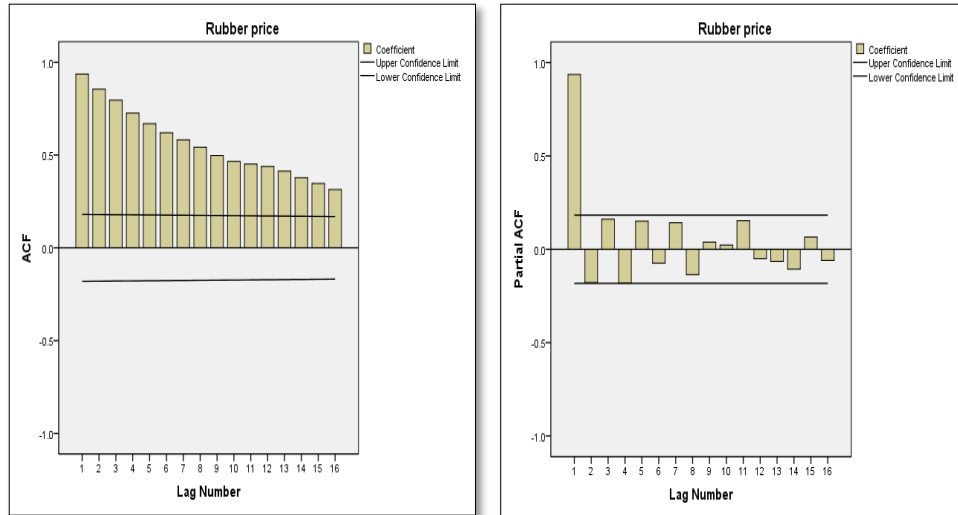


Figure 4 Histogram ACF and PACF of rubber price by Box-Jenkins method.

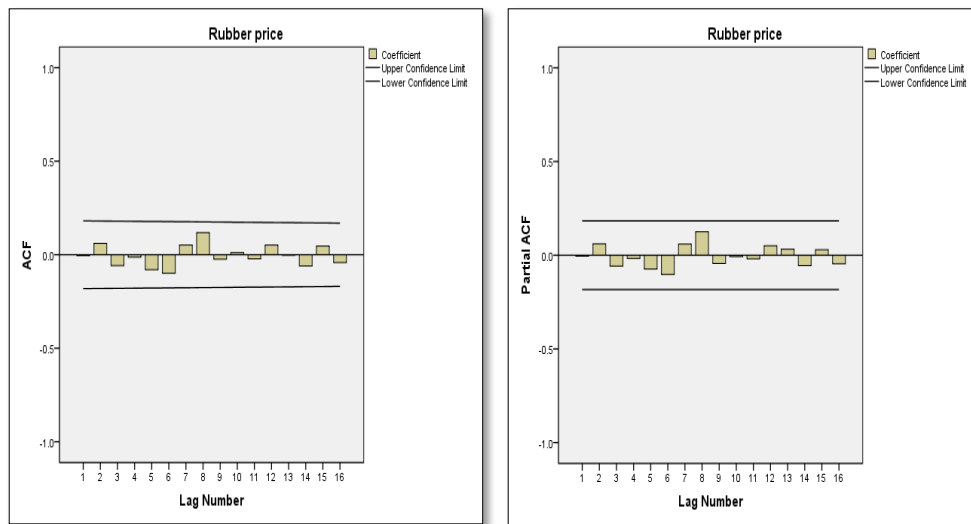


Figure 5 Histogram ACF and PACF of time series rubber price data transform rank difference 1 by Box-Jenkins method.

Table 3 Estimate parameter by ARIMA(1,1,1) model

Parameter	Estimate	Statistical value	p-value
AR1(ϕ_1)	-0.906	-6.831	0.000
MA1(θ_1)	-0.836	-4.740	0.000

*Significant difference at $p < 0.05$.

Table 4 Statistics and p-value test independent of error in Box-Jenkins model by autocorrelation Ljung-Box Q method.

Lag	df	Statistical value	p-value
18	16	0.9561	0.889

*Significant difference at $p < 0.05$.

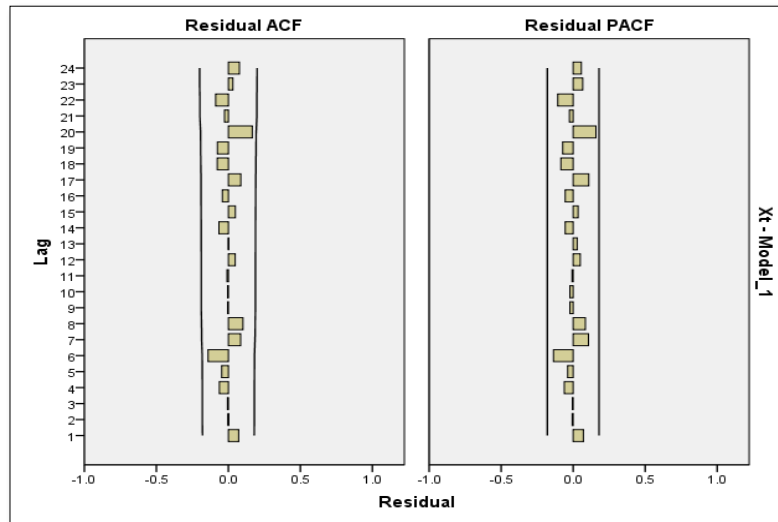


Figure 6 Histogram ACF and PACF of forecasting error by Box-Jenkins method.

Table 5 Compare MAPE of forecasting 3 models

Value	Rubber Price (Baht) forecasting		
	Holt's	DES	Box-Jenkins
MAPE	6.608	7.524	6.892

Table 6 Compare rubber price and forecasting value Holt's method

Time	Rubber Price (Baht)	Rubber Price (Baht) forecasting by Holt's method
Jan 2021	55.67	55.67
Feb 2021	57.32	54.79
Mar 2021	61.89	56.44
Apr 2021	60.13	61.02
May 2021	64.14	59.26
Jun 2021	59.36	63.27
Jul 2021	48.6	58.49
Aug 2021	50.22	47.72
Sep 2021	48.09	49.34
Oct 2021	50.31	47.21
Nov 2021	52.59	49.43
Dec 2021	54.02	51.71
MAPE		5.724

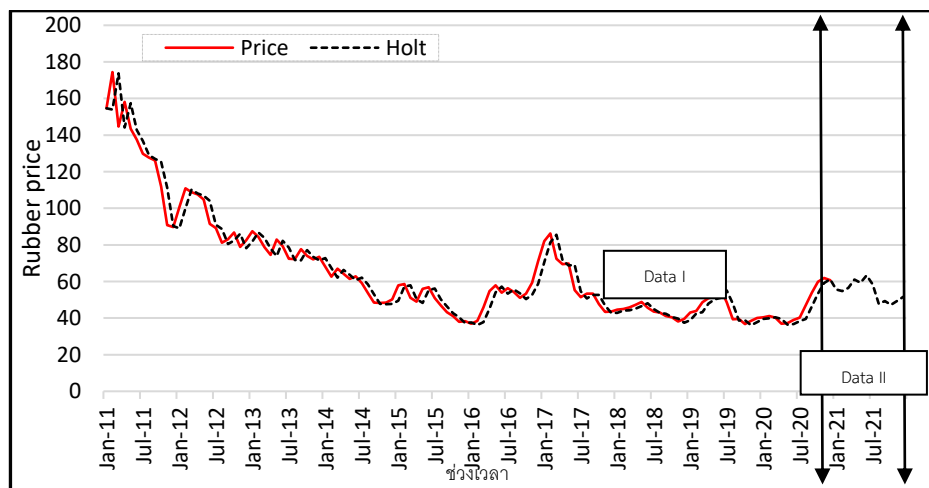


Figure 7 Time series plot of rubber price and forecasting value Holt's method.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบ ณ โรงงาน รวบรวมโดยสำนักตลาดกลางยางพารา เว็บไซต์ของการยางแห่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลราคายางแผ่นดิบ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 132 เดือน ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2563 จำนวน 120 เดือน สำหรับสร้างตัวแบบทั้ง 3 ตัวแบบ คือ วิธีของโฮลท์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ใช้เปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด พบว่า วิธีของโฮลท์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด ให้ค่าร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 6.608 ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2564 ถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 12 เดือน ใช้ในการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบด้วยวิธีของโฮลท์ และเมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีของโฮลท์และราคายางแผ่นดิบมีแนวโน้มลดลง มีราคาโดยเฉลี่ย 54.53 บาท/กิโลกรัม

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าวิธีของโฮลท์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด ดังแสดงใน Table 5 สอดคล้องกับงานวิจัย Keerativibool (2015) ที่รายงานว่าอาจเนื่องมาจากอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบประกอบด้วยส่วนประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล ถึงแม้ว่าจากการสังเกตภาพการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาอาจเห็นฤดูกาลได้ไม่ชัดเจนนัก แต่ในความเป็นจริงราคายางแผ่นดิบจะมีความผันแปรตามฤดูกาล โดยจะมีราคาสูงในช่วงหน้าร้อนประมาณเดือนเมษายนถึงสิงหาคม และราคาจะลดต่ำลงในช่วงหน้าฝนประมาณเดือนกันยายนถึงตุลาคม สอดคล้องกับผลการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถกรีดยางได้ในช่วงหน้าฝน เพราะต้นยางมีความชื้น อีกทั้งหน้ากรีดยางของต้นยางจะเปียกตลอดเวลา ทำให้เชื้อราเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ ก่อให้เกิดโรคต่อต้นยางพารา เช่น โรคใบร่วงและฝักเน่าไฟทอปทรา โรคเส้นดำ โรคเปลือกเน่า โรคราสีชมพู และโรครากชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ น้ำฝนจะรวมกับน้ำยางในถ้วยรับน้ำยาง ทำให้น้ำยางค่อย ๆ จับตัวและกลายเป็นน้ำยางที่เริ่มบูด เน่า เสีย ไม่สามารถนำไปทำเป็นยางแผ่นดิบที่มีคุณภาพดีได้ ดังนั้นเกษตรกรชาวสวนยางพาราจึงมักจะหยุดกรีดยางในช่วงเวลานี้ประมาณ 2 – 3 เดือน เพื่อให้ต้นยางพาราได้พักและนำอาหารที่สร้างไว้ไปบำรุงให้เปลือกและลำต้นเจริญเติบโตเป็นผลผลิตที่ดีในรอบกรีดยางต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบ ณ โรงงาน โดยเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ของ 3 ตัวแบบ คือ วิธีของโฮลท์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ พบว่าวิธีของโฮลท์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด ให้ค่าร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 6.608 อย่างไรก็ตามราคายางแผ่นดิบอาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยเวลาเพียงปัจจัยเดียว ดังนั้นการศึกษารังต่อไป ผู้วิจัยควรพิจารณาปัญหาอื่น ๆ ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วย เช่น ปริมาณผลผลิตที่ได้ และปริมาณความต้องการใช้ เป็นต้น รวมถึงเมื่อมีราคาปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

References

- Bowerman, B. L., & O'Cannell R. T. (1993). *Forecasting and time series: An applied approach*. (The duxbury advanced series in statistics and decision sciences). Belmont, CA: Duxbury Press.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsele, G. C. (1994). *Time series analysis: Forecasting and control* (3rd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Cooperative fund rubber thongphaphum. (2013). Good quality raw rubber sheet. Accessed August 20, 2021. Retrieved from <https://www.thansettakij.com/economy/489891>
- Keerativibool, W., (2015). Forecasting model for the price of rubber unsmoked sheets level 3. *RMUTI Journal Science and Technology*, 8(2), 131–139. (in Thai)
- Keerativibool, W., & Kanjanasamranwong, P. (2014). Forecasting the prices of rubber smoked sheets level 3. *KKU Science Journal*, 42(1), 235 – 247. (in Thai)

Lorchirachoolnkul, V., & Jitthavech, J. (2005). *Forecast techniques* (3rd ed.). Bangkok: National institute of development administration (NIDA). (in Thai)

Research article

A model comparison for rubber price forecasting in Thailand

Niwat Suvanna*

*Program in Applied Statistics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000

ARTICLE INFO

Article history

Received: 4 August 2021

Revised: 30 January 2022

Accepted: 3 March 2022

Online published: 27 May 2022

Keyword

Rubber Price in Thailand

Holt's method

Double exponential smoothing method

Box-Jenkins method

ABSTRACT

The objective of this research was to study and compare an appropriate model of rubber price forecasting. Three models of Holt's method, the Double exponential smoothing method, and the Box-Jenkins method were represented. In this research, the rubber price data of Thailand was used. The total data was collected in 132 months between January 2011 to December 2021, and divided data into two sets.

The first set had 120 months from January 2011 to December 2020 for constructing 3 models, and another set had 12 months (January 2021 to December 2021) for comparing accuracy of the forecasts via the criteria of the lowest mean absolute percentage error. It was concluded from this research that using Holt's method for rubber price forecasting in Thailand which model $\hat{X}_t(k) = \hat{b}_{0t} + \hat{b}_{1t}(k)$ was suitable while the defaults were $\hat{b}_0 = 105.3471$ and $\hat{b}_1 = -0.6522$ because the mean absolute percentage error was the lowest value (6.608).

*Corresponding author

E-mail address: niwat_su@yahoo.com (N. Suvanna)

Online print: 27 May 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.2>



บทความวิจัย

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านหัวบึง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

เฉลิมกิตต์ ภูสุวรรณ^{1*} และ ไกรเลิศ ทวีกุล²

^{1*}สำนักงานเกษตรอำเภอกุสุมาลย์ อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดมหาสารคาม 44140

²สาขาวิชาการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอมิ่งเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 16 สิงหาคม 2564

แก้ไข: 10 ธันวาคม 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 26 กุมภาพันธ์ 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 27 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

ป่าชุมชน

การจัดการ

การมีส่วนร่วม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบริบทชุมชนบ้านหัวบึงและบริบทป่าชุมชนบ้านหัวบึง การมีส่วนร่วมของชุมชน แนวทางพัฒนาการจัดการป่าชุมชนอย่างมีส่วนร่วม และการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนของประชาชนบ้านหัวบึง หมู่ที่ 9 ตำบลทรายมูล อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-Method Research) เก็บข้อมูลจากประชาชนจำนวน 113 คนในเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2562 โดยใช้แบบสัมภาษณ์ และการจัดเวทีชุมชนเชิงปฏิบัติการโดยใช้เทคนิคกระบวนการแบบมีส่วนร่วม Appreciation Influence Control (AIC) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า บ้านหัวบึงตั้งอยู่ที่ หมู่ 9 ตำบลทรายมูล อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ก่อตั้งหมู่บ้านขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2442 มีพื้นที่อาศัย 62 ไร่ พื้นที่ทำการเกษตร 883.24 ไร่ และที่ดินสาธารณะประโยชน์ 124 ไร่ โดยป่าชุมชนบ้านหัวบึงมีเนื้อที่ 80-0-9 ไร่ มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย สภาพป่าเป็นป่าดิบแล้ง ไม้ที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ ยางนา เต็ง รัง ตะเคียนหิน มะเดื่อขาว และมีบ่อน้ำผุดกลางป่าชุมชน ด้านการมีส่วนร่วมในการจัดการและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนพบว่า การมีส่วนร่วมด้านการปฏิบัติงานและการมีส่วนร่วมด้านการติดตามและประเมินผลอยู่ในระดับมาก ส่วนการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน เพื่อประกอบพิธีกรรมและประโยชน์จากบ่อน้ำผุดมากที่สุด และแนวทางการจัดการป่าชุมชนอย่างมีส่วนร่วมและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน โดยการจัดทำเวทีชุมชนและได้แนวทางการพัฒนาในรูปแบบของการจัดสร้างตลาดขายสินค้าเกษตรและของป่าหน้าป่าชุมชน

บทนำ

ป่าชุมชน คือ ป่านอกเขตป่านุรักษ์หรือพื้นที่อื่นของรัฐ ที่ได้รับอนุมัติให้จัดตั้งเป็นป่าชุมชน โดยชุมชนร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ เช่น หน่วยงานรัฐ องค์กรเอกชน เข้ามามีส่วนร่วมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ฟื้นฟู จัดการ บำรุงรักษา ตลอดจนใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชุมชน อย่างสมดุลและยั่งยืน ในประเทศไทยมีป่าชุมชนทั้งหมด 11,114 โครงการ มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 6,085,188 ไร่ 58 งาน โดยภาคเหนือมีเนื้อที่ป่าชุมชนมากที่สุด รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่

1,411,749 ไร่ 3 งาน (Community Forest Management Office, 2018a) โดยป่าชุมชนแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1) ป่าชุมชนดั้งเดิม 2) ป่าชุมชนแบบพัฒนา โดยพัฒนาการของป่าชุมชนได้แบ่งออกเป็น 1) ป่าชุมชนที่เริ่มโดยชุมชน และ 2) ป่าชุมชนที่ริเริ่มโดยหน่วยงานภายนอก (Komol, 1992)

ป่าชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงพื้นที่เป็นโคกดอน โดยมีวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์หลายรูปแบบ เช่น รักษาไว้เป็นที่อยู่ของวิญญูณบรรพบุรุษที่เรียกกันว่า “ป่าดอนปู่ตา” ใช้เพื่อเป็นสถานที่ปฏิบัติธรรมหรือ

*Corresponding author

E-mail address: cphulawan@gmail.com (C. Phulawan)

Online print: 27 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.6>

สถานที่ประกอบพิธีทางศาสนา ได้แก่ ป่าช้า หรือ วัดป่า โดยทั่วไปป่าชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรัง โดยมีลักษณะลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีต้นไม้ขนาดเล็ก และขนาดกลาง พันธุ์ไม้เด่นอันเป็นไม้ดัดขึ้นประกอบด้วยไม้ในวงศ์ยาง ฤๅษี และจะผลัดใบ และมีไฟป่าเป็นประจำ โดยป่าชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีทั้งป่าบก ป่าบุ่ง และป่าทาม ซึ่งเป็นป่าในพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทหนึ่ง ชาวบ้านรักษาป่าชุมชนไว้เพื่อเป็นแหล่งอาหารธรรมชาติ เช่น หน่อไม้ เห็ด ไข่มดแดง ผักหวาน ไม้ไผ่สอย และเป็นสถานที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนา ป่าชุมชนจึงมีความสำคัญทั้งทางด้านกายภาพและด้านวัฒนธรรมต่อชุมชน (Royal Forest Department, 1999)

ป่าชุมชนบ้านหัวบึงเป็นป่าชุมชนอีกแห่งหนึ่งที่ชุมชนได้อนุรักษ์หวงแหนป่าชุมชนให้เป็นแหล่งพึ่งพาของคนในชุมชน ใช้เป็นแหล่งอาหารในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ รวมไปถึงใช้ในประโยชน์ทางด้านจิตใจของชุมชนทั้งด้านประกอบพิธีกรรมและการใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ โดยตั้งอยู่ที่ บ้านหัวบึง หมู่ที่ 9 ตำบลทรายมูล อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น มีเนื้อที่ประมาณ 88 ไร่ ได้รับอนุมัติโครงการป่าชุมชนเมื่อปี พ.ศ. 2556 สภาพป่าเป็นป่าดิบแล้ง มีพรรณไม้ที่พบได้แก่ ไม้ตะแบก ยางนา แดง ประดู่ มะกอกเกลี้ยง เป็นแหล่งซับน้ำ มีน้ำใช้ตลอดปีโดยมีพื้นที่ชุ่มน้ำรอบ ๆ แหล่งน้ำซับประมาณ 3 ไร่ โดยชาวบ้านเรียกว่าบ่อน้ำผุด มี ไลเคนส์ เฟิร์นมอส ผักกูด ขึ้นอยู่บริเวณแหล่งซับน้ำ บ่อน้ำผุดนี้เกิดขึ้นกลางป่าชุมชนแห่งนี้มาแล้วกว่า 100 ปี เป็นแหล่งน้ำที่ใช้ทั้งการบริโภคและเกษตรกรรมของชุมชน (Community Forest Management Office, 2018b)

ป่าชุมชนบ้านหัวบึง มีความหลากหลายของสมุนไพรและของป่า เช่น ว่านพญาเขียว พายสะเมา นางแขง เป็นต้น และมีเส้นทางศึกษาธรรมชาติที่ชัดเจน เป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ธรรมชาติให้แก่ประชาชน และผู้ที่สนใจศึกษาเรื่องป่าธรรมชาติจึงได้รับรางวัลคนรักป่า ประจำปี พ.ศ. 2558 โดยกรมป่าไม้ และรางวัลสื่อสารวัฒนธรรมด้านอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมดีเด่นปี พ.ศ. 2560 โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ด้วยลักษณะของป่าชุมชนที่มีความสมบูรณ์ทางด้านชีวภาพทำให้เป็นที่แหล่งสำคัญที่ให้ประโยชน์กับชุมชน และเป็นแหล่งประกอบกิจกรรมทางวัฒนธรรมรวมทั้งความเชื่อของชุมชน พร้อมทั้งเป็นแหล่งน้ำผุดธรรมชาติที่ชุมชนได้อาศัยในการอุปโภคบริโภคด้วยประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้ จึงทำให้ผู้วิจัยอยากทราบการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนบ้านหัวบึง โดยอยู่บนพื้นฐานความต้องการและการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนบ้านหัวบึง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าชุมชนบ้านหัวบึง รวมทั้งแนวทางการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการและการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมและยั่งยืน ที่จะสามารถขยายผลสู่การจัดการป่าชุมชนอื่น ๆ ด้วย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-method research) เก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลจากประชากรจำนวน 113 คนครัวเรือน ในเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2562 โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบสำรวจพรรณไม้มิ แบบฟอร์มการจัดเวทีชุมชนเชิงปฏิบัติการโดยใช้เทคนิคกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม Appreciation influence control (AIC) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ อธิบายค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของข้อมูล

ผลการวิจัย

1. บริบทชุมชนบ้านหัวบึงและบริบทป่าชุมชนบ้านหัวบึง

1.1 ประวัติความเป็นมาบ้านหัวบึง

จากการศึกษาพบว่าได้มีการก่อตั้งหมู่บ้านขึ้นมาเมื่อปี พ.ศ. 2442 โดยมีการอพยพมาจาก สองหมู่บ้านที่อยู่ใกล้กันคือหมู่บ้านโคกลำและบ้านขามเรื่อน อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของหมู่บ้านในปัจจุบันประมาณ 1 กิโลเมตร โดยสาเหตุที่เลือกก่อตั้งหมู่บ้านในสถานที่ปัจจุบัน เพราะมีแหล่งน้ำ มีหนองบึงและ มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ ปัจจุบันบ้านหัวบึง หมู่ที่ 9 ตำบล ทรายมูล อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่เป็นพื้นที่อาศัย 62 ไร่ พื้นที่ทำการเกษตร 883.24 ไร่ และที่ดินสาธารณะประโยชน์แบ่งได้ดังนี้ ดอนดงคำ 88 ไร่ หนองบึง 15 ไร่ ดอนดงน้อย 12 ไร่ ดอนปู่ตา 9 ไร่ โดยมีครัวเรือนทั้งหมด 157 ครัวเรือน

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป มีความสูงของภูมิประเทศประมาณ 150–180 เมตร สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีลักษณะสภาพดินทั่วไปเป็นดินร่วนปนทราย บ้านเรือนส่วนใหญ่อยู่บนที่ดอนที่นามีทั้งที่ลุ่มและที่ดอน โดยมีลักษณะเป็นที่ราบลูกคลื่นลาดชันสลับไปมาจากป่าชุมชนบ้านหัวบึง

1.2 ประวัติป่าชุมชนบ้านหัวบึง

ป่าชุมชนบ้านหัวบึง ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 9 ตำบลทรายมูล อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งในอดีตหลังจากได้ก่อตั้งหมู่บ้านหัวบึงแล้วปราชญ์ในหมู่บ้านหัวบึงกล่าวว่า เมื่อปี พ.ศ. 2442 ความศักดิ์สิทธิ์ของหลวงปู่สีทน กิตติปัญญา เป็นที่ยำเกรงของคนในชุมชนและรอบ ๆ ชุมชน เนื่องจากเชื่อว่าเป็นผู้มีเวทมนต์อาคมซึ่งได้ปฏิบัติธรรมได้เข้มแข็งถึงขั้นปลุกคาถาเป็นนือนานาญของญาติโยม หลวงปู่สีทน กิตติปัญญา ได้แสดงธรรมให้ญาติโยมโดยให้มีการรักษาน้ำ รักษาป่าไม่ให้ตัดไม้ทำลายป่าถ้ามีการทำลายป่าต้นน้ำก็จะหายไปเ็นที่สุด ผู้คนได้ฟังดังนั้นจึงเชื่อฟัง ไม่ตัดไม้ทำลายป่าที่สมบูรณ์ โดยเป็นคำสอนสืบทอดกันมาจากรุ่นสู่รุ่น ทำให้ป่าชุมชนบ้านหัวบึงจึงมีสภาพป่าที่สมบูรณ์จนถึงทุกวันนี้ ป่าชุมชนบ้านหัวบึงจึงเกิดขึ้นจากความร่วมมือ

ร่วมใจของราษฎรในชุมชนที่มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ หวงแหวน ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชน ประกอบกับพื้นที่ชุมชนแห่งนี้มี ศาลปู่ตา เป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ชุมชนสักการบูชา เป็นศูนย์รวมใจของ ชาวบ้านในชุมชนให้ช่วยกันดูแลรักษาป่า มีบ่อน้ำที่เกิดขึ้นกลางป่า ชุมชนแห่งนี้มาแล้วกว่าร้อยปีแล้ว เป็นบ่อน้ำตามธรรมชาติที่เชื่อกัน ว่า เป็นบ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์มีน้ำผุดตลอดปี เป็นแหล่งน้ำที่ใช้ทั้งการบริโภค และการเกษตรกรรม และเป็นป่าชุมชนที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีความ หลากหลายของของสมุนไพรและของป่ามีต้นมะเดื่อกลางขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ

การจัดตั้งป่าชุมชนบ้านห้วยบึง เป็นที่สาธารณะประโยชน์หนังสือ สำคัญสำหรับที่หลวง (นสล.) เลขที่ 49286 เนื้อที่ 88-0-9 ไร่ ได้รับการ อนุมัติโครงการป่าชุมชนโดยกรมป่าไม้ เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2556 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ชุมชนเป็นศูนย์กลางในการบริหารจัดการ ควบคุม ดูแล รักษาหรือบำรุงป่า พัฒนาสิ่งแวดล้อมและการใช้ ประโยชน์ภายใต้หลักความยั่งยืนมุ่งหวังที่จะพัฒนาป่าไม้และสร้าง ความเข้มแข็งของชุมชนควบคู่กันต่อไป ชุมชนจะได้มีความสุข พร้อม ด้วยความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรป่าไม้ ดินและน้ำ ตลอดจน มุ่งหวังที่จะบริหารจัดการป่าอันเป็นประโยชน์ต่อการรับผลิต มาลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ในครัวเรือน เป็นการปรับปรุงคุณภาพชีวิต ของราษฎรในชุมชนให้ดีขึ้น เป็นแหล่งไม้ใช้สอย แหล่งเก็บหาของป่า แหล่งสมุนไพร และเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศของชุมชน

ความสำเร็จของป่าชุมชนบ้านห้วยบึง หลังจากการจัดตั้งป่าชุมชน ในปี พ.ศ. 2556 แล้ว เนื่องจากการที่ชาวบ้านร่วมมือร่วมใจในการ ดูแลรักษาป่าชุมชนบ้านห้วยบึงจึงทำให้นั้นมีความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลให้ได้รับรางวัลดังต่อไปนี้

- 1) รางวัลถ้วยพระราชทานสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยาม บรมราชกุมารี พร้อมเงินกองทุนอนุรักษ์ป่าชุมชน 100,000 บาท ใน โครงการคนรักป่า ประจำปี 2558 ซึ่งได้รับรางวัลรองชนะเลิศ ระดับประเทศ จัดโดยกรมป่าไม้ และบริษัท ราชบุรี โฮลดิ้ง จำกัด

- 2) รางวัลลูกขอมรดกของแผ่นดินใต้ร่มพระบารมี ของกระทรวง วัฒนธรรม ประจำปี 2561 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมต้นไม้ พร้อมทั้งนำข้อมูลไปใช้ในการสืบค้นเผยแพร่และส่งเสริมให้เกิดเป็น แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม

- 3) รางวัลโล่เชิดชูเกียรติผู้มีผลงานดีเด่นวัฒนธรรมสัมพันธ์ สาขานิเวศน์นิเวศวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งมอบให้กับกลุ่มอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านห้วย บึง เนื่องในวโรกาสคล้ายวันพระราชสมภพสมเด็จพระเทพ รัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีและ วันอนุรักษ์มรดกไทย เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2561

2. การมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนและการใช้ประโยชน์จาก ป่าชุมชนบ้านห้วยบึง

จากการศึกษาพบว่า การมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนและ

การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนของชาวบ้านบ้านห้วยบึงอยู่ในระดับปาน กลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.27) ซึ่งในแต่ด้านแสดงใน Table 1 ดังนี้

- 1) การมีส่วนร่วมในด้านการค้นหาสาเหตุของปัญหาอยู่ใน ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.12

- 2) การมีส่วนร่วมในการวางแผนการอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.21)

- 3) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 2.44)

- 4) การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์จากป่าชุมชนอยู่ใน ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.28)

- 5) การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผลอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 2.34)

จาก Table 1 แสดงให้เห็นว่า ชาวบ้านบ้านห้วยบึงมีส่วนร่วมใน การจัดการป่าชุมชนและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน เนื่องจากการ จัดตั้งป่าชุมชนบ้านห้วยบึงนั้น ได้จัดตั้งป่าชุมชนแห่งนี้มาเป็นเวลานาน หลายปีจึงทำให้ชาวบ้านบางส่วนขาดความสนใจที่จะเข้าร่วมประชุม ปรึกษาหารือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับป่าชุมชน หรือร่วมวางแผนงาน ต่าง ๆ รวมทั้งคิดว่ามีกรรมการป่าชุมชนที่ได้ทำหน้าที่ในส่วนนี้อยู่แล้ว จึงทำให้บางครั้งชาวบ้านจึงไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมเหล่านี้ แต่ยังคงให้ ความสำคัญในเรื่องของการจัดการป่าชุมชนในภาคปฏิบัติอยู่ เนื่องมาจากการที่ลักษณะชุมชนบ้านห้วยบึงเป็นชุมชนที่มีวัฒนธรรมที่ เน้นความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีสิ่งที่ชาวบ้านให้ความเคารพนับถือ ชาวบ้านมีส่วนร่วมในการสร้างประโยชน์ต่อป่าชุมชนบ้านห้วยบึงทั้ง ทางด้านแรงงาน สนับสนุนทุนทรัพย์ วัสดุและอุปกรณ์เพื่อดูแลรักษา ป่าชุมชนของตนเอง รวมทั้งการเห็นถึงความสำคัญเรื่องของประโยชน์ ที่ได้จากป่าชุมชน โดยเฉพาะบ่อน้ำผุด และศาลปู่ตาทั้งสองที่ชาวบ้าน นั้นให้ความสำคัญอย่างยิ่ง ส่วนการใช้ประโยชน์จากการเก็บหาของ ป่าในป่าชุมชนบ้านห้วยบึง ที่ยังเห็นได้ว่ามีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์ ในส่วนนี้อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากการที่ป่าชุมชนบ้านห้วยบึงมี กฎระเบียบที่ค่อนข้างเคร่งครัด และการจำกัดการเข้าใช้ประโยชน์ใน ส่วนนี้ ในด้านของการมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล ชาวบ้านมีส่วนร่วมในระดับมาก เนื่องจากชาวบ้านมีความสนใจในป่า ชุมชนของตนเอง มีการเข้าร่วมสังเกตการณ์ความเปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้นในป่าชุมชนของตนเอง

2.1 การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านห้วยบึงของ ชาวบ้านบ้านห้วยบึงจำนวน 113 รายในรอบปี 2562 พบว่ามีการ ประกอบพิธีกรรม 100.00 % มีการใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำผุด 97.30 % มีการใช้ประโยชน์เพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ 85.80 % มี การเก็บผักป่า 60.20 % มีการเก็บเห็ดป่า 57.50 % มีการหาแมลง และผลผลิตของแมลง 54.0 % มีการเก็บผลไม้ป่า 18.6 % และ มี การเก็บสมุนไพร 17.7 % ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Participation in community forest management in 5 aspects

Participation issues	level of participation		
	Mean ¹	S.D.	Interpretation ²
1. Participation in the root cause of problems	2.12	0.57	Medium Level
2. Participation in planning	2.21	0.54	Medium Level
3. Participation in the operation	2.44	0.44	High Level
4. Participation in receiving benefits from community forests	2.28	0.39	Medium Level
5. Participation in monitoring and evaluation	2.34	0.54	High Level
Mean	2.27	0.49	Medium Level

annotation interpretation criterion

Mean 2.34 – 3.00 High Level

Mean 1.67 – 2.33 Medium Level

Mean 1.00 – 1.66 Low Level

Table 2 Types of utilization of community forests

Category	%
1. Perform a ritual	100.00
2. The benefits of spring water	97.30
3. Ecotourism	85.30
4. Picking wild vegetables	60.20
5. Mushroom picking	57.50
6. Find insects	54.00
7. Find wild fruit	18.60
8. Find herbs	17.70

Table 2 แสดงให้เห็นถึงการใช้อย่างไรจากป่าชุมชนของชาวบ้านบ้านหัวบึง โดยใช้เป็นแหล่งอาหารในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ รวมไปถึงใช้ในประโยชน์ทางด้านจิตใจของชุมชนทั้งด้านประกอบพิธีกรรมและการใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ โดยการใช้อย่างไรทางด้านอาหารและการประกอบอาชีพชาวบ้านบ้านหัวบึงเน้นการใช้อย่างไรเพื่อการบริโภคเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากมีกฎเกณฑ์ของป่าชุมชนในการเก็บหาของป่า และชาวบ้านยังต้องการอนุรักษ์พืชพรรณให้ขยายพันธุ์ไว้เก็บหาในปีถัดไปด้วย ซึ่งประกอบด้วยการใช้อย่างไรในการเก็บเห็ด โดยชาวบ้านเก็บเห็ดเพื่อการบริโภคในครัวเรือน และส่วนหนึ่งนำไปจำหน่ายสร้างรายได้เสริมแก่ชาวบ้านที่เก็บหาเห็ดในรอบปีที่ผ่านมา ลดรายจ่ายภายในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี ส่วนการเก็บผักป่าส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคในครัวเรือน มีเพียงผักกูดเท่านั้นที่ชาวบ้าน นำไปจำหน่ายเนื่องจากมีปริมาณผักกูดตลอดทั้งปี เช่นเดียวกับการเก็บหาแมลงและผลผลิตของแมลงที่ส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคภายในครัวเรือนและแจกจ่ายเพื่อนบ้าน การเก็บหาผลไม้ป่าและการเก็บหาสมุนไพรมีการใช้อย่างไรน้อยกว่าประเภทอื่น ๆ เนื่องจากไม่นำมาใช้ในการชีวิตประจำวันอย่างแพร่หลายรวมถึงการเก็บผลไม้ป่าชาวบ้านจะเก็บหาเมื่อถึงฤดูกาลและต้องการอยากรับประทานเท่านั้น และสมุนไพรในป่าชุมชนชาวบ้านเก็บหาและนำมาใช้เมื่อยามจำเป็น ส่วนใหญ่ใช้รักษาแผนปัจจุบันในการรักษาโรค สอดคล้องกับ Samat (2005) ที่รายงานว่าการจัดการป่าไม้โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่โครงการพัฒนา

ดุง อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงรายแสดงให้เห็นว่าชุมชนมีการพัฒนารูปแบบการจัดการป่าไม้ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและสอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชน โดยทางโครงการพัฒนาโดยดุงได้เปิดโอกาสให้ชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการป่าไม้ทั้งในด้านการกำหนดระเบียบและการจัดการเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากป่าไม้ ชุมชนมีการจัดการป่าไม้ได้อย่างมีความเหมาะสมด้วยการกำหนดกติกาในการที่จะไม่ใช้ประโยชน์เกินกำลังการผลิตไม้และสร้างจิตสำนึกร่วมกันของคนในชุมชนที่จะต้องดำเนินตามกติกาที่ร่วมกันสร้างไว้ อีกทั้งชุมชนสามารถนำเอาความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการดำเนินงานมาปรับปรุงและแก้ไขปัญหาร่วมกัน เพื่อพัฒนาความเข้มแข็งในการบริหาร จัดการทรัพยากรในท้องถิ่นต่อไปในอนาคต ซึ่งถือเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของท้องถิ่นให้สามารถพึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน การใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำผุดชาวบ้านมีการใช้ประโยชน์เกือบทั้งหมดเนื่องจากเป็นแหล่งน้ำหลักของหมู่บ้านที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภค รวมไปถึงการใช้น้ำเพื่อการประกอบอาชีพทางการเกษตร

3. แนวทางพัฒนาการจัดการป่าชุมชนอย่างมีส่วนร่วมและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน

หลังจากการจัดเวทีชุมชนเชิงปฏิบัติการ เรื่องการวิเคราะห์และวางแผนชุมชนแบบมีส่วนร่วม ด้วยเทคนิค AIC ณ บ้านหัวบึง ตำบลทรายมูล อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบว่าชาวบ้านบ้านหัวบึงได้มีความร่วมแรงร่วมใจคนในชุมชนที่มีจิตสำนึกในการ อนุรักษ์ หวงแหน

ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชน ความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับป่าแห่งนี้ โดยได้ให้คำสอนที่สืบทอดกันมาจากรุ่นสู่รุ่น ซึ่งเกิดจากความเชื่อและความยำเกรงในสิ่งศักดิ์ในป่าชุมชนบ้านหัวบึง ซึ่งได้หลงปู่สืบทอด กิตติปัญญา ได้ให้คำสอนให้มีการอนุรักษ์ป่าชุมชนแห่งนี้ การห้ามตัดไม้ทำลายป่าเพื่อเป็นแหล่งต้นน้ำที่หล่อเลี้ยงชีวิตของคนในชุมชน ซึ่งส่งผลทำให้ป่าชุมชนบ้านหัวบึงเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์และชาวบ้านตระหนักถึงประโยชน์ที่ได้รับจากป่าชุมชนแห่งนี้ ทั้งในด้านการประกอบอาชีพ การหาเลี้ยงครอบครัว การเป็นศูนย์รวมจิตใจของคนในชุมชน รวมไปถึงการสร้างชื่อเสียงให้ชุมชนแห่งนี้ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Orapin (1994) กล่าวว่า เป็นเทคนิคหรือแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้สมาชิกขององค์กรมาร่วมกันเรียนรู้ในกิจกรรม เพื่อส่งเสริมการทำงานและพัฒนาาร่วมกัน เทคนิคในการประชุมเพื่อระดมความคิดในการพัฒนาหมู่บ้าน กระบวนการกลุ่ม โดยให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการที่ผู้เข้าร่วมประชุมสนทนาใช้ความรู้สึกร่วมกัน ร่วมกันสร้างปณิธาน สร้างอนาคตที่พึงปรารถนาของกลุ่ม แล้วใช้ปัญญาร่วมกันด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นสำคัญ จากนั้นจึงร่วมกันวางแผนปฏิบัติ เพื่อควบคุมให้เกิดการกระทำ ซึ่งนับว่าเป็นการประชุมเชิงปฏิบัติการที่เปิดโอกาสให้ ทุกคนมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมกันในการคิดและตั้งเป้าหมายที่อยากเห็นร่วมกัน แล้วจึงนำไปสู่แนวทางปฏิบัติที่เป็นไปได้จริง คือการแก้ไขปัญหาหรือสร้างสรรค์องค์กร

โครงการที่ได้จากการร่วมวิเคราะห์และวางแผนชุมชนแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิค AIC คือ

1) การสร้างสถานที่จำหน่ายสินค้าหน้าป่าชุมชน โดยชาวบ้านเสนอให้มีการใช้พื้นที่สาธารณะหน้าป่าชุมชน เป็นสถานที่ที่ยังไม่ได้ทำประโยชน์ใด ๆ ซึ่งชาวบ้านเล็งเห็นว่าจากการที่คนในชุมชนส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรมและยังขาดสถานที่จำหน่ายผลผลิต เช่น พืชผักชนิดต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ OTOP จากกลุ่มต่าง ๆ เช่น ปลาตุ๋น ร้า ผลิตภัณฑ์เสื่ออก หรือขนมไทย เป็นต้น รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ที่เก็บหาได้จากป่า ซึ่งปกติชาวบ้านจะนำผลผลิตไปจำหน่ายยังชุมชนอื่น ดังนั้นชาวบ้านจึงต้องการสถานที่จำหน่ายสินค้าหน้าป่าชุมชน เพื่อสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนนอกเหนือจากการประกอบอาชีพหลัก และเป็นสถานที่จำหน่ายสินค้าให้กับผู้ที่มาท่องเที่ยว ทดศึกษา โดยเงินที่ได้จากการเก็บค่าสถานที่ส่วนหนึ่ง ชาวบ้านจะเก็บเข้ากองทุนป่าชุมชนบ้านหัวบึง เพื่อใช้ในการดูแลรักษาและพัฒนาป่าชุมชนบ้านหัวบึงต่อไป

2) การจัดทำป้ายบอกชนิดพรรณไม้ ซึ่งในป่าชุมชนบ้านหัวบึงได้รับการสนับสนุนจากกรมส่งเสริมวัฒนธรรม กระทรวงวัฒนธรรม และสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 7 จังหวัดขอนแก่น ในการจัดทำป้ายบอกชนิดพรรณไม้และป้ายสื่อความหมายขึ้นเพื่อให้ความรู้กับนักท่องเที่ยว และคนในชุมชน โดยอยู่ระหว่างเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ แต่ชาวบ้านเห็นว่าป้ายบอกชนิดพรรณไม้มีจำนวนไม่

เพียงพอต่อการให้ความรู้กับผู้ที่มาเยี่ยมชม ซึ่งต้นไม้ สมุนไพรหลายชนิดยังไม่มีป้ายบอกชื่อพันธุ์ และประโยชน์ที่ได้จากพรรณไม้เหล่านี้ ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักถึงประโยชน์ของพรรณไม้ในป่าชุมชนแห่งนี้และความหวงแหนที่ต้องการรักษาป่าชุมชนบ้านหัวบึงคงอยู่กับชุมชนต่อไป

3) การสร้างรั้วรอบบ่อน้ำผุดโดยใช้หินภูเขา ในปัจจุบันบ่อน้ำผุดในป่าชุมชนบ้านหัวบึงถูกจัดสร้างด้วยเหล็ก ซึ่งมีสภาพเสื่อมโทรมและการเกิดสนิมขึ้น รวมทั้งการสร้างรั้วรอบบ่อน้ำผุดด้วยรั้วเหล็กดังกล่าว ชาวบ้านเห็นว่า มีลักษณะที่ไม่เข้ากับภูมิทัศน์ของป่าชุมชนที่เป็นธรรมชาติ ดังนั้นชาวบ้านจึงต้องการสร้างรั้วรอบบ่อน้ำผุดโดยใช้หินภูเขา ที่มีลักษณะเป็นธรรมชาติเข้ากับภูมิทัศน์ของป่าชุมชน และด้วยคุณลักษณะของหินภูเขาที่มีความแข็งแรงทนทาน ชาวบ้านจึงเห็นว่าเหมาะสมต่อการใช้ในการทำรั้วรอบบ่อน้ำผุด เพื่อความแข็งแรงทนทาน ความสวยงามของทัศนียภาพป่าชุมชนแวดล้อม และรักษาบ่อน้ำผุดที่เป็นสิ่งสำคัญต่อคนในชุมชนต่อไป

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้พบว่า บ้านหัวบึง หมู่ที่ 9 ตำบลทรายมูล อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่ม ลักษณะลาดชันสลับไปมา ประชาชนในหมู่บ้านหัวบึงมีส่วนใหญ่การใช้แหล่งน้ำจากบ่อน้ำผุดจากป่าชุมชนบ้านหัวบึง ป่าชุมชนบ้านหัวบึงเป็นที่สาธารณะประโยชน์หนังสือสำคัญสำหรับที่หลวง (นสล.) เลขที่ 49286 เนื้อที่ 88-0-9 ไร่ ได้รับการอนุมัติโครงการป่าชุมชนโดยกรมป่าไม้ เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2556 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ชุมชนเป็นศูนย์กลางในการบริหารจัดการควบคุม ดูแล รักษาหรือบำรุงป่า พัฒนาสิ่งแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ภายใต้หลักความยั่งยืนมุ่งหวังที่จะพัฒนาป่าไม้และสร้างความเข้มแข็งของชุมชนควบคู่กันต่อไป

การมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านหัวบึง ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยชาวบ้านมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานมากที่สุด แสดงให้เห็นซึ่งความร่วมมือร่วมใจของคนชุมชนและความตระหนักถึงความสำคัญของป่าชุมชน ทั้งการเข้าร่วมปลูกป่าชุมชน บำรุงดูแลรักษาป่าชุมชน ร่วมดูแลรักษาบ่อน้ำผุดในป่าชุมชน ร่วมดูแลรักษาบ่อน้ำผุดในป่าชุมชน ดูแลรักษา ศาลปูตาในป่าชุมชน บริจาคหรือสนับสนุนอุปกรณ์ในการรักษาป่าชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งร่วมดูแลรักษาศาลปูตาในป่าชุมชนที่ชุมชนให้ความเคารพเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ชุมชนสักการบูชา เป็นศูนย์รวมใจของชาวบ้านในชุมชนให้ช่วยกันดูแลรักษาป่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Chanchai (2007) ซึ่งกล่าวว่าการจัดการป่าชุมชนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น พบว่า ภูมิปัญญาทางสังคม ภูมิปัญญาทางด้านพุทธศาสนา ความเชื่อ การทำบุญ มีส่วนสำคัญในการจัดการป่าชุมชนและทรัพยากรในชุมชน และ Chakrapong (2013) ที่กล่าวว่า ประชาชน

มีส่วนร่วมในการจัดการป่า ผ่านมิติของวัฒนธรรม ประเพณี พิธีกรรม และความเชื่อ ก่อให้เกิดกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับแนวคิดของ Suchart (2010) ที่กล่าวว่า กระบวนการจัดการจัดการป่าชุมชนจำเป็นต้องอาศัยระบบความเชื่อดั้งเดิมของชุมชน มีการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการป่าชุมชนเพื่อให้เกิดประโยชน์และคุณค่า การส่งเสริมสนับสนุนและเปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่มีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนร่วมกับการบริหารจัดการของภาครัฐ เพื่อให้การจัดการป่าชุมชนมีความสำคัญก่อให้เกิดความยั่งยืน และการที่ชุมชนมีความสนิทสนมทำให้การบอกกล่าวชักชวนให้เพื่อนบ้านมาเข้าร่วมกิจกรรมจึงเป็นร่วมที่ง่าย ในขณะที่ชาวบ้านมีส่วนร่วมในด้านการค้นหาสาเหตุของปัญหาน้อยกว่าส่วนอื่น เนื่องจากอาจทำธุระหรือการทำงานอยู่จึงไม่สามารถเข้าร่วมได้ทุกคน และคิดว่าการทำงานของคณะกรรมการป่าชุมชนมีผู้ทำหน้าที่ในด้านนี้อยู่แล้วจึงไม่ได้เข้าร่วมในดำนนี้เท่าที่ควร

การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนของชาวบ้านบ้านห้วยบึง ชาวบ้านใช้เป็นแหล่งอาหารในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ รวมไปถึงใช้ในประโยชน์ทางด้านจิตด้านประกอบพิธีกรรมและการใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ โดยการใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารและการประกอบอาชีพของชาวบ้านในบ้านห้วยบึงนั้นเน้นการใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภคเป็นส่วนใหญ่เนื่องจาก มีกฎเกณฑ์ของป่าชุมชนในการเก็บหาของป่าที่ชัดเจน ชาวบ้านบ้านห้วยบึงมีการเคารพและทำตามกฎของป่าชุมชนบ้านห้วยบึงอย่างเคร่งครัด และชาวบ้านยังต้องการอนุรักษ์พืชพรรณให้ขยายพันธุ์ไว้เก็บหาในปีถัดไปด้วย การเก็บหาของป่าที่สร้างรายได้ให้แก่ชาวบ้านมีอยู่ 2 อย่างได้แก่ การเก็บหาเห็ดและการเก็บผักป่า ซึ่งสอดคล้องกับ Phawadee (2018) ได้ศึกษาการจัดการป่าชุมชนในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 จังหวัดศรีสะเกษ โดยการมีส่วนร่วมของประชาชน ผลการศึกษาพบว่า ป่าชุมชนในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 ตำบลโคกตาล อำเภออุสิงห์จังหวัดศรีสะเกษ หรือป่าชุมชนวัดพระบาทภูสิงห์ ถือเป็นแหล่งอาหารสำคัญในพื้นที่ โดยประชาชนสามารถเข้าไปเก็บเห็ดนานาชนิดได้ในช่วงต้นฤดูฝน ในช่วงเดือนพฤษภาคม – สิงหาคมของทุกปี โดยเห็ดป่าที่พบส่วนใหญ่ในพื้นที่ ได้แก่ เห็ดระโงก เห็ดโคก เห็ดเผาะ เห็ดโคน เห็ดน้ำหมาก เห็ดปลวก ซึ่งประชาชนในพื้นที่ที่เข้าป่าเก็บเห็ดในป่าชุมชนส่วนใหญ่นำมาบริโภคในครัวเรือน และหากได้เยอะก็จะนำมาจำหน่าย ราคา กิโลกรัมละ 200 – 300 บาท ซึ่งบางครัวเรือน สามารถมีรายได้จากการจำหน่ายเห็ดป่า เฉลี่ยเดือนละ 3,000 – 5,000 บาท ป่าชุมชนแห่งนี้เป็นแหล่งรวมอาหารของชุมชนในพื้นที่ มีทั้งพืชผักผลไม้ป่านานาชนิด และสมุนไพรต่างๆ และการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านห้วยบึงของชาวบ้านบ้านห้วยบึงที่มากที่สุดได้แก่ การใช้ประโยชน์เพื่อประกอบพิธีกรรมเนื่องจากมีหลวงปู่สีทนและหลวงปู่ห่าน เป็นที่ยึดเหนี่ยวจิตใจของคนในชุมชนซึ่งจะใช้ประกอบพิธีทำบุญหมู่บ้าน นอกจากนั้นยังใช้ประโยชน์จากน้ำประปาที่มาจากบ่อน้ำผุด

รองลงมา เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญของคนในชุมชนที่ใช้ ทั้งการอุปโภคบริโภคและการประกอบกิจกรรมเกษตรกรรมของคนในชุมชน แนวทางการจัดการป่าชุมชนอย่างมีส่วนร่วมและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน คือ

- 1) โครงการสร้างสถานที่จำหน่ายสินค้าหน้าป่าชุมชน เพื่อให้ชาวบ้านมีสถานที่สำหรับจำหน่ายสินค้าทางการเกษตร ผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์จากป่าชุมชน เป็นการใช้พื้นที่ว่างเปล่าให้เกิดประโยชน์และเพื่อที่ได้เงินจากการเก็บค่าบำรุงสถานที่ที่เป็นเงินทุนในการรักษาป่าชุมชนบ้านห้วยบึงให้ดียิ่งขึ้น
- 2) การทำป้ายบอกชนิดพรรณไม้ของป่าชุมชน เพื่อบอกชนิดพรรณไม้ ให้เกิดการเรียนรู้ต่อผู้ที่มาเยี่ยมชมป่าชุมชน และเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติให้กับประชาชนทั่วไป
- 3) โครงการสร้างรั้วรอบบ่อน้ำผุดโดยใช้หินภูเขาในป่าชุมชน เพื่อสร้างรั้วรอบบ่อน้ำผุดโดยใช้หินภูเขาในป่าชุมชนให้เกิดความสวยงามของทัศนียภาพ ความปลอดภัยของผู้ที่มาเยี่ยมชม และเพื่อป้องกันน้ำที่ไหลจากเนินป่าสนามบินท่วมบ่อน้ำผุด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านห้วยบึง ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ชาวบ้านมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน แสดงให้เห็นซึ่งแสดงความร่วมมือร่วมใจของคนชุมชนและความตระหนักถึงความสำคัญของป่าชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ร่วมดูแลรักษาศาลปู่ตาในป่าชุมชนที่ชุมชนให้ความเคารพเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ชุมชนสักการบูชา เป็นศูนย์รวมใจของชาวบ้านในชุมชน และการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน ชาวบ้านใช้เป็นแหล่งอาหารในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ เน้นการใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภคเป็นส่วนใหญ่ รวมไปถึงใช้ในประโยชน์ทางด้านจิตใจ ด้านประกอบพิธีกรรม และการใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจของคนในชุมชน จากผลการศึกษาผู้วิจัยได้แนวทางการจัดการป่าชุมชนอย่างมีส่วนร่วมและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน เพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ภายใต้หลักความยั่งยืนมุ่งหวังที่จะพัฒนาป่าไม้และสร้างความเข้มแข็งของชุมชนควบคู่กันต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โครงการวิจัยบูรณาการจัดการทรัพยากรดินและน้ำ เพื่อผลิตพืชผักอินทรีย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

References

- Chakrapong, P. (2013). *Developing a model for people's participation in community forest management.*

- Chiahg Mai. Maejo University. (in Thai)
- Chanchai, N. (2007). *Local wisdom in community forest management*. Bangkok: Taweewat Printing. (in Thai)
- Community Forest Management Office. (2018a). *Operational manual of area management activities by government support*. Bangkok: National Buddhism Office printing house.
- Community Forest Management Office. (2018b). *Guidelines for the implementation of forest projects community of the Royal Forest Department*. Nonthaburi: Agricultural cooperative association of Thailand Co., Ltd.
- Komol, P. (1992). *The concept of community forest in Thailand*. Bangkok: Agricultural cooperative association of Thailand Co., Ltd. (in Thai)
- Orapin, S. (1994). *A Guide to organizing meetings for brainstorming on village development: Village development by people's power*. Bangkok: Foundation of Thailand development research institute. (in Thai)
- Phawadee, T. (2018). *Management of community forest in the area of quality class of basin of a river of the third class in Sisaket Province by people's participation*. (Master's thesis). Sisaket. Sisaket Rajabhat University. (in Thai)
- Royal Forest Department. (1999). *Community forest promotion officer's manual*. Bangkok: Wanawat research division office of forestry academics.
- Samat, S. (2005). *Bamboo forest management through community participation: area case study Doi Tung development project Mae Fah Luang District Chiang Rai*. (Master's thesis). Chiang Mai. Chiang Mai University. (in Thai)
- Suchart, B. (2010). *Study of local wisdom in Ban Nong Hua Khon community forest management*. (Master's thesis). Mahasarakham. Mahasarakham University. (in Thai)

Research article

Community's participation in community forest management and utilization of Ban Haubung community forest Nampong District Khon Kaen Province

Chalermkit Phulawan^{1*} and Krailert Taweekul²

¹*Kosumphisai Agricultural Office, Kosumphisai, Maha sarakham 44140*

²*Program in Agricultural Extension and Development, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002*

ARTICLE INFO

Article history

Received: 16 August 2021

Revised: 10 December 2021

Accepted: 26 February 2022

Online published: 27 June 2022

Keyword

Community forest

Management

Participation

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the Ban Hua Bueng community context and the Ban Hua Bueng community forest context to communicate involvement approaches, developing community forest management with participation and utilization of community forests of the people of Ban Hua Bueng, village No. 9, Sai Mun Sub-district, Nam Phong District, Khon Kaen Province. This research is a blended research (Mixed-Method Research) collected data from people of 113 households in October-December 2019 by using interview form, and community workshops were organized using the participative process technique. Appreciation Influence Control (AIC) were analyzed by using the SPSS for statistical analysis. The results of the study found that Ban Hua Bueng is located at village No. 9, Sai Mun Subdistrict, Nam Phong District, Khon Kaen Province. The village was established in 1899 with a living area was 62 rai, an agricultural area was 883.24 rai and a public land was 124 rai. The Ban Hua Bueng community forest covers an area of 80-0-9 rai with sandy loam. The forest condition is dry evergreen forest. Most of the plants found are rubber trees, trellises, nests, takhian stone, deer figs, and there is a spring in the middle of the community forest. In terms of participation in community forest management and utilization, it was found that operational participation, participation in monitoring and evaluation were high level. The use of community forests to perform the rituals and benefit from the spring water as much as possible and guidelines for developing community forest management with participation and utilization of community forests by establishing a community forum and developing guidelines in the form of creating a market for selling agricultural products and forest products in the community forest.

*Corresponding author

E-mail address: cphulawan@gmail.com (C. Phulawan)

Online print: 27 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.6>



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ

อรัญญะ บุญทะวงศ์* และ นิชาภา คำเครือ

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 17 กุมภาพันธ์ 2565

แก้ไข: 8 มีนาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 11 เมษายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 11 พฤษภาคม 2565

คำสำคัญ

แคบหมูอบพอง

บรรจุภัณฑ์

อายุการเก็บรักษา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ (ถุงกระดาษพับปากบรรจุในถุงชั้นนอกเป็นพอลิโพรพิลีน (Polypropylene), ถุงพลาสติกลามิเนต (Nylon/Linear low density polyethylene, LLDPE) และกล่องพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน) และศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 5^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิต่ำ ($5 \pm 1^{\circ}\text{C}$) ที่มีต่อคุณภาพแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ โดยตรวจสอบคุณภาพทุกเดือนระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน หรือจนเสื่อมคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มด้านปริมาณความชื้น ($p \leq 0.05$) และค่ากรดไทโอบาร์บิทริกเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าอัตราการพองตัวมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) โดยแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีอายุการเก็บรักษานาน 5, 9 และ 3 เดือน ตามลำดับ ในทางกลับกันแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีอายุการเก็บรักษานาน 8, 12 และ 12 เดือน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาได้

บทนำ

แคบหมู คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำหนังหมูที่มีชั้นไขมันแข็งติดอยู่หรือไม่ก็ได้ มีการพองตัวสม่ำเสมอ ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของแคบหมู ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน และมีลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบ ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง (TISI, 2010) ด้วยปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคจากบทบาททางสังคมและวิถีการดำเนินชีวิตประจำวันเปลี่ยนแปลงไป เช่น ขนาดของครอบครัวที่เล็กลง คนทำงานนอกบ้านมากขึ้น และวิถีชีวิตในสังคมเมืองที่เร่งรีบ เป็นต้น ส่งผลให้ผู้บริโภคนิยมอาหารกึ่งสำเร็จรูปมากขึ้น ซึ่งมีความสะดวกในการบริโภค ใช้เวลาเตรียมไม่นาน มีอายุการเก็บรักษาได้นาน และสามารถรับประทานได้ทุกเวลา การผลิตแคบหมูด้วยวิธีการทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิสูง

มักมีผลในการเร่งให้น้ำมันที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพเร็ว อาจเกิดสารประกอบจากการสลายตัวของน้ำมัน ซึ่งสารบางชนิดอาจเป็นพิษต่อร่างกายได้ (Rattanapanon, 2015) และแคบหมูที่ผ่านการทอดมักเกิดกลิ่นหืนในขณะการเก็บรักษาได้ง่าย ทำให้เกิดปัญหาด้านการวางจำหน่าย สินค้าไม่สามารถอยู่ในตลาดได้เป็นเวลานาน หากบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม (Chitsamphandhvej et al., 2008) โดยทั่วไปแคบหมูจะเสื่อมคุณภาพจากการเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ดังนั้นการผลิตแคบหมูด้วยวิธีการอบให้พองตัวด้วยเตาอบหรือเตาไมโครเวฟทดแทนการทอดในน้ำมัน จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณไขมันในแคบหมู ซึ่งช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษา จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาแคบหมูได้นานกว่าแคบหมูที่ผ่านการทอดในน้ำมัน

*Corresponding author

E-mail address: orathai_bun@hotmail.com (O. Bunthawong)

Online print: 11 May 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.1>

(Bunthawong et al., 2005; Bunthawong et al., 2006; Bunthawong, 2012) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าแคบหมู กึ่งสำเร็จรูปมีอายุการเก็บรักษาได้นานมากกว่าแคบหมูที่ผ่านการอบให้พองตัวแบบพร้อมรับประทาน (Bunthawong, 2012; Bunthawong, 2014) ดังนั้นแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปพร้อมบรรจุภัณฑ์ที่สามารถนำเข้าอบในเตาไมโครเวฟให้พองตัวได้ จะสามารถตอบรับวิถีชีวิตของผู้บริโภค และตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มองหาสินค้าเพื่อสุขภาพได้ ในส่วนของผู้ผลิตแคบหมูหากจำหน่ายในลักษณะกึ่งสำเร็จรูปจะช่วยประหยัดพื้นที่การขนส่ง มีระยะเวลาวางจำหน่ายได้นานขึ้น และสามารถส่งไปขายยังตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ ดังนั้นการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งมีหน้าที่เฉพาะทาง เช่น การป้องกันแสง การแลกเปลี่ยนแก๊ส หรือความชื้น จะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาหรือชะลอการเสื่อมเสียได้ และสภาวะระหว่างการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ ถือเป็นปัจจัยสำคัญมากในการควบคุมคุณภาพและอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีผลต่อปฏิกิริยาการเสื่อมเสียในอาหาร (Phimolsiripol, 2018) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในบรรจุภัณฑ์สำหรับอบในเตาไมโครเวฟที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ในระหว่างการเก็บรักษาลักษณะที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ เพื่อเป็นแนวทางการเก็บรักษาลักษณะที่เหมาะสม งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจจะผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ออกจำหน่าย หรือผู้สนใจโดยทั่วไป หรือสามารถนำข้อมูลงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการอบแห้งสัตว์ชนิดอื่นให้พองตัวทดแทนการทอดในน้ำมันได้

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ

นำหนังหมูมาล้างทำความสะอาด จากนั้นกำจัดขนออกและล้างทำความสะอาดอีกครั้ง พักให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำหนังหมูต้มน้ำเดือดประมาณ 10–15 นาที หรือจนกระทั่งหนังหมูสุก พักให้สะเด็ดน้ำ นำหนังหมูหลังต้มมาหั่นเป็นเส้นหนา 0.5 ซม. ความยาว 3 ซม. จากนั้นนำหนังหมอบเพื่อลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (บริษัทกล้วยน้ำไท, ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 90 ± 5 °C นาน 3 ชั่วโมง และนำหนังหมูต้มน้ำมันที่อุณหภูมิ 100 ± 5 °C นาน 5 ชั่วโมง 30 นาที ได้แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปที่มีความชื้น 3–4 % พักทิ้งไว้ให้เย็น (Bunthawong, 2012) และเก็บในภาชนะปิดสนิทเพื่อรอบรรจุในขั้นตอนต่อไป

2. การศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ

บรรจุแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ 1) ถุงกระดาษสีขาวความหนา 70 แกรม แบบขยายข้างและมีก้นขนาด 5x9 นิ้ว ขยายข้าง 3 นิ้ว เป็นถุงชั้นใน จากนั้นพับปากถุงและบรรจุในถุงพอลิโพรพิลีน (Polypropylene) หนา 80 ไมครอนขนาด 4x6 นิ้ว เป็นชั้นนอก และปิดผนึกด้วยสภาวะปกติ 2) ถุงพลาสติกลามิเนต ประกอบด้วย Nylon 15 ไมครอน/Linear low density polyethylene (LLDPE) 80 ไมครอน ขนาด 6x9 นิ้ว และปิดผนึกด้วยสภาวะสุญญากาศ 3) กล่องพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีนสำหรับเตาไมโครเวฟ ขนาดกว้างxยาวxสูง = $4.5 \times 6.5 \times 1.5$ นิ้ว และปิดผนึกด้วยสภาวะปกติ โดยบรรจุแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปลงในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดอย่างละ 18 กรัม แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง (28 ± 5 °C) และอุณหภูมิต่ำ (5 ± 1 °C) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างทุกเดือน ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และปริมาณความชื้น (AOAC, 2005) จากนั้นนำแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเข้าอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ (Samsung, ME712N, Malaysia) ที่กำลังไฟ 700 วัตต์ อบนาน 4 นาที ตรวจสอบค่ากรด ไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS) ค่าอัตราการพองตัวของแคบหมู (Expansion ratio) และค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ตรวจสอบจนกระทั่งแคบหมูมีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (TISI, 2010) หรือค่าอัตราการพองตัวน้อยกว่า 2.3 เท่า (Bunthawong, 2012) หรือแคบหมูมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg โดยแคบหมูที่ผ่านการอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟหากมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg ผู้บริโภคจะสามารถรับรู้กลิ่นหืนในระดับที่สามารถดมกลิ่นและรับรู้ได้ ซึ่งเป็นระดับที่ผู้บริโภคไม่สามารถยอมรับได้ (Bunthawong et al., 2006)

3. การวิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก

วัดค่ากรดไทโอบาร์บิทูริกโดยทำปฏิกิริยากับ TBA-reagent วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร ตามวิธีของ Jayasingh & Cornforth (2003) หน่วยเป็น mg malonaldehyde/kg sample (mgMDA/kg)

4. การวิเคราะห์ค่าอัตราการพองตัว

วัดปริมาตรด้วยวิธีแทนที่เมล็ดงา (Seed displacement) (Charanthorn, 1999)

โดยวัดปริมาตรของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปและแคบหมูหลังการอบให้พองตัวจำนวน 10 ตัวอย่าง ในแต่ละสภาวะการทดลอง วัดปริมาตรการแทนที่เมล็ดงาในกระบอกตวง 1,000 มิลลิลิตร เขย่า 30 ครั้ง จนปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลง นำค่ามาคำนวณตามสูตรดังนี้

อัตราการพองตัว (เท่า) = ปริมาตรของแคบหมูหลังการอบให้พองตัว (ซม.³)/ปริมาตรของแคบหมูก่อนการอบให้พองตัว (ซม.³)

5. การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ด้วยวิธี Puncture test ด้วยเครื่อง Texture Analyzer (Stable Micro Systems, TA-XT.Plus, UK) โดยใช้หัววัดแบบ Puncture probe ชนิดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร โดยกำหนด อัตราการกดทะลุในขณะทดสอบ ก่อนทดสอบ และหลังทดสอบเป็น 1, 1 และ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะการกดทะลุเท่ากับ 10 มิลลิเมตร และจำนวนแรงกดที่ใช้ (Trigger force) 50 นิวตัน โดยจะทำการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและค่าเฉลี่ยแรงกดสูงสุด (Maximum force) ของตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง ในแต่ละสภาวะการทดลอง โดยค่าแรงกดที่วัดได้เป็นหน่วยนิวตัน (N)

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ออกแบบการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) นำข้อมูลจากผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) โดยใช้คอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราในแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาศ ฤงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติก ดังแสดงใน Figure 1 ระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษามีการปริมาณเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 0–10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และตรวจไม่พบการเจริญของยีสต์ และรา สำหรับผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ไม่ได้แสดงผลในรายงาน เนื่องจากผลการตรวจสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ในแคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: แคบหมู (TISI, 2010)

2. ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (TBARS) ของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน

Table 1 พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาศ ฤงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาด้านชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องบรรจุในถุงกระดาศ ฤงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg เมื่อเก็บรักษานาน 6, 10 และ 4 เดือน ตามลำดับ และแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำบรรจุในถุงกระดาศมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg เมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน จึงยุติการเก็บรักษาลักษณะดังกล่าว เมื่อพิจารณา ด้านอุณหภูมิการเก็บรักษาแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด พบว่า การเก็บรักษาแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิต่ำแคบหมูมีค่า TBARS น้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปที่มีอายุการเก็บรักษาได้นานมากที่สุด สามารถเก็บรักษาได้นานอย่างน้อย 12 เดือน คือ แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

3. ปริมาณความชื้นของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน Table 2 พบว่า ปริมาณความชื้นของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาศ ฤงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาด้านชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในกล่องพลาสติกจะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ ถุงกระดาศ และฤงพลาสติกลามิเนต ตามลำดับ เมื่อพิจารณาด้านอุณหภูมิการเก็บรักษาแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

4. ค่าอัตราการพองตัวของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน Table 3 พบว่า ค่าอัตราการพองตัวของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาศ ฤงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มลดลงตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาศมีค่าอัตราการพองตัวสูงที่สุด รองลงมาคือ ฤงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติก ตามลำดับ

5. ค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ของแคบหมูหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน Table 4 พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาศ ฤงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำมีค่า Hardness ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)



Figure 1 The appearance microwave puffed pork rinds from different of packaging type.

Table 1 Thiobarbituric acid reactive substances of microwave puffed pork rinds during the storage for 12 months

Storage time (months)	Thiobarbituric acid reactive substances (mgMDA/kg)					
	Paper bag		Laminated bag		Polypropylene box	
	28°C	5°C	28°C	5°C	28°C	5°C
0	0.32±0.02 ^s	0.32±0.02 ^j	0.33±0.01 ^k	0.33±0.01 ^j	0.31±0.02 ^e	0.31±0.02 ^m
1	0.63±0.01 ^f	0.52±0.02 ^j	0.49±0.01 ^j	0.40±0.03 ^j	0.76±0.03 ^d	0.48±0.01 ^l
2	1.02±0.03 ^e	0.64±0.01 ^h	0.57±0.03 ^j	0.45±0.01 ^h	1.15±0.01 ^c	0.53±0.00 ^k
3	1.23±0.04 ^d	0.75±0.02 ^s	0.62±0.02 ^h	0.51±0.02 ^s	1.34±0.02 ^b	0.61±0.03 ^j
4	1.30±0.03 ^c	0.98±0.00 ^f	0.88±0.01 ^s	0.58±0.02 ^f	1.55±0.02 ^a	0.68±0.02 ⁱ
5	1.46±0.05 ^b	1.12±0.02 ^e	0.97±0.02 ^f	0.69±0.01 ^e	-	0.73±0.02 ^h
6	1.62±0.06 ^a	1.29±0.03 ^d	1.20±0.03 ^e	0.72±0.03 ^e	-	0.80±0.01 ^s
7	-	1.34±0.02 ^c	1.26±0.01 ^d	0.79±0.02 ^d	-	0.88±0.02 ^f
8	-	1.41±0.04 ^b	1.37±0.04 ^c	0.85±0.00 ^c	-	0.92±0.03 ^e
9	-	1.54±0.03 ^a	1.49±0.02 ^b	0.87±0.01 ^c	-	0.97±0.02 ^d
10	-	-	1.68±0.04 ^a	0.93±0.02 ^b	-	1.01±0.01 ^c
11	-	-	-	0.95±0.02 ^b	-	1.14±0.01 ^b
12	-	-	-	1.01±0.03 ^a	-	1.19±0.02 ^a

^{a-m} Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 2 Moisture content of microwave puffed pork rinds for puffing by microwave oven during the storage for 12 months

Storage time (months)	Moisture content (%)					
	Paper bag		Laminated bag		Polypropylene box	
	28°C	5°C	28°C ^{ns}	5°C	28°C	5°C
0	03.14±0.29 ^b	3.14±0.20 ^d	3.26±0.20	3.24±0.03 ^f	3.09±0.20 ^d	3.01±0.23 ^d
1	03.79±0.16 ^a	3.24±0.15 ^d	3.31±0.24	3.75±0.40 ^e	3.69±0.24 ^c	3.87±0.27 ^c
2	03.94±0.39 ^a	3.45±0.24 ^d	3.40±0.10	3.69±0.38 ^e	3.90±0.25 ^c	3.97±0.16 ^c
3	4.07±0.09 ^a	4.21±0.15 ^c	3.33±0.11	3.65±0.16 ^{ef}	4.66±0.08 ^b	4.05±0.19 ^c
4	4.12±0.46 ^a	4.27±0.09 ^c	3.13±0.14	4.36±0.34 ^d	5.44±0.07 ^a	4.15±0.10 ^c
5	4.21±0.12 ^a	4.35±0.17 ^c	3.11±0.24	4.56±0.10 ^{cd}	-	4.72±0.15 ^b
6	4.26±0.10 ^a	4.47±0.42 ^c	3.17±0.27	4.41±0.10 ^d	-	4.98±0.25 ^{ab}
7	-	4.87±0.13 ^b	3.41±0.07	4.86±0.25 ^{bc}	-	5.06±0.39 ^{ab}
8	-	5.23±0.15 ^a	3.44±0.22	5.15±0.34 ^{ab}	-	5.38±0.62 ^a
9	-	5.34±0.14 ^a	3.34±0.34	5.19±0.30 ^{ab}	-	5.35±0.16 ^a
10	-	-	3.29±0.33	5.32±0.21 ^a	-	5.40±0.25 ^a
11	-	-	-	5.29±0.06 ^{ab}	-	5.49±0.23 ^a
12	-	-	-	5.43±0.08 ^a	-	5.53±0.35 ^a

^{a-f} Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

Table 3 Expansion ratio of microwave puffed pork rinds during the storage for 12 months

Storage time (months)	Expansion ratio (times)					
	Paper bag		Laminated bag		Polypropylene box	
	28°C	5°C	28°C ^{ns}	5°C	28°C	5°C
0	4.47±0.15 ^a	4.52±0.27 ^a	3.62±0.16	4.08±0.19 ^a	3.90±0.12 ^a	3.61±0.43 ^a
1	4.29±0.28 ^{ab}	4.46±0.31 ^a	3.33±0.15	3.69±0.25 ^b	3.32±0.36 ^b	3.49±0.23 ^{ab}
2	4.21±0.21 ^{abc}	4.33±0.09 ^a	3.45±0.33	3.57±0.46 ^{bc}	3.30±0.32 ^b	3.47±0.15 ^{ab}
3	4.16±0.13 ^{abc}	4.27±0.20 ^{ab}	3.24±0.54	3.49±0.03 ^{bcd}	3.25±0.02 ^b	3.47±0.20 ^{ab}
4	3.98±0.16 ^{bc}	4.18±0.31 ^{ab}	3.28±0.10	3.43±0.30 ^{bcd}	3.21±0.07 ^b	3.39±0.24 ^{ab}
5	3.92±0.06 ^{bc}	3.90±0.12 ^b	3.22±0.27	3.35±0.11 ^{bcd}	-	3.25±0.26 ^{abc}
6	3.84±0.30 ^c	3.88±0.31 ^b	3.41±0.14	3.45±0.16 ^{bcd}	-	3.05±0.18 ^{bcd}
7	-	3.39±0.07 ^c	3.40±0.25	3.33±0.10 ^{bcd}	-	2.83±0.17 ^{cd}
8	-	3.25±0.02 ^c	3.30±0.13	3.17±0.13 ^{cde}	-	2.73±0.15 ^d
9	-	3.24±0.27 ^c	3.36±0.10	3.19±0.07 ^{cde}	-	2.71±0.24 ^d
10	-	-	3.42±0.14	3.15±0.14 ^{de}	-	2.68±0.17 ^d
11	-	-	-	3.08±0.19 ^{de}	-	2.65±0.26 ^d
12	-	-	-	2.98±0.16 ^e	-	2.59±0.36 ^d

^{a-e} Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

Table 4 Hardness of microwave puffed pork rinds during the storage for 12 months

Storage time (months)	Hardness (N)					
	Paper bag		Laminated bag		Polypropylene box	
	28°C ^{ns}	5°C ^{ns}	28°C ^{ns}	5°C ^{ns}	28°C ^{ns}	5°C ^{ns}
0	18.97±2.41	20.79±1.96	19.40±1.27	20.25±0.79	18.59±0.63	21.13±1.44
1	19.18±1.23	18.20±0.65	20.02±1.84	20.92±1.29	19.36±2.96	22.84±2.80
2	20.16±2.09	20.04±1.72	20.13±2.07	20.66±1.73	17.45±2.39	21.41±1.56
3	18.35±1.53	19.62±1.55	19.89±1.08	21.55±1.69	17.89±2.41	22.92±1.78
4	20.30±2.25	18.65±1.20	21.88±1.48	22.50±1.25	18.82±1.47	22.57±2.59
5	19.91±1.00	20.16±1.87	18.32±2.65	22.52±2.38	-	21.05±1.44
6	18.42±1.56	19.66±0.96	20.66±2.00	21.90±2.04	-	22.13±2.02
7	-	20.26±2.80	18.09±2.46	20.54±2.71	-	22.68±1.67
8	-	18.91±1.77	20.28±2.49	20.29±1.54	-	22.59±3.35
9	-	20.39±1.49	19.47±2.36	19.84±2.79	-	20.80±2.46
10	-	-	19.74±0.87	20.85±1.77	-	20.56±2.82
11	-	-	-	21.74±0.17	-	19.51±2.17
12	-	-	-	20.55±1.42	-	20.85±1.17

^{ns} Means in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ในแคปหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำ พบว่า แคปหมูกึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: แคปหมู (TISI, 2010) ซึ่งกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ และรา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เนื่องจากแคปหมูกึ่งสำเร็จรูปผ่านขั้นตอนการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C นาน 3 ชั่วโมง และต้มในน้ำมันที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 5 ชั่วโมง 30 นาที ส่งผลให้ความร้อนสามารถ

ลดปริมาณจุลินทรีย์และปริมาณความชื้นลงได้ โดยแคปหมูกึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นอยู่ในช่วง 3.01–3.26 % ดังแสดงใน Table 2 แคปหมูกึ่งสำเร็จรูปจึงจัดอยู่ในกลุ่มอาหารแห้งที่มีความชื้นน้อยกว่า 8 % จะสามารถเก็บรักษาได้ดี (Rattanapanon, 2011) และหากมีปริมาณความชื้นประมาณ 2–3 % ส่งผลให้ช่วยลดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ให้น้อยลง มีผลช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และกิจกรรมของเอนไซม์ได้ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (Rattanapanon, 2015)

จากผลการตรวจสอบค่า TBARS ซึ่งเป็นค่าตรวจวัดปริมาณมาลอนแอลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นจากการแตกตัวของเพอรอกไซด์ ซึ่งเป็น

สาเหตุของการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน (Hamilton, 1994; Marzena & Miroslawa, 2005; Kong et al., 2011) ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นิยมใช้ค่า TBARS เป็นดัชนีวัดการเสื่อมคุณภาพของไขมันในอาหาร หากมีค่า TBARS อยู่ในช่วง 0.1–0.3 mgMDA/kg ไขมันจะเกิดการเสื่อมเสียเล็กน้อย และค่า TBARS ที่มากกว่า 3 mgMDA/kg ผู้บริโภคจะสามารถรับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้ และไม่ยอมรับในกลิ่นแปลกปลอมได้ (Tanikawa, 1985; Lohalaksanadech & Kachenphakdi, 2011) จากการวิจัยของ Bunthawong et al. (2006) พบว่า แคมพูกิ่งผ่านการอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟหากมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg จะมีกลิ่นหืนในระดับที่สามารถดมกลิ่นและรับรู้ได้ และผู้บริโภคไม่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นจึงใช้ค่า TBARS นี้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเสื่อมคุณภาพของแคมพูในระหว่างการเก็บรักษาครั้งนี้ จากผลการศึกษาดังแสดงใน Table 1 พบว่าค่า TBARS ของแคมพูกิ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติก ลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาด้านชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่าแคมพูกิ่งสำเร็จรูปบรรจุถุงพลาสติกลามิเนตมีอายุการเก็บรักษาได้นานมากที่สุด รองลงมา คือ ถุงกระดาษ และกล่องพลาสติกตามลำดับ ทั้งนี้มีผลมาจากขนาดของบรรจุภัณฑ์ และสภาวะการปิดผนึกที่แตกต่างกัน โดยแคมพูกิ่งสำเร็จรูปในกล่องพลาสติกจะมีพื้นที่ว่างภายในบรรจุภัณฑ์ (headspace) มากที่สุด คือ 2,109 ซม.³ มากกว่าถุงกระดาษและถุงพลาสติกลามิเนตมีปริมาตร 685 และ 385 ซม.³ ตามลำดับ และการปิดผนึกแคมพูกิ่งสำเร็จรูปบรรจุกล่องพลาสติก และถุงกระดาษเป็นแบบสภาวะปกติ ส่วนแคมพูกิ่งสำเร็จรูปบรรจุถุงพลาสติกลามิเนตเป็นการบรรจุแบบสุญญากาศ จึงสามารถช่วยลดปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ได้มากกว่า ซึ่งออกซิเจนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่มีอยู่ภายในผลิตภัณฑ์ อีกทั้งแคมพูกิ่งสำเร็จรูปที่บรรจุกล่องพลาสติกยังมีปริมาณความชื้นสูงที่สุดดังแสดงใน Table 2 ซึ่งออกซิเจนและความชื้นมีผลต่อการทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้เร็วขึ้น (Jayasingh & Cornforth, 2003; Rattanapanon, 2005) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า TBARS ได้มากขึ้น ดังนั้นค่า TBARS ที่เพิ่มขึ้น จึงมีผลจากปริมาณออกซิเจนและความชื้นภายในของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาด้านอุณหภูมิการเก็บรักษาแคมพูกิ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด พบว่า การเก็บรักษาแคมพูกิ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิห้องมีค่า TBARS หรืออัตราการเสื่อมเสียมากกว่าแคมพูกิ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากความร้อนหรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราเร็วของออโตออกซิเดชัน (Autoxidation) (Nawar, 1996; Rattanapanon, 2005) โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจะแปรผันตามอุณหภูมิ

ที่เก็บรักษา โดยอาหารที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงอัตราการเสื่อมสภาพมักจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจะเกิดได้เร็วกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า (Jayasingh & Cornforth, 2003; Poovarodom, 2007) ส่งผลให้การเก็บรักษาแคมพูกิ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิสูงกว่า จึงมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าจากผลการศึกษา พบว่า แคมพูกิ่งสำเร็จรูปที่มีอายุการเก็บรักษาได้นานอย่างน้อย 12 เดือน คือ แคมพูกิ่งสำเร็จรูปที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แสดงให้เห็นว่าชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิมีต่อผลต่อชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาได้

จากผลการตรวจสอบปริมาณความชื้นของแคมพูกิ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงใน Table 2 พบว่า ปริมาณความชื้นของแคมพูกิ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p < 0.05$) โดยแคมพูกิ่งสำเร็จรูปบรรจุในกล่องพลาสติกจะมีปริมาณความชื้นสูงที่สุด รองลงมาคือ ถุงกระดาษ และถุงพลาสติกลามิเนต ตามลำดับ เนื่องจากการบรรจุกล่องพลาสติกใช้วิธีการปิดฝากล่องตามลักษณะบรรจุภัณฑ์เท่านั้น ไม่ได้มีการห่อหุ้มกล่องพลาสติกภายนอกอีกชั้น ดังนั้นอาจมีช่องว่างระหว่างฝาและกล่องพลาสติกส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สามารถดูดซับความชื้นในอากาศได้ง่ายกว่ามีผลทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นมากกว่าถุงกระดาษที่บรรจุ 2 ชั้น และถุงพลาสติกลามิเนต ซึ่งมีการปิดผนึกถุงที่ปิดสนิทช่วยให้สามารถป้องกันความชื้นซึมผ่านเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งแคมพูกิ่งสำเร็จรูปบรรจุถุงกระดาษที่มีการบรรจุในถุงพอลิโพรพิลีนอีกชั้น ซึ่งพอลิโพรพิลีนมีคุณสมบัติการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ไอน้ำ และไขมันได้ระดับหนึ่ง (Poovarodom, 2007) ส่วนถุงพลาสติกลามิเนตซึ่งประกอบด้วยชั้น Nylon ซึ่งช่วยป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี และ LLDPE ซึ่งช่วยป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี (Poovarodom, 2007) โดยชนิดของบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้ควบคุมอัตราการซึมผ่านหรือการแพร่ผ่านความชื้นได้ ซึ่งมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้ (Jayasingh & Cornforth, 2003) เมื่อพิจารณาด้านอุณหภูมิการเก็บรักษาแคมพูกิ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด พบว่า แคมพูกิ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าแคมพูกิ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อาจเกิดจากภายในตู้แช่เย็นอากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าอากาศภายนอกที่อุณหภูมิห้องทั่วไป ดังนั้นแคมพูกิ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจึงเกิดแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างผลิตภัณฑ์กับอากาศแวดล้อมได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จากผลการตรวจสอบค่าอัตราการพองตัวของแคมพูกิ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟดังแสดงใน Table 3 พบว่า ค่าอัตราการพองตัวของแคมพู

กึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มลดลงตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยค่าอัตราการพองตัวของแคบหมูลดลงจะแปรผกผันกับปริมาณความชื้นของแคบหมูที่สำเร็จรูปที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้แคบหมูที่สำเร็จรูปที่มีความชื้นเพิ่มขึ้น อาจมีปริมาณน้ำในโครงสร้างมากขึ้น เมื่อนำไปอบให้พองตัวในเตาไมโครเวฟ โครงสร้างของเจลลาตินในหนังหมูที่เกิดการหลอมเหลว ซึ่งจะมีลักษณะเหนียวเมื่อมีความชื้นสูง แต่ความเหนียวจะลดลงเมื่ออยู่ในสภาพความชื้นต่ำ ดังนั้นเจลลาตินที่เกิดขึ้นอาจเหนียวมากขึ้น ซึ่งมีผลให้แรงดันไอน้ำที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างเจลลาตินระหว่างการอบให้พองตัวอาจไม่เพียงพอที่จะดันโครงสร้างให้ขยายตัวได้เต็มที่นัก หรือน้ำที่มีอยู่ภายในโครงสร้างอาจมีมากเกินไป มีผลให้โครงสร้างไม่แข็งแรง และเกิดการยุบตัวลงได้หลังอบให้พองตัว (Matz, 1970; Jantawat et al., 1989) จึงส่งผลให้แคบหมูมีค่าอัตราการพองตัวที่น้อยลงได้ แต่ยังคงมีค่าอัตราการพองตัวสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 2.3 เท่า และการลดลงของค่าอัตราการพองตัวดังกล่าวไม่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ของแคบหมู ($p > 0.05$) ดังแสดงใน Table 4

จากผลการตรวจสอบค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน Table 4 พบว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และอุณหภูมิการเก็บรักษาแคบหมูกึ่งสำเร็จรูป ไม่มีผลต่อค่า Hardness ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าแคบหมูหลังการอบด้วยเตาไมโครเวฟยังมีการพองตัวได้ดี และมีลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟที่ใช้บรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ 1) ถุงกระดาษพับปากบรรจุในถุงชั้นนอกเป็นพอลิโพรพิลีน 2) ถุงพลาสติกลามิเนต และ 3) กล่องพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน และศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษา 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ เก็บรักษานาน 12 เดือน พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มด้านปริมาณความชื้น และค่ากรดไทโอบาร์บิทริกเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าอัตราการพองตัวมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ($p > 0.05$) โดยแคบหมูมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (แคบหมู) ผลการศึกษาพบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีอายุการเก็บรักษานาน 5, 9 และ 3 เดือน ตามลำดับ และแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีอายุ

การเก็บรักษานาน 8, 12 และ 12 เดือน ตามลำดับ งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจจะผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ออกจำหน่าย หรือผู้สนใจโดยทั่วไป หรือสามารถนำข้อมูลงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาหรือวิจัย เพื่อพัฒนาระบบการอบแห้งสัตว์ชนิดอื่นให้พองตัวทดแทนการทอดในน้ำมันได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

References

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official method of analysis* (18th ed.). Maryland: Gaithersburg.
- Bunthawong, O., Jinakran, L., & Juyjaroen, N. (2005). *Processing of crispy pork rind (Kab moo) by baking method* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Bunthawong, O., Krutarote, K., & Juyjaroen, N. (2006). *Microwavable crispy pork rind (Kab moo)* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Bunthawong, O. (2012). *Development of style and package for microwavable crispy pork rinds (Kab moo)* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Bunthawong, O. (2014). *Development of formula and production process of backed crispy pork rinds (Kab moo)* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Chitsamphandhvej, W., Phakdee, W., & Thanasan, W. (2008). A headspace solid phase microextraction method for using to monitor hexanal and heptanal content in food samples. *Kasetsart Journal (Natural Sciences)*, 42(5), 206–212.
- Charnthakorn, T. (1999). *Development of Keab-moo product and consumer test*. (Master's thesis). Chiang Mai. Chiang Mai University. (in Thai)
- Hamilton, R. J. (1994). The chemistry of rancidity in foods. In J. C. Allen & R. J. Hamilton (Eds.), *Rancidity in foods* (3rd ed., pp. 1–21). Glasgow: Blakie Academic & Professional.

- Jantawat, P., Niyomvit, N., & Keawcumnerd, T. (1989). The effects of moisture content, moisture equilibration and frying temperature on the quality of pork rind snack (Kaeb-moo). *Food Journal*, 19(2), 79–88. (in Thai)
- Jayasingh, P., & Cornforth, D. P. (2003). Comparison of antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork. *Meat Science*, 66(1), 83–89.
- Kong, J., Perkins, L. B., Dougherty, M. P., & Camire, M. E. (2011). Control of lipid oxidation in extruded salmon jerky snacks. *Journal of Food Science*, 76(1), 8–13.
- Lohalaksanadech, S., & Kachenphakdi, N. (2011). Study on shelf life of fried soft shell crab. *Journal of Fisheries Technology*, 5(2), 105–110.
- Marzena, D. O., & Miroslawa, K. T. (2005). Quality changes in selected frying fats during heating in a model system. *Journal of Food Lipids*, 12(2), 159–168.
- Matz, S. A. (1970). Manufacture of breakfast cereals. In S. A. Matz (Ed.), *Cereal technology* (pp. 547–566). Connecticut: The AVI Publishing Company.
- Nawar, W. W. (1996). Lipids. In O. R. Fennema (Ed.), *Food chemistry* (3rd ed., pp. 225–314). New York: Marcel Dekker.
- Phimolsiripol, Y. (2018). *Techniques in shelf life evaluation of food products*. Chiang Mai: Chiang Mai University Press. (in Thai)
- Poovarodom, N. (2007). *Food packaging*. Bangkok: S.P.N. Printing. (in Thai).
- Rattanapanon, N. (2005). *Food science of fats and oils*. Bangkok: Odeon Store. (in Thai)
- Rattanapanon, N. (2011). *Principles of food analysis*. Bangkok: Odeon Store. (in Thai)
- Rattanapanon, N. (2015). *Basic principles of food processing* (2nd ed.). Bangkok: Odeon Store. (in Thai)
- Tanikawa, E. (1985). *Marine products in Japan* (2nd ed.). Tokyo: Kaseisha-Kasukaku.
- Thai Industrial Standards Institute (TISI). (2010). The community product standards: Deep-fried pig skin TISI 101/2553. (in Thai)

Research article

Effect of package type and storage temperature on quality of microwavable puffed pork rinds (Kab–Moo)

Orathai Bunthawong* and Nichapha Khamkruea

Program in Agricultural Machinery Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Mueang LamPang, LamPang 52000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 17 February 2022

Revised: 8 March 2022

Accepted: 11 April 2022

Online published: 11 May 2022

Keyword

Puffed pork rind

Package

Shelf life

ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect packaging types (folded paper bags and then packed in sealed outer bag which was polypropylene bags, laminated bags (Nylon/Linear low density polyethylene, LLDPE) and polypropylene boxes for microwavable) and storage temperatures (room temperature, 28 ± 5 °C and low temperature, 5 ± 1 °C) on quality of instant pork rinds for puffing by microwave oven. The qualities were evaluated every month during 12 months of storage or until quality deterioration. The results showed that, there were a tendency for moisture content and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) increased ($p\leq 0.05$) but the expansion ratio tend to decrease during storage ($p\leq 0.05$). Instant pork rinds were packed in paper bags, laminated bags and polypropylene boxes and stored at room temperature had shelf life for 5, 9 and 3 months, respectively. On the other hand, Instant pork rinds were packed in paper bags, laminated bags and polypropylene boxes and stored at chilling temperature had shelf life for 8, 12 and 12 months, respectively. It indicated that the packaging type and low temperature retarded the lipid oxidation of instant pork rinds during the storage.

*Corresponding author

E-mail address: orathai_bun@hotmail.com (O. Bunthawong)

Online print: 11 May 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.1>



บทความวิจัย

ผลของระดับโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบ ต่อการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง

สุทธิพงษ์ หาระมี ทิพย์สุดา บุญมาทัน ไพรพจน์ นิติพจน์ และนพรัตน์ ผกาเขต*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยภาคพื้นดิน อำเภอมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 25 กุมภาพันธ์ 2565

แก้ไข: 22 มีนาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 22 พฤษภาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 2 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

ระดับโปรตีน

แหล่งอาหารหยาบ

การย่อยได้

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

แพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งอาหารหยาบ ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้โภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก ยูเรียในกระแสเลือด และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง โดยใช้แพะเนื้อลูกผสมพื้นเมืองที่มีอายุระหว่าง 12 ถึง 15 เดือน จำนวน 16 ตัว เป็นเพศผู้ 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว น้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 18.74 ± 1.8 กิโลกรัม ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก โดยจัดการทดลองแบบ 2×2 factorial in a Randomized Completely Block Design (RCBD) โดยมีปัจจัยที่ 1 คือ ระดับโปรตีนในอาหารชั้น (12 และ 14 %) และปัจจัยที่ 2 คือ แหล่งของอาหารหยาบ (หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถิน (50:50)) มี 4 ซ้ำ ต่อทรีทเมนต์ แพะได้รับอาหารชั้น 1.5 % ของน้ำหนักตัว และได้รับอาหารหยาบแบบเต็ม (ad libitum) เป็นระยะเวลาทดลอง 60 วัน ผลการทดลอง พบว่า ระดับโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ระดับยูเรียในเลือด และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง ($P>0.05$) แต่การใช้อาหารชั้นระดับโปรตีน 14 % มีผลทำให้ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก ($P=0.05$) และระดับยูเรียในกระแสเลือดสูงขึ้น ($P=0.006$) และการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบทำให้ปริมาณการกินได้ ($P=0.0001$) น้ำหนักตัวที่เพิ่ม ($P=0.047$) และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงขึ้น ($P=0.046$) ดังนั้นจากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบ (50:50) สามารถเพิ่มปริมาณการกินได้ และการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นทางเลือกในการลดระดับโปรตีนในอาหารชั้นได้เมื่อใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นอาหารหยาบโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง

บทนำ

แพะเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่ต้องการอย่างมาก การผลิตแพะสำหรับการบริโภคและส่งออกยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทั้งนี้เนื่องจากแพะมีสมรรถนะการให้ผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่ขาดแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี ทำให้แพะได้รับโภชนาการไม่เพียงพอต่อความต้องการทำให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตช้า อย่างไรก็ตาม NRC (1981) รายงานถึงความต้องการโภชนาการของแพะที่มีน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม จะมีความต้องการโปรตีนรวมเพื่อการดำรงชีพ 46 กรัมต่อวัน

และต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตให้น้ำหนักตัวเพิ่ม 50, 100 และ 150 กรัมต่อวัน เท่ากับ 60, 74 และ 88 กรัมต่อวัน ตามลำดับ Sangthong et al. (2021) ได้รายงานว่าแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ระยะการเจริญเติบโตที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นอาหารหยาบควรได้รับอาหารชั้นที่มีระดับโปรตีน 14 % ดังนั้นเพื่อให้การเลี้ยงแพะประสบความสำเร็จจึงควรมีอาหารหยาบคุณภาพดีให้แพะได้กินตลอด เพื่อลดปริมาณการใช้อาหารชั้นลงโดยยังคงได้รับโภชนาการตามต้องการของแพะซึ่งแหล่งของอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงแพะ ได้แก่ พืชตระกูลหญ้า และพืชตระกูลถั่ว เช่นหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum*

*Corresponding author

E-mail address: Noppharat.ph@ksu.ac.th (N. Phakachod)

Online print: 2 June 2022 Copyright Copyright © 2022. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.3>

purpureum Pakchong 1) เป็นหญ้าสายพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นใหญ่ การเจริญเติบโตรวดเร็ว แตกกอดี ทนแล้ง ทนสนองต่อน้ำและปุ๋ยได้เป็นอย่างดี ไม่มีโรคและแมลงรบกวน และให้ผลผลิตต่อไร่สูง นอกจากนี้ยังมีปริมาณน้ำตาลในใบและลำต้นสูง เหมาะสำหรับการนำมาทำเป็นเสบียงไว้ให้สัตว์กินในฤดูแล้ง Lounglawan et al., (2014) พบว่า การเพิ่มอายุการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีผลทำให้ระดับวัตถุแห้งและเยื่อใยสูงขึ้น แต่ระดับโปรตีนหยาบลดลง ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการโดยการเพิ่มระดับโปรตีนด้วยพืชตระกูลถั่ว เช่น การใช้ใบกระถิน (*Leucaena leucocephala*) เพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากใบกระถินมีโปรตีนหยาบเป็นองค์ประกอบสูงถึง 24.7 % วัตถุแห้ง (Marsetyo et al., 2017) และยังเป็นพืชอาหารสัตว์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น จากการรายงานของ Bureenok et al. (2011) พบว่าการหมักหญ้างินที่มีส่วนผสมกับถั่วอาหารสัตว์ สามารถเพิ่มระดับโปรตีนในพืชอาหารสัตว์หมักได้ นอกจากนี้ Semae & Kraiprom (2018) พบว่า แพะที่ได้รับอาหารชั้น 2 % ของน้ำหนักร่วมกับกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบมีผลทำให้น้ำหนักของแพะและอัตราการเจริญเติบโตของแพะสูงขึ้น นอกจากนี้ใบกระถินยังประกอบด้วยสารคอนเดนส์แทนนินส์ (condensed tannins; CT) ซึ่งจะสามารถจับตัวกับโปรตีนได้ทำให้โปรตีนไหลผ่านไปยังลำไส้เล็กและนำไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Hung et al., 2013) ซึ่งกระถินนั้นสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งในรูปแบบสด แห้ง และหมัก การใช้ประโยชน์ในรูปแบบแห้งและหมักสามารถเก็บไว้ใช้ในเวลาที่อาหารสัตว์ขาดแคลนโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง แต่การหมักพืชตระกูลถั่วอย่างเดียวยังจะส่งผลทำให้ค่า Buffering capacity สูง หากค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะส่งผลต่อคุณภาพของพืชอาหารสัตว์หมักได้ อย่างไรก็ตาม Barros-Rodríguez et al. (2015) พบว่า แกะที่ได้รับอาหารหยาบ (เนเปียร์และกระถิน) ที่มีสัดส่วนแตกต่างกัน (%) คือ 100:0 80:20 และ 60:40 ส่งผลให้การกินได้วัตถุแห้งของแกะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของกระถินที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการนำกระถินมาหมักร่วมกับหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 จึงเป็นอีกทางเลือกในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารหยาบและเป็นการเพิ่มคุณภาพการหมักพืชอาหารสัตว์ให้ดีขึ้น และหากมีการใช้อาหารหยาบคุณภาพสูง สามารถลดการใช้อาหารชั้นลงจะส่งผลต่อการลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ลงได้อีกทางหนึ่งด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบ ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนาการและสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมอาหารหยาบ

ทำการสับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และกระถินให้มีขนาดความยาว 1–2 เซนติเมตร ด้วยเครื่องสับหญ้า โดยใช้สัดส่วนของหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 ในอัตราส่วน 100 % และอัตราส่วนของหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อกระถิน 50:50 % (โดยน้ำหนักสด) นำอาหารหยาบที่สับและผสมตามสัดส่วนแล้วใส่ในถังพลาสติกขนาดความจุ 150 ลิตร อัดและไล่อากาศออกให้ได้มากที่สุดและปิดฝาถังให้สนิทแล้วเก็บไว้ในที่ร่มเป็นระยะเวลา 21 วัน

สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง

ใช้แพะเนื้อลูกผสมพื้นเมืองที่มีอายุระหว่าง 12 ถึง 15 เดือน จำนวน 16 ตัว เป็นเพศผู้ 8 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ตัว เพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว น้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 18.74 ± 1.8 กิโลกรัม ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก โดยจัดการทดลองแบบ 2×2 factorial in a Randomized Completely Block design โดยมีปัจจัยที่ 1 คือ ระดับโปรตีนในอาหารชั้น (12 และ 14 %) และปัจจัยที่ 2 คือ แหล่งของอาหารหยาบ (หญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก และหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถิน (50:50)) แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ตัว ต่อปัจจัยการทดลองรวม 4 ทรีทเมนต์คอมบินชัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารชั้นระดับโปรตีน 12 % ร่วมกับหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก

กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารชั้นระดับโปรตีน 12 % ร่วมกับหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถิน

กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารชั้นระดับโปรตีน 14 % ร่วมกับหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก

กลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารชั้นระดับโปรตีน 14 % ร่วมกับหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถิน

การให้อาหาร

การทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะปรับตัว (Adaptation period) เป็นระยะเวลา 7 วัน เพื่อฝึกให้แพะคุ้นเคยกับอาหารและระยะทดลอง (Experimental period) เป็นระยะเก็บข้อมูลใช้ระยะเวลา 60 วัน โดยแพะได้รับ อาหารชั้นทางการค้าตามกลุ่มทดลองปริมาณ 1.5 % ของน้ำหนักตัวบนฐานวัตถุแห้ง โดยแบ่งการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 07.00 น. และ 16.00 น. โดยการให้อาหารชั้นก่อนและให้อาหารหยาบตามกลุ่มทดลองแบบเต็มที่ (*ad libitum*) มีแร่ธาตุก้อนและน้ำสะอาดให้แพะกินอย่างเพียงพอตลอดเวลา มีการปรับปริมาณอาหารชั้นที่ให้ตามน้ำหนักตัวแพะทุก ๆ 2 สัปดาห์

การเก็บข้อมูล

บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง โดยทำการชั่งน้ำหนักแพะก่อนและหลังงานทดลองและทุก ๆ 2 สัปดาห์ในช่วงเวลาทดลอง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัลแบบแขวนที่มีตำแหน่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารอาหารหยาบก่อนและหลังกิน เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM), เถ้า (Ash), ไขมัน (Ether extract, EE) และโปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ตามวิธีการของ AOAC (1990) และวิเคราะห์องค์ประกอบเยื่อใยที่สำคัญ ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) (Van Soest et al., 1991)

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลในช่วง 5 วันสุดท้ายของการทดลอง โดยทำการสุ่มเก็บในช่วงเช้าและบ่าย โดยวิธีส้วงผ่านทวารหนัก (grab or rectal sampling) ก่อนทำการคลุกทุกส่วนให้เข้ากัน และแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง และส่วนที่ 2 เก็บมูลในแต่ละวัน แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนครบ 5 วันหลังจากนั้นนำมูลทั้งหมดของแพะแต่ละตัวมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วทำการสุ่มเก็บอีกครั้งและนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้งสนิท และนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และวิเคราะห์หาเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid insoluble ash, AIA) เพื่อนำมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ตามวิธีการของ Van Keulen & Young (1977)

การคำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาการ โดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ภายใน และโภชนาการรวมที่ย่อยได้ (total digestible nutrient)

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (\%)} = 100 - 100 \times \left(\frac{(\% \text{ AIA ในอาหาร})}{(\% \text{ AIA ในมูล})} \right)$$

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาการ (\%)} = 100 - 100 \times \left(\frac{(\% \text{ AIA ในอาหาร}) \times (\% \text{ โภชนาการในมูล})}{(\% \text{ AIA ในมูล}) \times (\% \text{ โภชนาการในอาหาร})} \right)$$

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก ในช่วงเวลาที่ 0 และ 4 หลังจากให้อาหารในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยใช้ stomach tube ดูดด้วย vacuum pump และวัดค่า pH ทันที โดยใช้เครื่อง pH meter (HANNA, edge^{blu} HI2202) หลังจากนั้นเติม 1M H₂SO₄ ในสัดส่วน 1M H₂SO₄ ต่อของเหลวในกระเพาะหมัก 1:10 เพื่อหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 15 นาที จากนั้นเก็บเอาส่วนใสเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃-N) โดยใช้เครื่อง KjeltacTM 8100 Analyzer (Foss) เก็บตัวอย่างเลือด ในช่วงเวลาที่ 0 และ 4 หลังจากให้อาหาร

ในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) จากนั้นนำตัวอย่างเลือดในส่วนของ plasma มาวิเคราะห์หาค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN) (Crocker, 1967)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (2x2 factorial in Randomized Completely Block design : RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลอง โดยวิธี Least Significant Differences (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P=0.05) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1996)

ผลการวิจัย

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นและอาหารหยาบ

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทางการค้าและอาหารหยาบที่ใช้ในงานทดลอง แสดงใน Table 1 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของอาหารมีค่า DM, Organic matter (OM), Ash, CP, EE, NDF และ ADF ของอาหารข้นระดับโปรตีน 12 % มีค่าเท่ากับ 93.19, 87.43, 12.57, 12.10, 3.76, 37.96 และ 20.20 % ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีในอาหารข้นระดับโปรตีน 14 % มีค่าเท่ากับ 92.39, 87.49, 12.51, 13.98, 4.71, 38.35 และ 25.91 % ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าเท่ากับ 19.96, 90.29, 9.71, 6.97, 2.44, 65.54 และ 44.76 % ตามลำดับ และองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถิน มีค่าเท่ากับ 27.67, 92.90, 7.10, 10.63, 2.09, 71.91 และ 44.35 % ตามลำดับ ซึ่งการหมักหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถิน มีผลทำให้มีวัตถุแห้ง โปรตีน และระดับเยื่อใยเพิ่มสูงขึ้น

ปริมาณการกินได้

ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น อาหารหยาบ และปริมาณการกินได้ทั้งหมด แสดงใน Table 2 พบว่า ระดับของโปรตีนในอาหารข้น และแหล่งของอาหารหยาบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ต่อปริมาณการกินได้ของอาหารข้น อาหารหยาบ และปริมาณการกินได้รวมของอาหารทั้งหมด (P>0.05) และระดับโปรตีนในอาหารข้นที่ระดับ 12 และ 14 % ก็ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหารข้น อาหารหยาบ และการกินได้ของอาหารทั้งหมด (P>0.05) อีกด้วย โดยการกินได้ของอาหารข้นของแพะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 394.44, 402.39, 399.02 และ 402.39 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่การใช้การใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบมีผลทำให้ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ และปริมาณการกินได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น (P=0.0001) โดยปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบเท่ากับ

239.24, 411.39, 273.04 และ 369.63 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และปริมาณการกินได้ทั้งหมดเท่ากับ 633.67, 813.78, 672.05 และ 772.02 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมือง แสดงใน Table 3 พบว่า ระดับของโปรตีนในอาหารชั้น และแหล่งของอาหารหยาบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมือง ($P>0.05$) และระดับโปรตีนในอาหารชั้นที่ระดับ 12 และ 14 % ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมือง ($P>0.05$) แต่การใช้หญ้านาเปียร์ 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นแหล่งของอาหารหยาบมีผลทำให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ($P=0.47$) และอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ($P=0.046$) โดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของแพะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 6.60, 8.45, 7.97 และ 8.61 กิโลกรัม ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.11, 0.14, 0.13 และ 0.14 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ

การย่อยได้ของโภชนา

การย่อยได้ของโภชนาของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง แสดงใน Table 4 พบว่า ระดับของโปรตีนในอาหารชั้น และแหล่งของอาหารหยาบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P>0.05$) ระดับโปรตีนในอาหารชั้นที่ระดับ 12 และ 14 % และแหล่งของอาหารหยาบ ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนาของแพะลูกผสมพื้นเมือง ($P>0.05$) โดยค่าการย่อยได้ของ DM ในแพะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 66.09, 65.87, 66.97 และ 65.74 % ตามลำดับ การย่อยได้ของ OM เท่ากับ 70.09, 69.83, 69.07 และ 68.17 % ตามลำดับ การย่อยได้ของ CP เท่ากับ 69.98, 67.93, 70.83 และ 68.90 % ตามลำดับ การย่อยได้เยื่อใยของ NDF เท่ากับ 56.74, 56.90, 55.75 และ 56.12 % ตามลำดับ และการ

ย่อยได้ของ ADF เท่ากับ 45.05, 45.64, 46.49 และ 45.22 % ตามลำดับ

ความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก และยูเรียในเลือด

ความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก และยูเรียในเลือด แสดงใน Table 5 พบว่า ระดับของโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P>0.05$) ระดับโปรตีนในอาหารชั้นที่ระดับ 12 และ 14 % และแหล่งของอาหารหยาบไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก ($P>0.05$) โดยค่าต่อความเป็นกรด-ด่าง ชั่วโมงที่ 4 หลังกินอาหารของแพะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 5.73, 5.52, 5.70 และ 5.91 ตามลำดับ

ระดับของโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P>0.05$) และแหล่งของอาหารหยาบไม่มีผลต่อแอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ในกระเพาะหมักของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง ($P>0.05$) แต่ระดับโปรตีนในอาหารชั้นที่ระดับ 14 % มีผลทำให้ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักสูงขึ้น ($P=0.05$) โดยมีค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ชั่วโมงที่ 4 หลังกินอาหารของแพะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 16.35, 18.68, 19.85 และ 23.35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ

ระดับของโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P>0.05$) และแหล่งของอาหารหยาบไม่มีผลต่อระดับยูเรียในเลือดของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง ($P>0.05$) แต่ระดับโปรตีนในอาหารชั้นที่ระดับ 14 % มีผลทำให้ระดับยูเรียในเลือดสูงขึ้น ($P=0.006$) โดยมีค่ายูเรียในเลือด ชั่วโมงที่ 4 ของแพะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 หลังกินอาหารเท่ากับ 15.50, 16.25, 20.25 และ 20.75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ

Table 1 Chemical composition of roughage and concentrate

Items (%)	Roughage		Concentrate	
	Nap	Nap with Leu	CP 12 %	CP 14 %
DM	19.96	27.67	93.19	92.39
-----% DM basis-----				
OM	90.29	92.90	87.43	87.49
Ash	9.71	7.10	12.57	12.51
CP	6.97	10.63	12.10	13.98
EE	2.44	2.09	3.76	4.71
NDF	65.54	71.91	37.96	38.35
ADF	44.76	44.35	20.20	25.91

Nap = Napier Pakchong 1 silage, Nap with Leu = Napier Pakchong 1 with leucaena silage (50:50)

Table 2 Effects of protein levels in concentrate with roughage sources on feed intake of crossbred native goats

Items	Crude protein 12 %		Crude protein 14 %		SEM	P-value		
	Nap	Nap with Leu	Nap	Nap with Leu		PL	RS	PL*RS
Concentrate								
DM (g/d)	394.44	402.39	399.02	402.39	2.471	0.65	0.28	0.65
% of BW	1.60	1.48	1.50	1.46	0.036	0.43	0.27	0.55
g/kg BW ^{0.75}	35.65	33.73	34.09	33.49	0.583	0.46	0.30	0.58
Roughage								
DM (g/d)	239.24	411.39	273.04	369.63	10.824	0.86	0.0001	0.11
% of BW	0.95	1.51	1.02	1.34	0.030	0.47	0.0001	0.08
g/kg BW ^{0.75}	21.16	34.40	23.25	30.65	0.705	0.57	0.0001	0.06
Total								
DM (g/d)	633.67	813.78	672.05	772.02	12.327	0.95	0.0001	0.13
% of BW	2.55	2.98	2.52	2.80	0.044	0.26	0.0019	0.39
g/kg BW ^{0.75}	56.81	68.13	57.34	64.14	0.78	0.29	0.0001	0.17

Nap = Napier Pakchong 1 silage, Nap with Leu = Napier Pakchong 1 with leucaena silage, PL = protein levels, RS= roughage sources

Table 3 Effects of protein levels in concentrate with roughage sources on growth performance of crossbred native goats

Items	Crude protein 12 %		Crude protein 14 %		SEM	P-value		
	Nap	Nap with Leu	Nap	Nap with Leu		PL	RS	PL*RS
Initial weight (kg)	18.38	18.95	18.64	19.03	0.513	0.87	0.65	0.93
Final weight (kg)	24.98	27.40	26.61	27.64	0.654	0.50	0.21	0.61
Weight gain (kg)	6.60	8.45	7.97	8.61	0.320	0.21	0.047	0.31
Average daily gain (kg/d)	0.11	0.14	0.13	0.14	0.005	0.21	0.046	0.30

Nap = Napier Pakchong 1 silage, Nap with Leu = Napier Pakchong 1 with leucaena silage, PL = protein levels, RS= roughage sources

Table 4 Effects of protein levels in concentrate with roughage sources on nutrient digestibility of crossbred native goats

Items	Crude protein 12 %		Crude protein 14 %		SEM	P-value		
	Nap	Nap with Leu	Nap	Nap with Leu		PL	RS	PL*RS
Nutrient digestibility, %								
Dry matter	66.09	65.87	66.97	65.74	0.78	0.81	0.65	0.75
Organic matter	70.09	69.83	69.07	68.17	0.93	0.49	0.76	0.87
Crude protein	69.98	67.93	70.83	68.90	0.50	0.38	0.07	0.95
Neutral detergent fiber	56.74	56.90	55.75	56.12	0.83	0.61	0.88	0.95
Acid detergent fiber	45.05	45.64	46.49	45.22	1.09	0.82	0.88	0.68

Nap = Napier Pakchong 1 silage, Nap with Leu = Napier Pakchong 1 with leucaena silage, PL = protein levels, RS= roughage sources

Table 5 Effects of protein levels in concentrate with roughage sources on ruminal pH, ammonia nitrogen and blood urea nitrogen of crossbred native goats

Items	Crude protein 12 %		Crude protein 14 %		SEM	P-value		
	Nap	Nap with Leu	Nap	Nap with Leu		PL	RS	PL*RS
Ruminal pH								
hour, 0	6.22	6.32	6.19	6.28	0.040	0.66	0.24	0.99
hour, 4	5.73	5.52	5.70	5.91	0.067	0.20	0.99	0.14
NH ₃ -N, mg/dl								
hour, 0	15.18	17.51	18.68	17.51	0.720	0.25	0.69	0.25
hour, 4	16.35	18.68	19.85	23.35	0.944	0.05	0.15	0.76
BUN, mg/dl								
hour, 0	12.00	12.75	16.00	16.50	0.616	0.009	0.62	0.92
hour, 4	15.50	16.25	20.25	20.75	0.696	0.006	0.66	0.93

Nap = Napier Pakchong 1 silage, Nap with Leu = Napier Pakchong 1 with leucaena silage, PL = protein levels, RS= roughage sources

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินจะเห็นได้ว่า วัตถุดิบ อินทรียวตฤ โปรตีน และเยื่อใยเพิ่มขึ้น แต่เถ้า และไขมันลดลง โดยมีระดับโปรตีนเท่ากับ 6.97 และ 10.63 % ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Kaewkunya et al. (2016) ได้ศึกษาการนำอาหารสัตว์หมักร่วมกับถั่วแฉะและถั่วในสัดส่วน (%) ที่ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 พบว่าการหมักอาหารสัตว์ร่วมกับถั่วแฉะและถั่วทำให้มีระดับโปรตีนเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของถั่วที่เพิ่มขึ้น มีค่าเท่ากับ 7.34, 9.06, 10.52, 12.67 และ 15.85 % ตามลำดับ นอกจากนี้ Bureenok et al. (2011) ได้ทำการศึกษาคุณภาพการหมักและคุณค่าทางโภชนาของหญ้านี้สั้่มงหมักร่วมกับถั่วอาหารสัตว์หมัก พบว่า การหมักหญ้านี้สั้่มงร่วมกับถั่วท่าพระสโตโล ถั่วฮามาต้า และถั่วควาลเคดสามารถเพิ่มระดับโปรตีนในพืชอาหารสัตว์หมักได้ ดังนั้นการศึกษาแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงแพะ และเพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้อาหารซึ่งจะส่งผลต้นทุนที่ลดลง การหมักหญ้าอาหารสัตว์ร่วมกับพืชตระกูลถั่วจึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพหรือการเพิ่มระดับโปรตีนของอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

ระดับโปรตีนในอาหารชั้นไม่มีผลต่อการกินได้เนื่องจากแพะทุกตัวได้รับอาหารชั้นจำกัดคิดเป็น % ของน้ำหนักตัว แต่จะเห็นได้ว่า แหล่งของอาหารหยาบจะมีผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบและปริมาณการกินได้รวมของแพะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแพะที่ได้รับหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นอาหารหยาบส่งผลให้มีปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Barros-Rodríguez et al. (2015) ได้ทำการศึกษาเลี้ยงแกะด้วยอาหารหยาบคือหญ้านเนเปียร์และกระถินในสัดส่วน (%) ที่ 100:0 80:20 และ 60:40 พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบของแกะจะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของกระถินที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.805, 1.178 และ 1.281 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม NRC (1981) รายงานว่า แพะที่มีน้ำหนักตัว 20 – 30 กิโลกรัม จะมีปริมาณการกินได้ทั้งหมดของวัตถุดิบเท่ากับ 0.48 – 0.55 กิโลกรัมต่อตัว เมื่อคิดเป็น % น้ำหนักตัวเท่ากับ 2.4 และ 2.2 % ตามลำดับ

จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าแพะที่ได้รับหญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบมีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตของแพะเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะแพะมีการกินอาหารได้เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้รับโภชนาเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะปริมาณของโปรตีนที่ได้รับเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับความต้องการโปรตีนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของแพะดังรายงานของ NRC (1981) ที่รายงานวว่า แพะที่มีน้ำหนักตัว 20 – 30 กิโลกรัม จะมีความต้องการโปรตีนรวมเพื่อการดำรงชีพและมีกิจกรรมต่ำอยู่ระหว่าง 46 – 62 กรัมต่อวัน และเพื่อการเจริญเติบโต 50, 100 และ 150 กรัมต่อวัน

มีความต้องการโปรตีนรวมเท่ากับ 60 – 76, 74 – 90 และ 88 – 104 กรัมต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้ในกระถินมีองค์ประกอบของสารแทนนินซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้โปรตีนไม่ถูกย่อยในกระเพาะหมักแต่จะถูกย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ในลำไส้เล็ก ทำให้แพะสามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้โดยตรง และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแพะได้มากขึ้น จากรายงานของ Barros-Rodríguez et al. (2015) พบว่าการใช้หญ้านเนเปียร์ผสมกับกระถินในสัดส่วน (%) ที่ 80:20 และ 60:40 ทำให้มีระดับของสารแทนนินที่สูงขึ้น 34.2 และ 68.5 กรัมต่อกิโลกรัม สอดคล้องกับ Semae & Kraiprom (2018) ที่ได้รายงานวว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้น 2 % ของน้ำหนักตัวร่วมกับกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบ (0:100) มีผลทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าแพะที่ได้รับหญ้านชีกแนลเลื่อยร่วมกับกระถิน (50:50) และกลุ่มที่ได้รับหญ้านชีกแนลเลื่อยเป็นแหล่งอาหารหยาบ

อย่างไรก็ตามระดับโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบไม่ส่งผลต่อความสามารถในการย่อยได้ของโภชนาในแพะลูกผสมพื้นเมือง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะองค์ประกอบทางเคมีทั้งของอาหารชั้นที่ระดับโปรตีน 12 และ 14 % และแหล่งของอาหารหยาบที่ใช้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะระดับของเยื่อใยจึงไม่ส่งผลต่อการย่อยได้ของโภชนา สอดคล้องกับ Sangthong et al. (2021) พบว่าการใช้อาหารชั้นที่ระดับโปรตีน 8, 10, 12 และ 14 % ในระดับ 2 % ของน้ำหนักตัว ร่วมกับหญ้านแพงโกล่าแห้ง ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนาของแพะพื้นเมืองเพศผู้ในระยะการเจริญเติบโต นอกจากนี้ Chanjula et al. (2014) พบว่าการใช้อาหารชั้นระดับโปรตีน 16, 17, 18 และ 19 % ร่วมกับหญ้านชีกแนลในแพะรีดนม ไม่ส่งผลต่อการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรียวตฤ และเยื่อใย แต่ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนในกลุ่มที่ได้รับอาหาร ชั้นที่มีโปรตีน 19 % มีค่าเพิ่มขึ้น จากรายงานของ Semae & Kraiprom (2018) พบว่าระดับของการทดแทนหญ้านชีกแนลเลื่อยด้วยกระถิน 50 % ไม่มีผลทำให้การย่อยได้ วัตถุดิบ อินทรียวตฤ และเยื่อใย แต่การทดแทนหญ้านชีกแนลเลื่อยด้วยกระถิน 50 และ 100 % มีผลทำให้การย่อยได้โปรตีนเพิ่มขึ้น

ระดับโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักของแพะลูกผสมพื้นเมือง โดยระดับค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักเป็นผลโดยตรงกับปริมาณของอาหารชั้นหรือสัดส่วนของอาหารชั้นต่ออาหารหยาบที่สัตว์ได้รับ ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้แพะทุกกลุ่มได้รับอาหารชั้น 1.5 % ของน้ำหนักตัว และได้รับอาหารหยาบเต็มที่ สอดคล้องกับ Semae (2016) พบว่าการทดแทนหญ้านชีกแนลเลื่อยด้วยกระถิน 50 และ 100 % ไม่มีผลต่อระดับค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักโดยช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 6.0–7.0

แหล่งของอาหารหยาบไม่มีผลต่อระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ในกระเพาะหมัก และยูเรียไนโตรเจนในเลือด (BUN) สอดคล้องกับ Semae (2016) พบว่าการทดแทนหญ้าชิกแนลเลื่อยด้วยกระถิน 50 และ 100 % ไม่มีผลต่อระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมัก และยูเรียไนโตรเจนในเลือด แต่ระดับโปรตีนในอาหารชั้นมีผลต่อระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักและยูเรียไนโตรเจนในเลือดของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง โดยแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นระดับโปรตีน 14 % มีระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักและยูเรียไนโตรเจนในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นระดับโปรตีน 12 % เนื่องจากระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักจะเป็นผลโดยตรงกับระดับโปรตีนในอาหารชั้นและการเพิ่มขึ้นของระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือด สอดคล้องกับ Chanjula et al. (2014) พบว่าการใช้อาหารชั้นร่วมกับหญ้าชีสดีในแพะรีดนม มีผลทำให้ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักและระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดสูงขึ้นตามระดับของโปรตีนในอาหารชั้นที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเกณฑ์ที่ปกติของค่าความเข้มข้นของระดับแอมโมเนียไนโตรเจนภายในกระเพาะรูเมนของแพะเพื่อใช้ในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน คือ 10–30 mg/dl (Ferguson et al., 1993) และค่าความเข้มข้นของระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติในเลือดแพะ มีค่าอยู่ระหว่าง 11.2 – 27.7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Lloyd, 1982) ซึ่งระดับความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจนและปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์ได้รับ เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดแพะลูกผสมพื้นเมืองในการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าแพะทุกกลุ่มมีระดับความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดที่ระดับปกติ แสดงให้เห็นว่าสัตว์ได้รับระดับโปรตีนจากอาหารในระดับที่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

ระดับโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ระดับยูเรียในเลือด และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง แต่การใช้อาหารชั้นระดับโปรตีน 14 % มีผลทำให้ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักและยูเรียในเลือดสูงขึ้น และการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบทำให้ปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น ดังนั้นจากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบ (50 : 50) สามารถเพิ่มปริมาณการกินได้ และอัตราการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมืองได้ จึงเป็นแนวทางในการลดระดับโปรตีนในอาหารชั้นได้เมื่อใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับ

กระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบโดยไม่มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ที่อำนวยความสะดวกสนับสนุนสถานที่วิจัย และห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้

References

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). *Official methods of analysis* (14th ed.). Washington DC : Association of Official Analytical Chemists.
- Barros-Rodríguez, M. A., Solorio-Sánchez, F. J., Sandoval-Castro, C. A., Klieve, Rojas-Herrera, R. A., Briceno-Poot, E. G., & Ku-Vera, J. C. (2015). Rumen function in vivo and in vitro in sheep fed *Leucaena leucocephala*. *Tropical Animal Health and Production*, 47(4), 757–764.
- Bureenok, S., Sisaath, K., Homsai, W., Wongsuthavas, S., Yuangklang, C., & Vesupen, K. (2011). Fermentation quality and nutritive value of purple guinea grass and legumes silages. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 39, 137–146. (in Thai)
- Chanjula, P., Pakdeechanuan, P., Wasiksiri, S., & Tedprasit, S. (2014). Effects of dietary protein levels on digestibility, blood metabolites, and production performance of lactating dairy goats. *Journal of Agriculture*, 30(2), 191–200. (in Thai)
- Crocker, C. L. (1967). Rapid determination of urea nitrogen in serum or plasma without deproteinization. *American Journal of Medical Technology*, 33(5), 361–365.
- Ferguson, J. D., Galligan, D. T., Blanchard, T., & Reeves, M. (1993). Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *Journal of Dairy Science*, 76(12), 3742–3746.
- Hung, L. V., Wanapat, M., & Cherdthong, A. (2013). Effects of *Leucaena* leaf pellet on bacterial diversity and microbial protein synthesis in swamp buffalo fed on rice straw. *Livestock Science*. 151(2-3), 188–197.

- Kaewkunya, C., Tayuan, C., Meenongyai, W., & Pronwapee, C. (2016). The use of lablab bean (*Lablab purpureus* L. Sweet) to improve forage sugarcane silage quality. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 44(SUPPL. 1), 382–388. (in Thai)
- Lloyd, S. (1982). Blood characteristics and the nutrition of ruminants. *British Veterinary Journal*, 138, 70–85.
- Lounglawan, P., Lounglawan, W., & Suksombat, W. (2014). Effect of cutting and interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). *APCBEE Procedia*, 8, 27–31.
- Marsetyo, Damry, Rusdi, Rusiyantono Y., & Syukur, S. H. (2017). The effect of supplementation of different legume leaves on feed Intake, digestion and growth of Kacang Goats given Mulato grass. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 7, 117–122.
- National Research Council (NRC). (1981). *Nutrient requirements of goats: angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries*. Washington D.C. : National Academy Press.
- Sangthong, K., Noosen, P., & Ngampongsai, W. (2021). Effects of protein levels in concentrate on growth performance and nutrient utilization of growing indigenous male goat. *Naresuan Phayao Journal*, 14(1), 96–108. (in Thai)
- Statistical Analysis System (SAS). (1996). *SAS/STAT User's Guide: Version 6.12 SAS Institute Inc* (4th ed.). North Carolina: Cary.
- Semae, S. (2016) *Effects of Leucaena spp. to substitute roughage source in goats* (research report). Naradhiwas: Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University. (in Thai)
- Semae, S., & Kraiprom, T. (2018) Effects of leucaena (*Leucaena leucocephala*) as roughage source on goat performance and economic worthiness. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 10(2), 140–149. (in Thai)
- Van Keulen, J., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid insoluble ash as a neutral marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44(2), 282–287.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74(10), 3583–3597.

Research article

Effects of protein levels in concentrate and roughage sources on feed intake nutrient digestibility and growth performance of crossbred native goats

Suttipong Hamee Thipsuda Boonmatan Peerarot Nitipot
and Noppharat Phakachod*

Department of Animal Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University,
Mueang, Kalasin, 46000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 25 February 2022

Revised: 22 March 2022

Accepted: 22 May 2022

Online published: 2 June 2022

Keyword

Protein levels

Roughage sources

Digestibility

Growth performance

Crossbred native goats

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of protein levels in concentrate and roughage sources on feed intake, nutrient digestibility, rumen fermentation, blood urea nitrogen and growth performance of crossbred native goats. Sixteen crossbred goats (8 males and 8 females), 12–15 months old, average body weight of 18.74 ± 1.8 kg, were used in this experiment. The experiment was arranged in a 2x2 factorial in a randomized complete block design (RCBD). Factor A was assigned for 2 levels of protein in concentrate (12 and 14 %) and factor B was assigned for 2 types of roughage sources (Napier Pakchong 1 silage and Napier Pakchong 1 with leucaena silage at 50:50 with 4 replications in each treatment. All goats were fed concentrate at 1.5 % of body weight and *ad libitum* of roughage for 60 days. The results showed that levels of protein in concentrate and roughage sources had no interaction on feed intake, ruminal fermentation, blood urea nitrogen and growth performance of crossbred native goats ($P > 0.05$). But the 14 % protein concentrate increased ruminal ammonia nitrogen ($P = 0.05$) and blood urea nitrogen ($P = 0.006$). Used of Napier Pakchong 1 with leucaena silage as roughage sources increased feed intake ($P = 0.0001$), weight gain ($P = 0.047$) and average daily gain ($P = 0.046$). Therefore, it could be concluded that the use of Napier Pakchong 1 with leucaena silage (50:50) as roughage sources could increase feed intake and growth performance of crossbred native goats and could reduce protein levels in concentrate without altering on growth performance of crossbred native goats.

*Corresponding author

E-mail address: Noppharat.ph@ksu.ac.th (N. Phakachod)

Online print: 2 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.3>



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ประสิทธิภาพของอาหารสูตรดัดแปลงผสมผลไม้ท้องถิ่นต่อการเพิ่มจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย

มานี แก้วชนิด¹ ดวงพร สุนทรชัยนุกูล¹ และศุภชัย นิตพันธ์^{1,2*}

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210

²ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีจุลินทรีย์เพื่อการเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 28 พฤศจิกายน 2564

แก้ไข: 23 กุมภาพันธ์ 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 9 พฤษภาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 2 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

แมลงหวี่

พันธุศาสตร์

ผลไม้ท้องถิ่น

บทคัดย่อ

แมลงหวี่ (*Drosophila melanogaster*) เป็นสัตว์ทดลองที่สำคัญสำหรับการศึกษากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา การเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ในห้องปฏิบัติการจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่ห้องปฏิบัติการมีการพัฒนาสูตรอาหารโดยใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นเป็นส่วนผสม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาหารสูตรดัดแปลง 5 สูตร ประกอบด้วยสูตรมะม่วงสุก (T1) มะละกอสุก (T2) สับปะรดสุก (T3) ชั่งขนุนสุก (T4) และชั่งจำปาสุก (T5) กับอาหารสูตรควบคุม (T0) ต่อจำนวนแมลงหวี่ระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยจากการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารดัดแปลงทุกสูตรมีจำนวนมากกว่าอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.00006$ และ $p=0.00001$) อาหารดัดแปลงสูตรมะละกอสุก (T2) และชั่งขนุนสุก (T4) มีจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.2 ± 11.4 และ 70.4 ± 22.3 ตัว จำนวนตัวเต็มวัยเฉลี่ยเท่ากับ 49.0 ± 4.0 และ 40.8 ± 2.8 ตัว ตามลำดับ ในอาหารสูตร T1 และ T4 อัตราส่วนของผลไม้ที่เหมาะสมระหว่าง 2-8% (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) จำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนมากที่สุด (112.67 ± 34.82 ตัว) พบในอาหารสูตร T4-4% เป็นอาหารที่ผสมชั่งขนุนสุก 4% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร อาหารสูตร T2-6% ที่ผสมมะละกอสุก 6% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และสูตร T4-4% มีจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวเต็มวัยสูงกว่าสูตรอื่น ๆ เท่ากับ 43.3 ± 18.4 ตัว และ 41.3 ± 16.4 ตัว ตามลำดับ นอกจากนี้อาหารสูตรดัดแปลงสูตรชั่งขนุนสุกอัตราส่วน 4% โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและมะละกอสุกอัตราส่วน 6% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ไม่มีผลต่อการสืบพันธุ์และการเจริญของแมลงหวี่ในรุ่นถัดไป เมื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของแมลงหวี่ที่ได้รับอาหารสูตรดัดแปลงจนถึงรุ่นที่ 3 (F3) พบว่าแมลงหวี่มีลักษณะทางกายภาพและอัตราส่วนของตัวต่อตัวเมียไม่แตกต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาพันธุศาสตร์ จำเป็นต้องใช้แมลงหวี่มาใช้เป็นสัตว์ทดลอง สำหรับใช้ศึกษาพฤติกรรมและการถ่ายทอดลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนแบบต่าง ๆ เพราะแมลงหวี่สามารถเพาะเลี้ยงได้ง่ายในห้องปฏิบัติการ มีวงจรชีวิตสั้นโดยเฉลี่ยประมาณ 14 วัน ในอุณหภูมิ 20 – 25 องศาเซลเซียส แมลงหวี่เพศเมียวางไข่ครั้งละ 300 – 400 ฟอง (Ashburner & Roote, 2007) การเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ในห้องปฏิบัติการที่ผ่านมาในอดีตใช้อาหารสูตรกล้วยสุก (Euawong, 2012) ซึ่งมีความชื้นสูงทำให้แมลงหวี่มักติดที่ผิวหน้าของอาหารไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ การจับคู่ผสมพันธุ์จึงเกิดขึ้นน้อยส่งผลต่อจำนวนลูกในรุ่นถัดไป เนื่องจากอาหารมีปริมาณน้ำอิสระสูง (Water activity) จึงมีการปนเปื้อนจาก

จุลินทรีย์ได้ง่าย (Matthews, 1994) จึงมีการพัฒนาอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ในห้องปฏิบัติการขึ้นหลายสูตร แต่ละสูตรแตกต่างกันในส่วนของการคาร์บอนหลัก เช่น สูตรแป้งข้าวโพด แป้งสาลี และผลไม้ท้องถิ่นบางชนิด เป็นต้น หากมีการปรับสูตรอาหารให้เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผสมพันธุ์ของแมลงหวี่ให้มีปริมาณลูกรุ่นต่อไปมากขึ้น อีกทั้งสามารถใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบในท้องถิ่นที่มีปริมาณมาก บางชนิดเป็นเศษเหลือทิ้งแต่ยังคงมีปริมาณสารอาหารหลักอยู่หลากหลาย เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสูตรดัดแปลงสำหรับเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ผลไม้สุกเพื่อพัฒนาสูตรอาหารดัดแปลงทั้งหมด 5 สูตร คือ สูตรมะม่วงสุก (T1) มะละกอสุก

*Corresponding author

E-mail address: supachai_nitipan@hotmail.com (S. Nitipan)

Online print: 2 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.4>

(T₂) สับปะรดสุก (T₃) ชิงชันสุก (T₄) ชิงจำปาสุก (T₅) ต่อการเพิ่มจำนวนของแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยเปรียบเทียบกับอาหารสูตรควบคุม (T₀) ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารเพาะเลี้ยงแมลงหวี่สำเร็จรูปต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

สัตว์ทดลอง

แมลงหวี่ (*Drosophila melanogaster*) สายพันธุ์ป่า (Wild type) มีลักษณะลำตัวสีน้ำตาล ตากลมโต สีแดงอิฐ และปีกยาวคลุมลำตัว ได้รับความอนุเคราะห์สายพันธุ์แมลงหวี่จาก สาขาวิชาชีววิทยาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง การทดลองในสัตว์ได้รับการควบคุมภายใต้ใบอนุญาตใช้สัตว์ทดลองเลขที่ U1-06512-2560

การเตรียมตัวอย่างผลไม้

ผลไม้ท้องถิ่น 5 ชนิด คือ มะม่วงสุก มะละกอสุก สับปะรดสุก ชิงชันสุก และชิงจำปาสุก นำมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง แล้วเก็บใส่กล่องพลาสติกปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนคาร์โบไฮเดรต และไขมันด้วยวิธีมาตรฐาน

การทดลองสูตรอาหารดัดแปลงเพาะเลี้ยงแมลงหวี่จากผลไม้สุก

การทดลองแบ่งเป็น 6 ชุด คือ T₀–T₅ ชุดละ 10 หลอด เตรียมอาหารเพาะเลี้ยงแมลงหวี่แต่ละสูตรที่มีส่วนผสมตามรายละเอียดใน Table 1 ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดทำการคนตลอดเวลาจนครบ 15 นาที วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำ Propionic acid ให้หลอดอาหาร จากนั้นคลุมด้วยผ้าวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงปิดหลอดอาหารด้วยสำลีเมื่อครบ 24 ชั่วโมง หลอดอาหารแต่ละหลอดใส่แมลงหวี่จำนวน 10 คู่ เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จึงปล่อยแมลงหวี่รุ่นพ่อแม่ แล้วเลี้ยงต่อครบเวลา 11 วัน แต่ละชุดการทดลองแบ่งแบบสุ่มเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 หลอด สำหรับตรวจนับจำนวน

หนอนที่มีในหลอดอาหาร ส่วนที่เหลือเลี้ยงต่อจนครบ 17 วัน แล้วนับจำนวนตัวเต็มวัยภายใต้กล้องสเตอริโอ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ คัดเลือกสูตรอาหารดัดแปลงที่ให้จำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยที่มากที่สุดเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

Table 1 The various medium culture for *D. melanogaster* experiment

Ingredients	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Sucrose (g)	38.5	–	–	–	–	–
Corn powder (g)	84.6	–	–	–	–	–
Agar (g)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
Propionic acid (ml)	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Yeast (g)	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4
Ripe mango (g)	–	100	–	–	–	–
Ripe papaya (g)	–	–	100	–	–	–
Ripe pineapple (g)	–	–	–	100	–	–
Ripe jackfruit rags (g)	–	–	–	–	100	–
Ripe chempedak fruit rags (g)	–	–	–	–	–	100

Note: adjust the volume till 1,000 ml with distilled water

การศึกษาจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนในอาหารดัดแปลงสูตรมะละกอสุกและชิงชันสุกที่อัตราส่วนต่าง ๆ

อาหารดัดแปลงสูตรมะละกอสุก (T₂) และชิงชันสุก (T₄) ซึ่งเป็นสูตรที่ให้ผลดีกว่าสูตรอื่น ๆ ได้นำมาทดสอบอัตราส่วนของผลไม้ที่เหมาะสม 8 ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 2% 4% 6% และ 8% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (T₂–2%, T₂–4%, T₂–6%, T₂–8%, T₄–2%, T₄–4%, T₄–6% และ T₄–8%) และอาหารควบคุม แต่ละชุดการทดลองใช้หลอดอาหาร 10 หลอด แต่ละหลอดอาหารใส่แมลงหวี่จำนวน 10 คู่ เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จึงปล่อยแมลงหวี่รุ่นพ่อแม่ เลี้ยงต่อครบเวลา 11 วัน แต่ละชุดการทดลองแบ่งแบบสุ่มเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 หลอด สำหรับตรวจนับจำนวนหนอนที่มีในอาหาร ส่วนที่เหลือเลี้ยงต่อจนครบ 17 วัน นับจำนวนตัวเต็มวัย ของรุ่น F₁ แต่ละหลอดคัดแยกตัวเมียบริสุทธิ์และตัวผู้หลอดละ 10 คู่ เพื่อใช้สำหรับการทดลองต่อไป ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

ศึกษาผลของอาหารดัดแปลงสูตรมะละกอสุกและชิงชันสุกต่อการสืบพันธุ์ของแมลงหวี่

แมลงหวี่รุ่น F₁ ที่คัดแยกไว้ นำมาเลี้ยงในอาหารสูตรมะละกอสุกและชิงชันสุก ความเข้มข้น 6% และ 4% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แต่ละชุดการทดลองใช้หลอดอาหาร 5 หลอด แต่ละหลอดอาหารใส่แมลงหวี่จำนวน 10 คู่ เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ปล่อยแมลงหวี่พ่อแม่รุ่น F₁ เมื่อครบ 7 วัน เลี้ยงต่อและคัดแยกแยกตัวเมียบริสุทธิ์และตัวผู้รุ่น F₂ หลอดละ 10 คู่ ย้ายไปเลี้ยงในหลอดอาหารใหม่เมื่อ

ครบ 7 วัน ปล่อยพ่อแม่รุ่น F₂ เลี้ยงต่อครบเวลา 17 วัน แล้วนับจำนวนแมลงหวี่รุ่น F₃ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistical Package for Social Science (SPSS) ทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี One-Way ANOVA และ Duncan's multiple range test การวิเคราะห์อัตราส่วนของตัวเมียต่อตัวผู้ใช้การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารของผลไม้สุก

สารอาหารที่พบในผลไม้สุกที่นำมาเป็นวัตถุดิบ (Table 2) ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 0.46–1.4 กรัม/100 กรัม ปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วง 8.4–22.6 กรัม/100 กรัม และปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 0.14–0.67 กรัม/100 กรัม ชิงชันสุกมีปริมาณโปรตีนคาร์โบไฮเดรต และไขมันสูงสุดเท่ากับ 1.40±0.07 22.62±0.03 และ 0.67±0.03 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ

Table 2 The nutrition of fruits using as supplement in a modified medium

Fruits	Protein (g/100g)	Carbohydrate (g/100g)	Lipid (g/100g)
Ripe mango	0.51±0.02 ^c	18.51±0.03 ^b	0.26±0.02 ^b
Ripe papaya	0.70±0.03 ^b	9.73±0.03 ^d	0.33±0.01 ^b
Ripe pineapple	0.49±0.02 ^c	12.30±0.07 ^c	0.14±0.02 ^d
Ripe jackfruit rags	1.40±0.07 ^a	22.62±0.03 ^a	0.67±0.03 ^a
Ripe chempedak fruit rags	0.46±0.03 ^c	8.44±0.03 ^e	0.22±0.03 ^c

Note: 95% interval confidence level was tested.

ผลการศึกษาลำไส้ของแมลงที่เพาะเลี้ยงในอาหารทดแทนผลไม้

จำนวนแมลงหวี่ในระยะหนอนและตัวเต็มวัยจากการเพาะเลี้ยงในอาหารทดแทนผลไม้สูตรต่าง ๆ ได้แก่ อาหารควบคุมสูตรข้าวโพด (T₀) มะม่วงสุก (T₁) มะละกอสุก (T₂) สับปะรดสุก (T₃) ขิงขุ่นสุก (T₄) และขมิ้นสุก (T₅) นับผลจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนจำนวน 5 หลอดหลังเลี้ยง 11 วัน พบว่าอาหารทดแทนผลไม้สูตรมะละกอสุกมีจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนมากกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (p=0.00006) อาหารทดแทนผลไม้สูตรมะละกอสุกและขิงขุ่นสุกมีจำนวนหนอนมากกว่าสูตรอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.2±11.4 และ 70.4±22.3 ตัว ตามลำดับ (Figure 1)

จำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวเต็มวัยสอดคล้องกับจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอน กล่าวคืออาหารทดแทนผลไม้สูตรขิงขุ่นสุกและมะละกอสุกมีจำนวนตัวเต็มวัยมากกว่าอาหารสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ (p=0.00001) มีจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 49.0±4.0 และ 40.8±2.8 ตัว ตามลำดับ จำนวนตัวเต็มวัยจากสูตรอาหารทดแทนผลไม้สูตรมะม่วงสุก สับปะรดสุก ขมิ้นสุก และสูตรควบคุมไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 2) นอกจากนี้แมลงหวี่ในระยะตัวหนอนจากอาหารทดแทนผลไม้สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้เพียง 45.7 – 69.9% แตกต่างจากสูตรควบคุมที่แมลงหวี่ในระยะตัวหนอนสามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ทั้งหมด

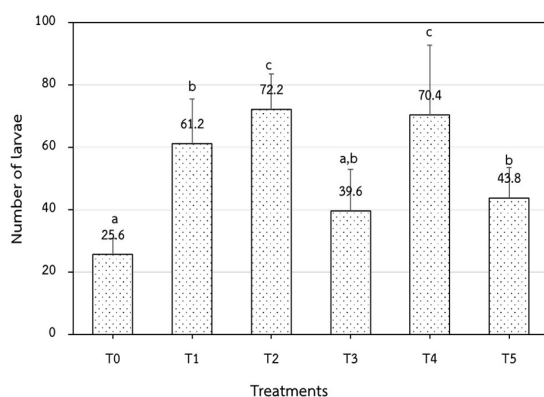


Figure 1 The number (average) of larvae from various experimental culture medium after 11 days of post-culturing, T0: control, T1: ripe mango, T2: ripe papaya, T3: ripe pineapple, T4: ripe jackfruit rags, and T5: ripe chempedak fruit rags

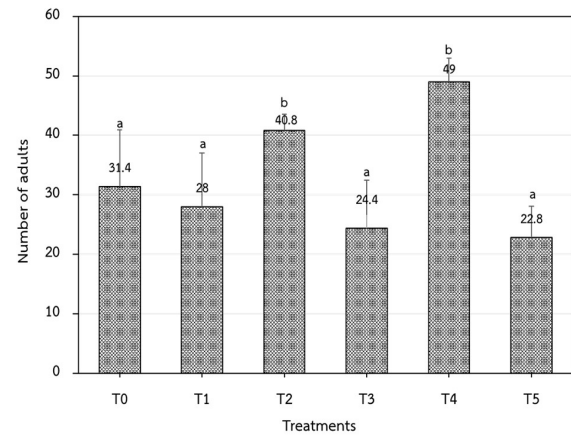


Figure 2 The number (average) of adults from various experimental culture medium after 17 days of post-culturing T0: control, T1: ripe mango, T2: ripe papaya, T3: ripe pineapple, T4: ripe jackfruit rags, and T5: ripe chempedak fruit rags

อัตราส่วนที่เหมาะสมของมะละกอสุกและขิงขุ่นในการเพาะเลี้ยงแมลงหวี่

อาหารทดแทนผลไม้สูตรมะละกอสุกและขิงขุ่นสุกที่ความเข้มข้น 4% 6% และ 8% โดยน้ำหนักต่อปริมาตรมีผลต่อการเพิ่มจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนเมื่อเทียบกับอาหารสูตรควบคุม แต่สูตรมะละกอสุกความเข้มข้น 2% (T₂-2%) โดยน้ำหนักต่อปริมาตรจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนไม่แตกต่างกับอาหารสูตรควบคุม จำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนจำนวนมากที่สุดพบในอาหารสูตรขิงขุ่นสุกความเข้มข้น 4% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (T₄-4%) รองลงมาเป็นความเข้มข้น 8% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (T₄-8%) มีจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 112.67±34.82 ตัว และ 89.33±24.09 ตัว ตามลำดับ ส่วนอาหารสูตรควบคุมมีจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนเฉลี่ยเท่ากับ 27.7±6.7 ตัว (Figure 3)

อาหารทดแทนผลไม้สูตรมะละกอสุกความเข้มข้น 6% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (T₂-6%) และสูตรขิงขุ่นสุกความเข้มข้น 4% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (T₄-4%) มีจำนวนแมลงหวี่ตัวเต็มวัยมากกว่าอาหารสูตรควบคุมและสูตรทดแทนอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ (p=0.0035) มีจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 43.3±18.4 และ 41.3±16.4 ตัว ตามลำดับ (Figure 3)

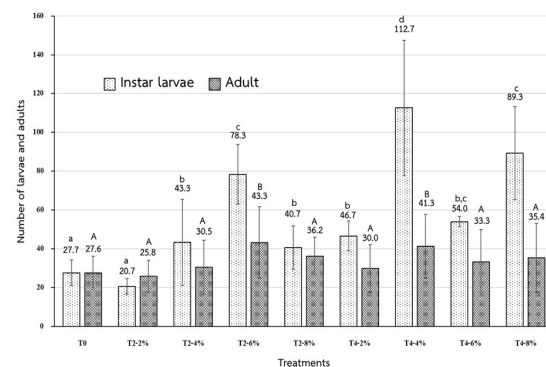


Figure 3 The number of larvae and adults from the modified culture medium supplemented with ripe papaya and ripe jackfruit at concentration of 2% – 8% (w/v)

ผลของอาหารดัดแปลงสูตรผสมมะละกอสุกและซังขนุนสุกต่อการสืบพันธุ์ของแมลงหวี่

การเลี้ยงแมลงหวี่ด้วยอาหารดัดแปลงสูตรมะละกอสุกความเข้มข้น 6% และซังขนุนสุก 4% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จนถึงรุ่น F₃ นับจำนวนแมลงหวี่ตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียเปรียบเทียบกับอาหารสูตรควบคุม พบว่าจำนวนแมลงหวี่รุ่น F₃ ของอาหารสูตรมะละกอสุกมีจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 341 ตัว เป็นตัวเมีย 175 ตัว และตัวผู้ 166 ตัว จำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวเต็มวัยในอาหารสูตรซังขนุนสุกจำนวน 249 ตัว เป็นตัวเมีย 128 ตัว และตัวผู้ 121 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับสถิติพบว่าจำนวนแมลงหวี่ในอาหารสูตรดัดแปลงทั้งสองกับอาหารสูตรควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) อาหารดัดแปลงทั้งสองจึงไม่ส่งผลต่อการสืบพันธุ์ของแมลงหวี่ อัตราส่วนของตัวเมียต่อตัวผู้ เป็นอัตราส่วน 1:1 (Table 3) เมื่อทดสอบด้วยสถิติแบบไคสแควที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Table 3 The number of male and female F₃-*Drosophilla* adults and the ratio of male to female adults from different culture mediums

Diets	No. of F ₃ - <i>Drosophilla</i>		d.f.	χ^2	Female and male ratio
	Female	Male			
T ₀	104	111	1	0.167	0.94:1
T ₂ -6%	175	166	1	0.188	1.05:1
T ₄ -4%	128	121	1	0.145	1.06:1

Note: 95% interval confidence level was tested.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้พบว่า สูตรอาหารดัดแปลงมีผลต่อการเพิ่มจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย ซึ่งอาหารสูตรมะละกอสุก (T₂) และอาหารสูตรซังขนุนสุก (T₄) ให้จำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนมากกว่าอาหารดัดแปลงสูตรอื่น ๆ และสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.009$) เป็นผลมาจากปริมาณสารอาหารในผลไม้แต่ละชนิดแตกต่างกัน จากการศึกษาของ Uysal et al. (2002) รายงานว่า อาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูงส่งผลให้แมลงหวี่มีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์เพิ่มขึ้นและจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนมากกว่าอาหารที่มีปริมาณโปรตีนต่ำและปานกลางอย่างมีนัยสำคัญ เป็นที่ทราบกันว่าโปรตีนเป็นแหล่งของกรดอะมิโนจำเป็นของสิ่งมีชีวิต กรดอะมิโนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะวัยเจริญพันธุ์ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้กรดอะมิโนในปริมาณที่มากขึ้น เช่น ปริมาณกรดอะมิโนเมไทโอนีนที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ในแมลงหวี่ทำให้สามารถออกไข่ได้จำนวนมาก (Silpasorn et al., 2003) สอดคล้องกับปริมาณโปรตีนจากผลไม้ทั้ง 5 ชนิดที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณโปรตีนในซังขนุนสุกมีปริมาณ 1.40 ± 0.07 กรัม/100 กรัม และมะละกอสุกมีโปรตีนประมาณ 0.70 ± 0.03 กรัม/100 กรัม ซึ่งมากกว่าในมะม่วงสุก สับปะรดสุกและซังจำปาสุก ที่มีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง $0.46\text{--}0.51$ กรัม/100 กรัม (Table 2) แมลงหวี่ในระยะตัวหนอนต้องการสารอาหารที่ให้พลังงานสูงเพื่อใช้เป็นพลังงานสะสมสำหรับกระบวนการเปลี่ยนสัณฐาน (metamorphosis) (Ashburner, 1989) ดังนั้นแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนจึงสามารถเจริญได้ดีในอาหารสูตรที่มีปริมาณไขมันสูง สอดคล้องกับผลทดลอง

ครั้งนี้ที่พบว่า แมลงหวี่ในระยะตัวหนอนจำนวนมากในอาหารสูตรผสมซังขนุนสุกและมะละกอสุกมากกว่าสูตรอาหารอื่น ๆ จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารพบปริมาณไขมันในซังขนุนสุกเท่ากับ 0.67 ± 0.03 กรัม/100 กรัมและมะละกอสุกเท่ากับ 0.33 ± 0.01 กรัม/100 กรัม สูงกว่าในสับปะรด มะม่วง และซังจำปาสุก ที่มีปริมาณไขมันอยู่ระหว่าง $0.14\text{--}0.26$ กรัม/100 กรัม ตามลำดับ (Table 2)

นอกจากปริมาณสารอาหารหลักแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของแมลงหวี่ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น และการปนเปื้อนของแบคทีเรียในอาหารเพาะเลี้ยง สอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่า อาหารดัดแปลงสูตรมะม่วงสุกและสับปะรดสุกมีค่าความเป็นกรดสูงกว่าอาหารสูตรอื่น ๆ ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโครงสร้างของวุ้น (Yee, 2010) ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ทำให้อาหารมีความคงตัว ดังนั้นทำให้อาหารทั้งสองสูตร (สูตรมะม่วงสุกและสับปะรด) มีความคงตัวน้อยและปริมาณความชื้นในอาหารสูงส่งผลให้แมลงหวี่ในระยะตัวหนอนจมลงไปในอาหารและขาดอากาศ นอกจากนี้การปนเปื้อนของแบคทีเรียตามธรรมชาติที่มีอยู่ในผลไม้สุกอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้คุณภาพของอาหารลดลง เช่น การปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่ม *Acetobacter* สามารถสร้างเมือกออกมาคลุมผิวหน้าอาหารทำให้แมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและดักแด้ไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ (Ashburner & Roote, 2007)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าอาหารดัดแปลงสูตรมะละกอสุกและซังขนุนสุกสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ในห้องปฏิบัติการได้ โดยเฉพาะสูตรมะละกอสุกอัตราส่วน 6% โดยมวลต่อปริมาตร และซังขนุนสุกอัตราส่วน 4% โดยมวลต่อปริมาตร สามารถเพิ่มจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตรควบคุม แต่ในทางกลับกันเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของซังขนุนสุกและมะละกอสุกในสูตรอาหารดัดแปลง (T₂-8% และ T₄-8%) ทำให้จำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 3) อาจเกิดจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางชนิดในผลไม้สุกทั้งสองมีผลต่อการเจริญและพัฒนาของแมลงหวี่ จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในงานวิจัยครั้งนี้

References

- Ashburner, M. (1989). *Drosophila: A laboratory handbook*. (2nd ed.). New York: Cold Spring Harbor laboratory Press.
- Ashburner, M., & Roote, J. (2007). *Maintenance of a Drosophila laboratory: general procedures*. Accessed August 20, 2021. Retrieved from <http://cshprotocols.cshlp.org/content/2007/3/pdb.ip35>
- Catchpoole, D. (2005). Too dry for a fly. *Creation*, 28(1), 34–35.
- Euawong, N. (2012). *Drosophilla for genetic experiments*. Department of Biology, Faculty of Science. Nakhon Pathom: Silpakorn University Press. (In Thai)
- Matthews K. A. (1994). Care and feeding of *Drosophila melanogaster*. In L. S. B. Goldstein & E. A. Fyrberg (Eds.), *Methods in cell biology* (2nd ed., pp. 13–32). San- Diego: Academic Press.
- Mohapatra, A. K., & Pandey, P. (2018). Fecundity of inbred fruit fly *Drosophila melanogaster* on different solid culture media: An Analysis. *Journal of Applied and Natural Science*. 10(4), 1109–1114.
- Silpasorn, T., Bunchasak, C., & Attmangkune, S. (2003). *Effects of methionine supplementation in low-protein diet on production, reproductive organs, abdominal fat and liver composition of laying-hens raised in closed house system*. Paper presented at the Proceeding of 41st Kasetsart University Annual Conference: Animals, Veterinary Medicine, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Uysal, H., Aydogan, M. N., & Algur, O. F. (2002). Effect of single cell protein as a protein source in *Drosophila* Culture. *Brazilian Journal of Microbiology*, 33(4), 314–317.
- Yee, T. S. (2010). *Optimization of fruit fly (Drosophila melanogaster) culture media for higher yield of offspring* (Research report). Perak: University of Tunku Abdul Rahman.

Research article

Efficacy of modified dietary supplement with local fruits on proliferation of *Drosophila melanogaster* larvae and adults

Manee Keawchanid¹ Tuangporn Soontornchainugul¹ and Supachai Nitipan^{1,2*}

¹Biology Field Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung campus, Phapayom, Phatthalung, 93210

²Microbial Technology for Agriculture, Food and Environment Research Center, Thaksin University, Phatthalung campus, Phapayom, Phatthalung 93210

ARTICLE INFO

Article history

Received: 28 November 2021

Revised: 23 February 2022

Accepted: 9 May 2022

Online published: 2 June 2022

Keyword

Fruit fly

Genetics

Local fruits

ABSTRACT

The fruit fly (*Drosophila melanogaster*) is a useful animal model for studying genetic inheritance. Fruit fly cultivation in the laboratory room is essential. Each laboratory room, as well as the culture media, was developed using a variety of indigenous components. The purpose of this study was to compare the effect between the five modified medium supplement with different fruits, including ripe mango (T1), ripe papaya (T2), ripe pineapple (T3), ripe jackfruit rags (T4), ripe chempedak fruit rags (T5), and control (T0), for increasing the number of fruit fly larvae and adults. Our results indicated that the larvae and adults in the modified medium were significantly more numerous than those in the control group ($p=0.00006$ and $p=0.00001$, respectively). The modified T2 and T4 medium significantly increased the average number of larvae of 72.2 ± 11.4 and 70.4 ± 22.3 instar larvae and adult of 49.0 ± 4.0 and 40.8 ± 2.8 flies, respectively. In T2 and T4 medium, the fruit ratio was optimized between 2 and 8% (w/v). The maximum number of larvae (112.67 ± 34.82) was seen in the T4-4% media, which contained 4% (w/v) ripe jackfruit rags. T2-6%, mixed with 6% (w/v) ripe papaya, and T4-4%, which had the higher adult population than other medium of 43.3 ± 18.4 and 41.3 ± 16.4 flies, respectively. In addition, T4-4% and T2-6% medium had not affect on reproduction and the growth of the offspring generation. The genetic inheritance of the F3-D. melanogaster generation fed with both modified mediums showed that the phenotypic and male-to-female ratio were not significantly different from the control group.

*Corresponding author

E-mail address: supachai_nitipan@hotmail.com (S. Nitipan)

Online print: 2 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.4>



บทความวิจัย

การศึกษาสมบัติทางด้านความหนืดแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวและค้นหาสนิปส์ของยีน *Waxy* และ *Dull-I* ในข้าวโพดข้าวเหนียว

ธีรวัฒน์ วงศ์วรรณ์^{1*} วรขมม มงคล² ฉลอง เกิดศรี² มณีรัตน์ รุจิณรงค์³ และ ยิ่งยศ พาลูกา¹

¹ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

²ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทอำเภอสรรพยาจังหวัดชัยนาท 17150

³กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตรเขตจตุจักรจังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
Article history	
รับ: 25 ตุลาคม 2564	
แก้ไข: 6 เมษายน 2565	
ตอบรับการตีพิมพ์: 8 เมษายน 2565	
ตีพิมพ์ออนไลน์: 22 มิถุนายน 2565	
คำสำคัญ	
ข้าวโพดข้าวเหนียว	
สมบัติทางด้านความหนืด	
สนิปส์	
	การประเมินสมบัติทางด้านความหนืดของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว (Rapid Visco Analyzer หรือ RVA) จากแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว 30 สายพันธุ์ ประกอบด้วย ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ (Inbred) ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสม (Hybrids) และข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้า (Commercial hybrids) ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่าแป้งที่ได้จากข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ WKA005 WKNN016 YNB01 และ WPK018 มีความหนืดสูงสุด การแตกตัวของแป้ง และการการคินตัวน้อยกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ ในขณะที่แป้งที่ได้จากข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสม UT1122 UT111 และ UT122 มีการคินตัวสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อพิจารณาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน <i>Waxy</i> และ <i>Dull-I</i> ซึ่งแปลงข้อมูลเป็นเอนไซม์ GBSSI เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์อะไมโลส และเอนไซม์ SSIII ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมหลักการต่อสายอะไมโลเพคตินในเม็ดแป้ง จากผลงานวิจัยนี้พบว่าความผันแปรทางพันธุกรรมของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน <i>Waxy</i> 20 ตำแหน่ง แต่ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างจีโนมกับลักษณะความหนืด ในขณะที่การวิเคราะห์ความผันแปร นิวคลีโอไทด์ส่วนที่เป็นเอ็กซอนของยีน <i>Dull-I</i> มีตำแหน่งความผันแปรของลำดับนิวคลีโอไทด์แบบสนิปส์จำนวน 7 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่ A28G C34T A55G G130T G213A A430C และ T480C เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณเอ็กซอน มาถอดรหัสกรดอะมิโน นอกจากนั้นตำแหน่งความผันแปรของลำดับนิวคลีโอไทด์แบบสนิปส์ในตำแหน่งของยีน <i>Dull-I</i> ที่ G130T G213A และ T480C ทำให้กรดอะมิโนเปลี่ยนแปลง 3 ตำแหน่ง ซึ่งสัมพันธ์กับแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีค่าลักษณะทางด้านความหนืดต่ำ ดังนั้น ยีน <i>Dull-I</i> สามารถนำไปสร้างเป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอสำหรับนำไปใช้ในการช่วยคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะคุณภาพด้านการบริโภคที่ดี

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียวมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่มซึ่งเป็นลักษณะที่จำเพาะจึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ดังนั้นในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์นอกจากจะเน้นการเพิ่มผลผลิตแล้ว คุณภาพด้านการบริโภคจึงเป็นเกณฑ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งด้วย การคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีนั้นสามารถทำได้โดยการวัดด้วยประสาทสัมผัส โดยวิธีการชิมซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลาย

ผู้ชิมทั้งจากผู้บริโภคทั่วไป หรือผู้ที่มีความชำนาญ เป็นผู้ให้คะแนนการชิมค่าความเหนียวนุ่ม ซึ่งอาจเกิดความลำเอียงจากทักษะการประเมินและความชอบส่วนบุคคล ทำให้ผลการชิมมีความแปรปรวนในการทดสอบได้ จึงไม่สามารถบ่งชี้ความแตกต่างของความเหนียวนุ่มได้อย่างชัดเจน ปัจจุบันมีการนำเครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว (Rapid Visco Analysis, RVA) มาใช้ประเมินคุณภาพด้านการบริโภคเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบ ในการประเมิน

*Corresponding author

E-mail address: theerawut6949@gmail.com @hotmail.com (T. Wongwarat)

Online print: 22 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.5>

คุณภาพสำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานของลักษณะประจำพันธุ์ของสายพันธุ์ข้าวด้วยเครื่อง RVA พบว่าสายพันธุ์ข้าวที่พบค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) และ ค่าการแตกตัวของแป้ง (Breakdown viscosity) ที่น้อยกว่า มีผลทำให้ความเหนียวน้อยกว่า และสายพันธุ์ข้าวที่มีค่าการคืนตัวของแป้ง (Setback viscosity) มากกว่า หลังการหุงต้มทำให้ข้าวร่วนมากกว่า และต้องใช้เวลาในการหุงต้มนานขึ้น (Sudtasarn & Kenlueam, 2013) การควบคุมองค์ประกอบของแป้งและการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้วยความหนืดของข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นผลจากอิทธิพลของยีน ได้แก่ *amylose extender (ae1)* *brittle endosperm2 (bt2)* *shrunk1 (sh1)* *shrunk2 (sh2)* *sugary (su1)* และ *GBSSI (wx1)* (Wilson et al., 2004) การกลายพันธุ์ของยีน *GBSSI* ซึ่งควบคุมการสังเคราะห์เม็ดแป้งในข้าวโพดข้าวเหนียว ส่งผลให้การสังเคราะห์อะไมโลสลดลง เม็ดแป้งจึงประกอบด้วยอะไมโลเพคตินร้อยละ 99 ทำให้ข้าวโพดข้าวเหนียวมีลักษณะเหนียวนุ่ม (Klosgen et al., 1986) การกลายพันธุ์ของยีน *Dull-I* มีผลทำให้โครงสร้างอะไมโลเพคตินเปลี่ยนแปลง (Fujita et al., 2007) โมเลกุลของอะไมโลเพคตินมีผลต่อการคืนตัวของแป้งของข้าวและเพิ่มการทนต่อการย่อย (Lapkhoksung, 2012) งานวิจัยนี้ใช้ได้ทำการตรวจหาลักษณะความผันแปรทางพันธุกรรมระดับนิวคลีโอไทด์ตำแหน่งเดียว (Single Nucleotide Polymorphisms, SNPs) การเปลี่ยนแปลงของลำดับกรดอะมิโน ที่อาจส่งผลถึงการแสดงออกของยีนและการทำงานของโปรตีนที่มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางด้านความหนืด เพื่อการนำมาสู่การออกแบบเครื่องหมายดีเอ็นเอสนิปส์สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยคัดเลือกที่แม่นยำ และช่วยร่นระยะเวลาของการปรับปรุงพันธุ์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาสมบัติทางด้านความหนืดของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวและความแปรปรวนของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *Waxy* และ *Dull-I* สำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีประสิทธิภาพ ให้ได้คุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวตามต้องการอย่างแม่นยำ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว

1.1 การเตรียมแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว

ข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 30 สายพันธุ์ ประกอบด้วยข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์แท้ (Inbreds) พันธุ์ลูกผสม (Hybrids) และพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้า (Commercial hybrids) จำนวน 14 11 และ 5 สายพันธุ์ ตามลำดับ

1.2 วิเคราะห์คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว

วัดความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA (Rapid Visco Analysis

4500) โดยดำเนินการตามวิธีการ Newport Scientific method (Newport Scientific, 1997) ทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ดังนี้ ค่าความหนืดสูงสุด ค่าแตกตัวของแป้ง ค่าการคืนตัวของแป้ง วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. ค้นหาสนิปส์ของยีน *GBSSI* และ *Dull-I* ในข้าวโพดข้าวเหนียว

2.1 การสกัดดีเอ็นเอ และการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR

เมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว 30 สายพันธุ์ จากนั้นทำการคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ตัวอย่างละ 20 เมล็ด นำมาเพาะให้งอกเป็นต้นกล้า ตัดใบอ่อนมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 0.1 กรัม ใส่ลงในโถงที่มีไนโตรเจนเหลว บดให้ละเอียดเป็นผงแล้วใช้ชุดน้ำยาสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูป (DNA extraction GF-1, Vivantis) จากนั้นตรวจสอบคุณภาพสารละลายดีเอ็นเอที่สกัดได้การวัดค่าการดูดกลืนแสง นำสารสกัดดีเอ็นเอมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 100 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร (ng/μl) จากนั้นเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR ด้วยไพรเมอร์ S3F (5'-GTTGACCACCCACTGTTCT-3') / S5R (5'-AGCACAAGCAAGCAGCTACA-3') (Bao et al., 2012) และไพรเมอร์ Du6F (5'-TGATTGGTGGTTTGAGATG-3') / Du8R (5'-TCCGAGAAAACGAAGTCCA-3') (ออกแบบสำหรับใช้ใน งานวิจัยนี้) ซึ่งจำเพาะกับดีเอ็นเอของยีน *GBSSI* และ *Dull-I* ตามลำดับ ตรวจสอบผลผลิตโดยใช้เจลอะกาโรส หลังจากนั้นทำดีเอ็นเอให้บริสุทธิ์ และวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง Illumina HiSeq (illumine) ด้วยเทคนิค BT-Sequencing (barcode tagged sequencing base on next generation sequencing) ตามกรรมวิธีของบริษัท Celemics ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

2.2 การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และลำดับกรดอะมิโน

นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาจัดเรียงตำแหน่งเปรียบเทียบกันโดยใช้โปรแกรม ClustalW2 ด้วยวิธี Multiple alignment ให้ถูกต้องตรงกันทุกตัวอย่าง แล้วนำไปเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูล GenBank และนำลำดับนิวคลีโอไทด์มาถอดรหัสกรดอะมิโนด้วยโปรแกรม ExPASy แล้วนำมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Phylogenetic tree) ด้วยโปรแกรม MEGA-X ด้วยวิธี Neighbor-Joining โดยกำหนดค่า bootstrap test ที่ 1,000 ซ้ำ

ผลการวิจัย

1. สมบัติทางด้านความหนืดของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว

ปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์ในการจัดแบ่งลักษณะความเหนียวนุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียว งานวิจัยนี้จึงใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้า ซึ่งเป็นที่ยอมรับและนิยมบริโภคมาเป็นตัว

เปรียบเทียบ เมื่อนำแบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 30 สายพันธุ์ โดยนำมาศึกษาสมบัติทางด้านความหนืดด้วยเครื่อง RVA พบว่าค่าความหนืดสูงสุด ค่าแตกตัวของแป้ง ค่าการคินตัวของแป้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Table 1) เมื่อพิจารณาค่าความหนืดสูงสุดซึ่งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพด้านการบริโภค พบว่าแบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวมีค่าความหนืดสูงสุดระหว่าง 14.12 – 180.46 อาร์วียู (RVU) โดยแบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้ามีความหนืดสูงสุดและน้อยที่สุดเป็นแบ่งที่ได้มาจากสายพันธุ์แฟนซี 111 (Fancy 111) (153.54 RVU) และสายพันธุ์ไวโอเล็ตไวท์ 926 (Violet white 926) (56.29 RVU) ตามลำดับ แบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีค่าความหนืดสูงสุดต่ำกว่าแบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวจากสายพันธุ์ Violet white ได้แก่ แบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวที่ได้มาจากสายพันธุ์แท้ WKA005 WKNN016 YNB01 และ WPK018 นั่นคือแบ่งที่ได้มาจากสายพันธุ์ดังกล่าวมีลักษณะความเหนียวน้อยกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ

เมื่อพิจารณาการแตกตัวของแป้ง ซึ่งเป็นค่าความแตกต่างระหว่างความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด บ่งบอกถึงความสามารถในการคงทนต่ออุณหภูมิ และการกวน พบว่าแบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวมีค่าความหนืดสูงสุดระหว่าง 0.37–97.66 RVU คือ แบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้า (Commercial hybrids) ที่มีการแตกตัวของแป้งมากที่สุด คือ แบ่งที่ได้มาจากสายพันธุ์ชัยนาท 84–1 (Chai Nat 84–1) (66.45 RVU) และสายพันธุ์สวีทไวโอเล็ต (Sweet Violet) (23.12 RVU) แบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีการแตกตัวของแป้งต่ำกว่าแบ่งจากสายพันธุ์สวีทไวโอเล็ต ได้แก่ แบ่งที่ได้มาจากสายพันธุ์ CNW1602 KKCW02 PWHB01 UTI11 UTI20 UTI22 WKA005 WPA018 WKNN016 WTNGHB003 YNB01 CNW 1537 CNW1602 และ UT1120 แต่มีเพียงค่าการแตกตัวของแป้งที่ได้มาจากสายพันธุ์ WKA005, WPK018, WKNN016 และ YNB01 เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นั่นคือ สายพันธุ์ที่ดังกล่าวนี้มีคุณภาพด้านความเหนียวน้อยกว่าตัวเปรียบเทียบ

เมื่อพิจารณาค่าการคินตัว หาได้จากผลต่างระหว่างความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด ซึ่งค่าการคินตัวจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัส โดยแบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวมีการคินตัวต่ำแสดงให้เห็นว่า เมื่อนำข้าวโพดข้าวเหนียวมาต้มสุกแม้ปล่อยให้เย็นลงแต่เนื้อสัมผัสยังคงเหนียวนุ่ม งานวิจัยนี้มีค่าการคินตัวของแบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวอยู่ระหว่าง 6.29 – 60.70 RVU แบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้าที่มีการคินตัวมากที่สุดและน้อยที่สุด คือ แบ่งที่ได้มาจากสายพันธุ์ชัยนาท 84–1 (23.29 RVU) และไวโอเล็ตไวท์ 926 (10.37 RVU) แบ่งข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีการคินตัวสูงกว่าตัวเปรียบเทียบ ได้แก่ แบ่งที่ได้มาจากสายพันธุ์

UT1122 UTI11 และ UTI22

2. ค้นหาชนิดของยีน Waxy และ Dull-I ในข้าวโพดข้าวเหนียว

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์และความผันแปรของลำดับนิวคลีโอไทด์ยีน Waxy

งานวิจัยนี้ได้ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากข้าวโพดข้าวเหนียว 30 สายพันธุ์ ด้วยเทคนิคพีซีอาร์ (PCR) โดยใช้ไพรเมอร์ GBSS ซึ่งถูกออกแบบมาให้จำเพาะกับดีเอ็นเอเป้าหมายคือยีน Waxy พบว่าไพรเมอร์ GBSS สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 16 สายพันธุ์ (ผลสำเร็จร้อยละ 53.34) ขึ้นดีเอ็นเอมีขนาด 2,485 – 2,506 คู่เบส เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยการเทียบกับฐานข้อมูล GenBank พบว่ามีความใกล้เคียง ร้อยละ 97.54 – 98.80 กับข้าวโพดข้าวเหนียว (*Zea mays*) แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือและความถูกต้องจริง ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน Waxy จากข้าวโพดข้าวเหนียวที่ได้ ประกอบด้วย 11 อินทรอน (บริเวณอินทรอนที่ 4 – 14) และ 11 เอ็กซอน (บริเวณเอ็กซอนที่ 4 – 14) เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์จากทุกตัวอย่างมาเทียบกัน พบว่ามีความผันแปรในรูปแบบการขาดหายไป (Deletion) และการเพิ่มเติม (Insertion) ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือขาดหายไปของลำดับนิวคลีโอไทด์ มักเรียกว่า INDEL (Insertion and deletion) ซึ่งตรวจพบในทุกบริเวณอินทรอน ยกเว้นอินทรอนที่ 5 และส่วนบริเวณเอ็กซอน พบความผันแปรรูปแบบ INDEL พบว่าบริเวณเอ็กซอน ที่ 7 และเอ็กซอนที่ 10 เท่านั้น จำนวน 5 และ 15 นิวคลีโอไทด์ ตามลำดับ เมื่อทำการถอดรหัสกรดอะมิโนจากนิวคลีโอไทด์ที่ได้ พบว่าได้กรดอะมิโน 438 – 443 ชนิด เมื่อนำกรดอะมิโนมาเรียงเทียบกัน พบความผันแปรของลำดับกรดอะมิโนบริเวณเอ็กซอนที่ 7 และ 10 จำนวน 1 และ 5 ชนิด ตามลำดับ

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์และความผันแปรของลำดับนิวคลีโอไทด์ยีน Dull-I

งานวิจัยนี้ได้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากข้าวโพดข้าวเหนียว 30 สายพันธุ์ ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ไพรเมอร์ Du ซึ่งถูกออกแบบมาให้จำเพาะกับดีเอ็นเอเป้าหมายคือยีน Dull-I พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 28 สายพันธุ์ (ผลสำเร็จร้อยละ 93.34) ขึ้นดีเอ็นเอมีขนาด 1,808 – 1,812 คู่เบส เมื่อเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูล GenBank พบว่ามีความใกล้เคียงร้อยละ 98.02 – 98.23 กับข้าวโพดข้าวเหนียว (*Zea mays*) เห็นได้ว่าเป็นข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีความน่าเชื่อถือและความถูกต้อง ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน Dull-I จากข้าวโพดข้าวเหนียวที่ได้ ประกอบด้วย 3 อินทรอน (บริเวณอินทรอนที่ 3 – 5) และ 2 เอ็กซอน (บริเวณเอ็กซอนที่ 4 – 5) เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณเอ็กซอนมาเทียบกัน พบว่ามีความผันแปรกระจายอยู่ในบริเวณเอ็กซอนทั้งสองในรูปแบบการสลับ (Single Nucleotide Polymorphisms, SNPs) 7 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่

A28G C34T A55G G130T G213A A430C และ T480C เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณเอ็กซอนมาถอดรหัสกรดอะมิโน พบว่าได้กรดอะมิโน 170 ชนิด เมื่อนำกรดอะมิโนมาเรียงเทียบกัน พบว่าตำแหน่งลำดับนิวคลีโอไทด์ ได้แก่ ตำแหน่งที่ G130T G213A และ T480C ทำให้กรดอะมิโนเปลี่ยนแปลง 3 ตำแหน่ง ดังนี้ ตำแหน่งที่ 43 71 และ 161 เมื่อนำข้อมูลลำดับกรดอะมิโนจากข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 28 สายพันธุ์ มาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม พบว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม (Figure 2) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ 10 สายพันธุ์ สายพันธุ์ลูกผสม 9 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อ

การค้า 5 สายพันธุ์ ลำดับของกรดอะมิโนจากข้าวโพดข้าวเหนียวดังกล่าวนี้มีกรดอะมิโนในตำแหน่งที่ 43 71 และ 161 เป็น กรดแอสปาร์ติก (Aspartic acid) ไลซีน (Lysine) และอะลานีน (Alanine) ตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ WKA005 WKNN016 YNB01 และ WPK018 ซึ่งมีกรดอะมิโนในตำแหน่ง ที่ 43 71 และ 161 เป็น กรดกลูตามิก (Glutamic acid) อาร์จินีน (Arginine) และวาเลีน (Valine) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับสมบัติทางด้านความเหนียว พบว่ากลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีค่าเหนียวสูงสุด และค่าการแตกตัวของแป้งน้อยกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้าซึ่งใช้เป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบ

Table 1 Pasting properties of various waxy corn flour and genotype for SNPs in *Du11-I* gene

cultivars	Type	Peak viscosity (RVU)	Breakdown (RVU)	Set back (RVU)	SNPs position		
					130	213	480
F4305	Inbred	98.45 gh	35.50 gh	15.06 h-k	GG	GG	TT
KKCW02	Inbred	74.37 lk	21.79 j-l	11.95 n-r	GG	GG	TT
M80	Inbred	82.29 i	38.97 fg	13.70 j-n	GG	GG	TT
PWHB01	Inbred	64.29 mn	15.04 ln	13.04 i-k	GG	GG	CT
UTI11	Inbred	94.00 h	20.04 km	32.50 c	GT	GG	TT
UTI20	Inbred	57.08 n	9.45 no	13.62 j-m	GT	GA	CT
UTI22	Inbred	72.91 lk	11.20 mn	60.70 a	GT	GG	TT
WEWS003	Inbred	180.46 a	97.66 a	21.08 e	GG	GG	TT
WKA005	Inbred	38.12 oq	0.37 p	8.79 tu	TT	AA	CC
WPK018	Inbred	14.12 s	0.37 p	6.29 q	TT	AA	CC
WKNN016	Inbred	34.12 q	0.37 p	9.66 s-u	TT	AA	CC
WSJ003	Inbred	55.00 n	32.62 h	8.12 uv	GG	GG	TT
WTNGHB3003	Inbred	75.87 u	19.25 l-n	15.25 h-k	GG	GG	TT
YNB01	Inbred	33.91q	0.37 p	11.54 o-s	TT	AA	CC
CNW142430505	Hybrid	110.33 e	42.54 ef	15.54 h-j	GG	GG	TT
CNW142430519	Hybrid	99.87 gh	43.04 e	13.04 m-p	GG	GG	TT
CNW1504	Hybrid	109.04 ef	56.70 c	15.45 h-j	GG	GG	TT
CNW1515	Hybrid	112.94 e	40.83 ef	17.77 fg	GT	GA	CT
CNW1537	Hybrid	61.04 lm	11.08 mn	14.20 i-m	GG	GG	TT
CNW1602	Hybrid	69.08 kl	22.45 j-l	13.04 m-p	GT	GA	CT
CNW1608	Hybrid	98.72 gh	41.85 ef	14.22 i-m	GG	GG	TT
CNW1614	Hybrid	99.77 gh	41.75 ef	16.18 gh	GT	GA	CT
CNW1643	Hybrid	103.33 fg	34.20 h	12.37 m-q	GT	GG	CT
UT1120	Hybrid	69.04 kl	15.12 ln	15.91 g-i	GT	GA	CT
UT1122	Hybrid	114.63 e	23.70 jk	56.12 b	GT	GA	CT
Chai Nat 84-1	Commercial hybrid	140.83 c	66.45 b	23.29 d	GG	GG	TT
Fancy 111	Commercial hybrid	153.54 b	57.91 c	22.33 de	GG	GG	TT
Sweet violet	Commercial hybrid	58.95 lm	23.12 jk	11.16 p-s	GG	GG	TT
Sweet wax 254	Commercial hybrid	98.12 gh	51.04 d	13.25 l-o	GT	GA	CT
Violet white 926	Commercial hybrid	56.29 n	25.04 ij	10.37 r-t	GG	GG	TT

Means within the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$).

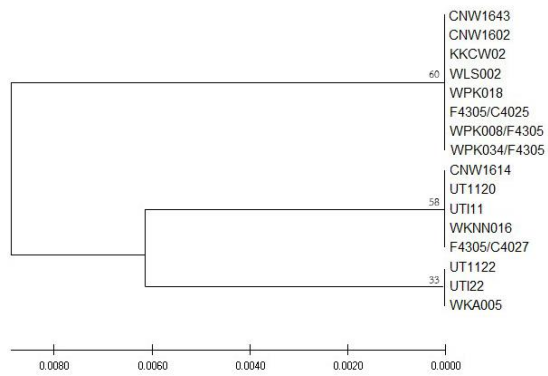


Figure 1 Phylogenetic relationships based on amino acid sequence encoded in the *Waxy* gene of waxy corns, constructed using Neighbor-Joining method. Number on branches is bootstrap values obtained for 1000 replicates.

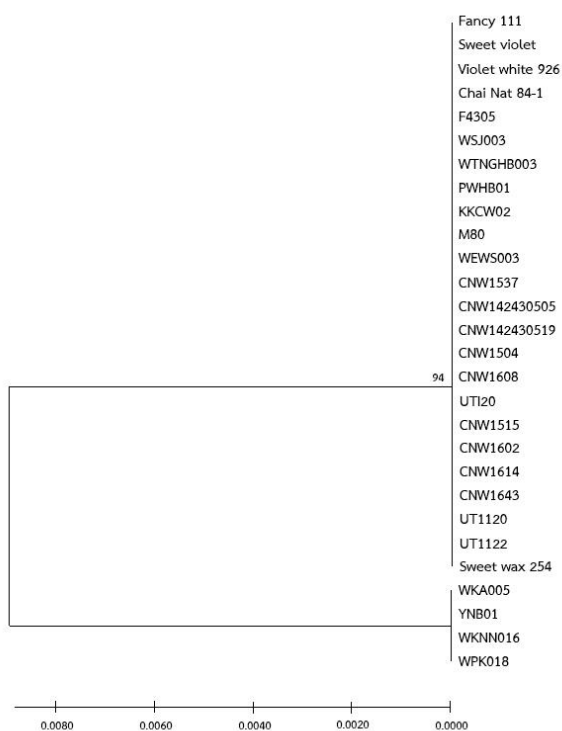


Figure 2 Phylogenetic relationships based on amino acid sequence encoded in the *Dull-I* gene of waxy corns, constructed using Neighbor-Joining method. Number on branches is bootstrap values obtained for 1000 replicates.

วิจารณ์ผลการวิจัย

สมบัติทางด้านความเหนียวของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว เป็นลักษณะที่ใช้บ่งชี้ความเหนียวนุ่ม และการแข็งตัวของเมล็ดข้าลง ภายหลังการต้มสุกของข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดี (Simla & Hemathulin, 2012) การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพด ข้าวเหนียว เพื่อสร้างลูกผสมที่มีคุณภาพด้านการบริโภคที่ดี สามารถพิจารณาจากค่าความเหนียวสูงสุด (Ketthaisong & Lertrat, 2015) และค่าความเหนียวสูงสุดมีความสัมพันธ์กับการคั่วตัวของแป้ง (Jane et al., 1999) ค่าความเหนียวสูงสุด ค่าการแตกตัว และค่าการคั่วตัวของแป้ง ข้าวโพดข้าวเหนียว สามารถใช้บ่งชี้คุณภาพด้านการบริโภคของ

ข้าวโพดข้าวเหนียวได้ค่าความเหนียวสูงสุด และค่าการแตกตัวซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้คุณภาพของแป้งในทางเดียวกัน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแป้งที่ได้มาจากข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ที่ได้แก่ WKA005 WKNN016 YNB01 และ WPK018 มีค่าความเหนียวสูงสุด และค่าการแตกตัวของแป้งน้อยกว่าแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์เปรียบเทียบ แสดงให้เห็นว่าข้าวโพดข้าวเหนียวดังกล่าวมีคุณภาพด้านการบริโภคไม่เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการสร้างลูกผสมในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งตรงข้ามกับค่าการคั่วตัว ถ้าหากแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวมีค่าการคั่วตัวสูง จะบ่งชี้ว่าข้าวโพดข้าวเหนียวจะลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งกระด้างเมื่อต้มสุกแล้วปล่อยให้เย็นตัวลง จากผลการทดลองนี้เห็นได้ว่าแป้งที่ได้มาจากข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมจาก UT1122 UTI11 และ UTI22 มีค่าการคั่วตัวสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ นั่นคือมีแนวโน้มว่าเมื่อต้มสุกแล้วปล่อยให้เย็นจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็ง

ยีน *Waxy* มีขนาดลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมด 4,339 คู่เบส (หมายเลขจำเพาะนิวคลีโอไทด์ EU041691) ประกอบด้วยบริเวณอินทรอน (ส่วนที่ไม่ถอดรหัสเป็นกรดอะมิโน) 13 อินทรอน และบริเวณเอ็กซอน exon (ส่วนที่ถอดรหัสเป็นกรดอะมิโน) 14 เอ็กซอน (Klosgen et al., 1986; Zheng et al., 2013) เมื่อถูกถอดรหัสจะได้เป็นโปรตีน GBSSI มีบทบาทหน้าที่ในการสังเคราะห์อะไมโลส การกลายพันธุ์ของยีน GBSSI ส่งผลให้มีการสังเคราะห์โปรตีน GBSSI ลดลงจึงส่งผลกระทบต่อปริมาณอะไมโลส งานวิจัยนี้ตรวจพบความผันแปรรูปแบบ INDEL พบว่าบริเวณเอ็กซอน ที่ 7 และเอ็กซอน ที่ 10 เท่านั้น จำนวน 5 และ 15 นิวคลีโอไทด์ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *Waxy* จากข้าวโพดข้าวเหนียว 55 หมายเลขพันธุ์ พบว่าบริเวณรอยต่อระหว่างอินทรอนและเอ็กซอนที่ 7 ($wx - D7$) และเอ็กซอนที่ 10 ($wx - D10$) มีการกลายพันธุ์ในรูปแบบการขาดหายไป 30 และ 15 คู่เบส ตามลำดับ (Fan et al., 2008) เมื่อทำการถอดรหัสกรดอะมิโนจากนิวคลีโอไทด์ที่ได้พบว่า ความผันแปรของลำดับกรดอะมิโนบริเวณเอ็กซอนที่ 7 และ 10 จำนวน 1 และ 5 ชนิด ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ $wx - D7$ พบการขาดหายไปของลำดับนิวคลีโอไทด์พบได้ในรอยต่อระหว่างเอ็กซอนและอินทรอน (exon – Intron) ที่ 7 มีผลทำให้เกิดรหัสหยุดเป็นผลให้ไม่มีการสังเคราะห์โปรตีน GBSSI (Bao et al., 2012) การขาดหายไปของลำดับนิวคลีโอไทด์ 15 คู่เบสของบริเวณ $wx - D10$ ทำให้ลำดับกรดอะมิโนที่ได้จากการถอดรหัสพันธุ์กรรมหายไป 5 ชนิด มีผลทำให้รูปแบบโดเมนของ glucosyl transferase domain 1 (GTD1) ของโปรตีน GBSSI เปลี่ยนไป (Fan et al., 2008) จากรายงานการศึกษาระดับปริมาณอะไมโลสในข้าวโพดข้าวเหนียวพบว่าแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวที่ได้จากแต่ละตัวอย่างมีปริมาณอะไมโลส น้อยและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Ketthaisong & Lertrat, 2015)

ปริมาณอะไมโลสในแป้งที่ลดลงมีผลทำให้ลักษณะความหนืดสูงสุดเป็นไปในทิศทางที่สูงขึ้น (Valle et al., 1996) จากการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากข้อมูลลำดับกรดอะมิโน พบว่าการจัดกลุ่มไม่สัมพันธ์กับข้อมูลลักษณะค่าความหนืด ดังนั้นข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนนี้จึงไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้ออกแบบเครื่องหมายดีเอ็นเอสำหรับการตรวจหาความเหนียวในข้าวโพดข้าวเหนียว อย่างไรก็ตามมีการใช้ตำแหน่งกลายพันธุ์ wx – D7 และที่ 10 wx – D10 เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอในการจำแนกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพื้นเมืองและข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมในเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวจีน (Fan et al., 2008; Bao et al., 2012)

ยีน *Dull* มีขนาดลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมด 11,617 คู่เบส (หมายเลขจำเพาะนิวคลีโอไทด์ JF273457) ประกอบด้วยบริเวณอินทรอน 16 อินทรอน และบริเวณเอ็กซอน 17 เอ็กซอน (Lin et al., 2012) เมื่อถูกถอดรหัสจะได้เป็นโปรตีน SSIII มีบทบาทหน้าที่ในการต่อสายแขนงพอลิเมอร์ของอะไมโลเพคตินให้ยาวขึ้น ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนมีผลต่อการทำงานของโปรตีน SSIII ทำให้โครงสร้าง อะไมโลเพคตินเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้นลำดับนิวคลีโอไทด์ในตำแหน่งดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาต่อให้เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอสนิปส์เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะคุณภาพการบริโภคที่ดีได้

สรุปผลการวิจัย

สมบัติทางด้านความหนืดของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว ได้แก่ ค่าความหนืดสูงสุด ค่าการแตกตัวของแป้ง และ ค่าการคืนตัว เป็นเกณฑ์สำคัญที่ใช้ในการช่วยคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในระหว่างการปรับปรุงพันธุ์ งานวิจัยนี้พบว่า แป้งที่ได้จากข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ WKA005 WKNN016 YNB01 และ WPK018 มีค่าความหนืดสูงสุดและค่าการแตกตัวน้อยกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้าที่ใช้เป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ดังกล่าวมีคุณภาพด้านการบริโภคที่ไม่ดีพอ ในขณะที่แป้งที่ได้จากข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสม ได้แก่ UT1122 UTI11 และ UTI22 มีค่าการคืนตัวสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ นั่นคือเมื่อนำข้าวโพดข้าวเหนียวมาต้มจนสุกและปล่อยให้เย็นพบว่า ลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้าซึ่งใช้เป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบ ผลของการค้นหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *Waxy* และ *Dull-I* พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณเอ็กซอนของยีน *Dull-I* มีความความผันแปรทางพันธุกรรมรูปแบบสนิปส์ ที่มีผลเปลี่ยนแปลงการเรียงตัวของกรดอะมิโน และมีบทบาทหน้าที่สำคัญต่อลักษณะความเหนียวซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพด้านการบริโภคที่สำคัญของข้าวโพดข้าวเหนียว การตรวจพบลำดับนิวคลีโอไทด์ตำแหน่งที่มีความผันแปรทางพันธุกรรมนี้สามารถนำมาออกแบบเครื่องหมายดีเอ็นเอสนิปส์

เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีคุณภาพด้านการบริโภคที่ดีต่อไป

References

- Bao, J. D., Yao, J. Q., Zhu, J. Q., Hu, W. M., Cai, D. G., Li, Y., Shu, Q. Y. & Fan, L. J. (2012). Identification of glutinous maize landraces and inbred lines with altered transcription of *waxy* gene. *Molecular Breeding*, 30, 1707–1714.
- Fan, L., Quan, L., Leng, X., Guo, X., Hu, W., Ruan, S., Ma, H., & Zeng, M. (2008). Molecular evidence for post-domestication selection in the *waxy* gene of Chinese *waxy* maize. *Molecular Breeding*, 22, 329–338.
- Fujita, N., Yoshida, M., Kondo, T., Saito, K., Utsumi, Y., Tokunaga, T., Nishi, A., Satoh, H., Park, J. H., Jane, J. L., Miyao, A., Hirochika H., & Nakamura, Y. (2007). Characterization of SSIIIa-deficient mutants of rice: the function of SSIIIa and pleiotropic effects by SSIIIa deficiency in the rice endosperm. *Plant Physiology*, 144(4), 2009–2023.
- Jane, J., Chen, Y. Y., Lee, L. F., McPherson, A. E., Wong, K. S., Radosavljevic, M., & Kasemsuwan, T. (1999). Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chemistry*, 76(5), 629–637.
- Ketthaisong, D., & Lertrat, K. (2015). Application of a rapid visco analyzer in inbred line evaluation for producing single cross *waxy* corn hybrid variety. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 43(supplement 1), 888–893. (in Thai)
- Klosgen, R. B., Gierl, A., Schwarz-Sommer, Z., & Saedler, H. (1986). Molecular analysis of the *waxy* locus of *Zea mays*. *Molecular and general Genetics*, 203, 237–244.
- Lapkoksung, A. (2012). *Effects of amylose content and amylopectin structure of different starch varieties on resistant starch type III formation*. (Master's thesis). Nakhon Ratchasima. Suranee University of Technology. (in Thai)
- Lin, Q., Huang, B., Zhang, M., Zhang, X., Rivenbark, J., Lappe, R. L., James, M. G., Myers, A. M., & Hennen-Bierwagen, T. A. (2012). Functional interactions between starch

- synthase III and isoamylase-type starch-debranching enzyme in maize endosperm. *Plant Physiology*, 158(2), 679–692.
- Newport Scientific. (1997). *Operation manual for the series 4 rapid visco analyzer*. New South Wales: Newport Scientific Pty, Ltd.
- Simla, S., & Hemathulin, A. (2012). Physiochemical properties of flour waxy corn. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 40(supplement 1), 455–459. (in Thai)
- Sudtasarn, G., & Kenlueam, R. (2013). Changes during storage in starch viscosity and quality of Northeastern rainfed lowland rice lines. *Proceeding of the 30th rice and temperate cereal crops annual conference* (pp. 314–315). Bangkok: Bureau of rice reserch and development. (in Thai)
- Valle, G. D., Colonna, P., & Patria, A. (1996). Influence of amylose content on the viscous behavior of low hydrated molten starches. *Journal of Rheology*, 40, 347–362.
- Wilson, L. M., Whitt, S. R., Ibanez, A. M., Rocheford, T. R., Goodman, M. M., & Buckler, E. S. (2004). Dissection of maize kernel composition and starch production by candidate gene association. *The Plant Cell*, 16(10), 2719–2733.
- Zheng, H., Wang, H., Yang, H., Wu, J., Shi, B., Cai, R., Xu, Y., Wu, A., & Luo, L. (2013). Genetic diversity and molecular evolution of Chinese waxy maize germplasm. *PLoS One*, 8(6): e66606.

Research article

Study on pasting properties of waxy corn flour and identification of single nucleotide polymorphisms (SNPs) of *Waxy* and *Dull-I* gene in waxy corn

Theerawut Wongwarat^{1*} Wassamon Momkol² Chalong Kerdsri²
Maneerat Rujinarong³ and Yingyod Paluka¹

¹*Khon Kaen Field Crops Research Center, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000*

²*Chai Nat Crops Research Center, Supphaya, Chai Nat, 171503*

³*Planning and Technical Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok, 10900*

ARTICLE INFO

Article history

Received: 25 October 2021

Revised: 6 April 2022

Accepted: 8 April 2022

Online published: 22 June 2022

Keyword

Waxy corn

Pasting properties

Single nucleotide polymorphisms (SNPs)

ABSTRACT

The pasting properties of waxy corn flours were investigated for evaluation of thirty waxy corn cultivars including fourteen inbreds, eleven hybrids and five commercial hybrids as checks using Rapid Visco Analyzer (RVA). The result of WKA005 WKNN016 YNB01 and WPK018 waxy corn flours showed that the peak viscosity and their breakdown viscosities were found in lower values when compared to the control cultivars while the setback viscosities of UT1122 UTI11 and UTI22 waxy corn flours were found in higher values when compared to the control cultivars. The nucleotide sequences of the *Waxy* gene and the *Dull-I* gene respectively encoding the enzyme GBSSI responsible for amylose synthesis and the enzyme SSIII responsible for the main control of the elongation of amylopectin chains in flour were determined. Sequence analysis revealed twenty nucleotide differences in the *Waxy* gene but it was not found the relationship between genotype and pasting viscosity. While exon nucleotide variation analysis of the *Dull-I* gene was detected seven SNPs; A28G, C34T, A55G, G130T, G213A, A430C and T480C. Only three SNPs; G130T G213A and T480C, within a coding changed the three amino acid sequences associating with low pasting viscosity of waxy corn flour. The result suggested that SNPs in the *Dull-I* position could be potentially developed as DNA marker for consumption quality of waxy corn.

*Corresponding author

E-mail address: theerawut6949@gmail.com (T. Wongwarat)

Online print: 22 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.5>



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทนและช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้

ณปภัช ช่วยชูหนู¹ บัณฑิตา ภูทรัพย์มี โปณะทอง² ไพศาล กะกุลพิมพ์¹ และ จีรวิธรณ จันทรคง^{1*}

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 10 ตุลาคม 2564

แก้ไข: 20 กุมภาพันธ์ 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 5 พฤษภาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

ต้นทุน

ผลตอบแทน

ช่องทางการจัดจำหน่าย

ไก่แดง

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนผลตอบแทน และช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง จำนวน 60 ราย ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี และชุมพร โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง ผลการศึกษาต้นทุนผลตอบแทนการผลิตไก่แดง พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงมีรายได้สุทธิ จำนวน 10.13 บาท/ตัว/รอบการผลิต และรายได้เหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 28.47 บาท/ตัว/รอบการผลิต ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่แดง เป็นจำนวน 117.87 บาท/ตัว/รอบการผลิต ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร ด้านต้นทุนคงที่ จำนวน 6.09 บาท/ตัว/รอบการผลิต ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ซึ่งไม่เป็นเงินสด โดยเป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์มากที่สุด ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 111.78 บาท/ตัว/รอบการผลิต สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ค่าอาหาร ร้อยละ 69.66 ค่าพันธุ์ ร้อยละ 12.73 และค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด ร้อยละ 10.39 ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดง พบว่า เกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด ร้อยละ 68.33 เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลานาน รองลงมา คือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่งและพ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชนโดยตรง หรือร้านอาหารในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 11.67 ตามลำดับ

บทนำ

ประเทศไทยมีการเลี้ยงปศุสัตว์ โดยเฉพาะไก่พื้นเมือง ซึ่งเป็นการเลี้ยงของเกษตรกรรายย่อย เพื่อเป็นอาชีพเสริมในเกือบทุกจังหวัดของประเทศ แต่ทั้งนี้การผลิตไก่พื้นเมืองยังคงประสบปัญหาในเรื่องการผลิต อัตราการเจริญเติบโตช้า ให้ผลผลิตต่ำ จึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ส่งผลให้ไก่พื้นเมืองมีราคาสูงกว่าไก่เนื้อโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 – 30 (Laopaiboon et al, 2010) ส่งผลกระทบต่อราคาไก่ภายในประเทศ ปัญหาด้านการตลาดและราคาซื้อขายที่เป็นธรรมระหว่างผู้ผลิตและผู้ประกอบการ เนื้อไก่พื้นเมืองเป็นสินค้าเกษตรชนิดหนึ่งในภาพรวมยังขาดศักยภาพในการแข่งขัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของผู้ผลิตรายย่อย ไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงส่วนใหญ่เป็นไปเพื่อการบริโภคภายในประเทศเป็นหลัก มีการส่งออกไก่พื้นเมืองหรือเนื้อไก่พื้นเมืองจำนวนน้อยมาก ในส่วนของลักษณะโครงสร้างของตลาด จะพบว่าส่วนใหญ่ตลาดไก่ชำแหละค่อนข้างแคบเมื่อเทียบกับตลาดเนื้ออื่น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากจำนวนผู้บริโภคในตลาดโดยทั่วไปของไก่มีชีวิตจะประกอบไปด้วยลักษณะ

ต่าง ๆ เช่น ตลาดทั่วไป เป็นตลาดไก่มีชีวิตของผู้เลี้ยงรายย่อยหรือฟาร์มขนาดเล็ก มีการติดต่อซื้อขายและตกลงกันหน้าฟาร์ม ส่วนใหญ่ผู้ซื้อจะเป็นพ่อค้าหรือเชิงชำแหละภายในท้องถิ่น ความด้อยประสิทธิภาพด้านการตลาดของไก่พื้นเมือง เป็นปัญหาและอุปสรรคสำคัญที่ทำให้การพัฒนาไก่พื้นเมืองไม่ก้าวหน้าเหมือนกับสินค้าปศุสัตว์อื่น ๆ ทำให้ผู้เลี้ยงเกิดความรู้สึกไม่มั่นคงในการที่จะยึดเป็นอาชีพและเลิกเลี้ยงไปเป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีสาเหตุมาจากการตลาด เช่น กลไกตลาดมีความซับซ้อนแต่ละขั้นตอนมีค่าใช้จ่ายสูง เกษตรกรมีความอ่อนแอ ไม่มีการกำหนดเกรดและมาตรฐานที่ชัดเจน ทำให้ไม่สามารถสร้างความแตกต่างด้านราคากระหว่างเนื้อที่มีคุณภาพต่างกัน ทำให้ขาดแรงจูงใจในการพัฒนาการผลิตไก่พื้นเมือง รวมถึงการขาดแคลนโรงชำแหละที่ได้มาตรฐาน

ในปี พ.ศ. 2564 พื้นที่ภาคใต้ (ปศุสัตว์เขต 8 และ 9) มีเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง จำนวน 427,061 ราย และมีจำนวนไก่พื้นเมือง 14,261,395 ตัว (Information and Communication Technology Center, Department of Livestock Development, 2021)

*Corresponding author

E-mail address: jareewan.rmutsu@gmail.com (J. Chankong)

Online print: 28 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.7>

โดยจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่มีเกษตรกรประกอบอาชีพการเลี้ยงไก่พื้นเมืองมากที่สุดในพื้นที่ภาคใต้ รองลงมา คือจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงไก่ควบคู่กับการประกอบอาชีพเกษตรด้านอื่น ๆ โดยสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงประกอบด้วย ไก่แดง ไก่คอลอน ไก่ศรีวิชัย และไก่เบตง เป็นต้น หากกล่าวถึง “ไก่แดง” เป็นไก่พื้นเมืองพันธุ์ดั้งเดิมของไทย โดยกรมปศุสัตว์มีนโยบายที่จะอนุรักษ์และพัฒนาแหล่งพันธุกรรมสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์พื้นเมือง เพื่อพัฒนาพันธุ์ไก่แดงสุราษฎร์ธานีให้เป็นไก่พันธุ์แท้ ที่มีลักษณะภายนอกสม่ำเสมอเป็นเอกลักษณ์ ได้ฝูงไก่ที่ยังคงมีลักษณะเด่นในความเป็นแม่ที่ดี มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง ทำให้มีโอกาสที่จะคัดเลือกปรับปรุงให้มีคุณภาพเชิงเศรษฐกิจให้ดีขึ้นกว่าไก่พื้นเมืองไทยทั่วไป โดยดำเนินการอนุรักษ์ วิจัย และพัฒนาสายพันธุ์ไก่แดงสุราษฎร์ธานีที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุราษฎร์ธานี และส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้เลี้ยง เพื่อสร้างรายได้เพิ่มแก่ครัวเรือน แต่ทั้งนี้ยังไม่พบงานศึกษาด้านต้นทุน ผลตอบแทน และช่องทางการจัดจำหน่าย อีกทั้งยังไม่พบข้อมูลที่แน่ชัดถึงการดำเนินกิจกรรมทางการตลาดของไก่พื้นเมืองพันธุ์นี้เท่าใดนัก จึงเป็นที่มาของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาด้านต้นทุนผลตอบแทน และช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้ ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรและผู้สนใจในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการเลี้ยงไก่พื้นเมือง สายพันธุ์ไก่แดงและไก่พื้นเมืองสายพันธุ์อื่น ๆ ในพื้นที่ภาคใต้ และเป็นแนวทางในการขยายช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดง ตลอดจนแนวโน้มในการพัฒนาการตลาดไก่พื้นเมืองต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งไม่ทราบขนาดของประชากรที่แน่นอน โดยการศึกษาครั้งนี้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 60 ราย ข้อมูลรายชื่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงจากศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุราษฎร์ธานี (Bureau of Animal Husbandry and Genetic Improvement; Department of Livestock Development, 2020) ซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 28 ราย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 24 ราย และจังหวัดชุมพร จำนวน 8 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง (Structured interviews) และมีการตรวจสอบเครื่องมือโดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน หลังจากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทั้งนี้ผู้วิจัยเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ในแต่ละข้อ มาใช้เป็นข้อคำถาม ซึ่งได้ตรวจสอบแล้วเห็นว่าแบบสัมภาษณ์ทุกข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงของเนื้อหาครอบคลุมในแต่ละด้าน และครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ (Wording) เพื่อนำไป

ปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลจริง ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง ซึ่งประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ ลักษณะและรูปแบบการเลี้ยงไก่แดง แหล่งทุน และสินเชื่อ เป็นต้น

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงของกลุ่มเกษตรกร

ส่วนที่ 4 ข้อมูลอื่น ๆ เช่น ปัญหาในการเลี้ยงไก่แดง และข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้างดังนี้

1. วิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive method)

เป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติอย่างง่าย ประกอบด้วย ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย (Pongvichai, 2008) โดยใช้อธิบายถึงสภาพทั่วไปด้านสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง ตลอดจนช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงของกลุ่มเกษตรกร

2. วิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative method)

คำนวณต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง โดยวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนและผลตอบแทนที่เป็นไปตามหลักทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร ทั้งนี้ต้องมีการประเมินค่าใช้จ่ายทั้งที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด เช่น ค่าแรงงาน ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ให้ถูกต้องตามความเป็นจริงที่สุด รวมทั้งคำนวณหารายได้สุทธิ (รายได้รวมหักด้วยต้นทุนรวมทั้งหมด) และรายได้เหนือต้นทุนเงินสด (รายได้รวมหักด้วยต้นทุนที่เป็นเงินสดรวม)

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลด้านสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง

โดยผลการศึกษาเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 76.67 และเป็นเพศหญิง ร้อยละ 23.33 ส่วนใหญ่มีสถานภาพ สมรส ร้อยละ 58.33 รองลงมา คือ โสด ร้อยละ 38.33 มีอายุในช่วง 31 – 40 ปี มากที่สุด ร้อยละ 43.33 รองลงมา คือ มีอายุในช่วง 41 – 50 ปี ร้อยละ 26.67 ด้านการศึกษา พบว่ามีระดับการศึกษา ประถมศึกษา มากที่สุด ร้อยละ 46.67 ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 23.33 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 13.33 อาชีพหลัก ได้แก่ ทำการเกษตร ร้อยละ 81.67 ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 10.00 และ ค้าขาย/รับจ้าง ร้อยละ 8.33 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ประมาณ 10,001 – 30,000 บาท มากที่สุด ร้อยละ 65.00 อาชีพเสริมโดยส่วนใหญ่เกษตรกรจะเลี้ยงไก่และค้าขาย ครัวเรือนเกษตรกรมีหนี้สิน คิดเป็นร้อยละ 81.67 แหล่งเงินกู้ส่วนใหญ่จากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ร้อยละ 77.55 รองลงมา คือ กลุ่มออมทรัพย์หรือกองทุนหมู่บ้าน ร้อยละ 18.37 และธนาคารอื่น ๆ ร้อยละ 4.08 ตามลำดับ

เกษตรกรส่วนใหญ่จะเลี้ยงไก่แดงรูปแบบปล่อยลาน และกึ่งขัง กึ่งปล่อย โดยเกษตรกรมีระยะเวลาในการเลี้ยงไก่ประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง/วัน แรงงานครัวเรือนในการเลี้ยงไก่ 1 – 2 คน/ครัวเรือน ขนาดพื้นที่ฟาร์มในการเลี้ยงไก่ 100 – 400 ตารางวา/ครัวเรือน สำหรับเกษตรกรที่เลี้ยงแบบขังกรง และกึ่งขังกึ่งปล่อย ส่วนใหญ่มีจำนวนโรงเรือนของเกษตรกร 1 – 2 โรงเรือน/ครัวเรือน อายุการใช้งานของโรงเรือน ประมาณ 5 – 10 ปี อุปกรณ์ภายในโรงเรือน ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ให้น้ำ จำนวน 5 – 10 ชิ้น/โรงเรือน ราคา 60 – 120 บาท อายุการใช้งาน 3 – 5 ปี โดยประมาณ อุปกรณ์ที่ให้อาหาร, ถังหมักอาหาร 3 – 5 ถัง/ราย ราคา 90 – 150 บาท/ถัง อายุการใช้งาน 3 – 5 ปี ด้านประสบการณ์ในการเลี้ยงไก่แดงส่วนใหญ่พบว่าอยู่ในช่วง 1 – 3 ปี มากที่สุด ร้อยละ 65.00 โดยเกษตรกรได้รับความรู้ด้านการเลี้ยงไก่มาจากครอบครัว (บรรพบุรุษ) มากที่สุด ร้อยละ 61.67 ความรู้จากเพื่อนบ้านและญาติ คิดเป็นร้อยละ 18.33 และความรู้จากเจ้าหน้าที่ของรัฐ (เช่น สำนักงานปศุสัตว์อำเภอ, ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ฯ) คิดเป็นร้อยละ 16.67 ดัง Table 1

Table 1 The general information on farmers who raised Dang chicken

Item	Frequency	Percentage
Gender		
Male	46	76.67
Female	14	23.33
Age (years)		
Less than 30	3	5.00
31 – 40	26	43.33
41 – 50	16	26.67
51 – 60	5	8.33
Over 60	10	16.67
Status		
Single	23	38.33
Marriage	35	58.33
Widowed/Divorced	2	3.33
Education		
Not studied	6	10.00
Elementary	28	46.67
Junior high school	8	13.33
Senior high school	4	6.67
Bachelor degree	14	23.33
Number of household members (persons)		
1 – 2	16	26.67
3 – 4	36	60.00
5 – 6	5	8.33
Over 7	2	3.33

Occupations		
Agriculturist	49	81.67
Company employee/Officialdom	6	10.00
i.e. Businessman, Housewife	5	8.33
Total	60	100

Source: from interviews and author calculations.

Table 1 The general information on farmers who raised Dang chicken (Continued)

Item	Frequency	Percentage
Household incomes per month (baht)		
Less than 15,000	9	15.00
15,001–30,000	39	65.00
Over 30,000	12	20.00
Loan		
Have	49	81.67
Not have	11	18.33
Loan Source		
Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives (BAAC)	38	77.55
Community (village) funds	9	18.37
i.e. Commercial bank, Agricultural cooperative	2	4.08
Experience of rearing Dang chicken (years)		
1 – 3	39	65.00
4 – 5	5	8.33
Over 5	16	26.67
Source of knowledge for rearing Dang chicken		
Family/Ancestors	37	61.67
Neighbor/Friend	11	18.33
Government officials	10	16.67
i.e. Internet, Newspaper	2	3.33
Total	60	100

Source: from interviews and author calculations.

2. การศึกษาด้านทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง

จากการลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงในพื้นที่ศึกษา จำนวน 60 ราย ในรอบการผลิต 1 รุ่น ประมาณ 16 สัปดาห์โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1,500 – 1,600 กรัม และขายไก่เป็นได้ในระดับราคา 70 – 80 บาท/กิโลกรัม ทั้งนี้พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง มีรายได้สุทธิต่อรอบการผลิต จำนวน 10.13 บาท/ตัว/รอบการผลิต รายได้เหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 28.47 บาท/ตัว/รอบการผลิต และมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (ROI) เท่ากับ 8.59 ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่แดง เป็นจำนวน 117.87 บาท/ตัว/รอบการผลิต และต้นทุนที่เป็นเงินสดรวม เป็นจำนวน 99.53 บาท/ตัว/รอบการผลิต โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ซึ่งไม่เป็นเงินสด จำนวน 6.09 บาท โดยเป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 2.65 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 111.78 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ค่าอาหาร คิดเป็นร้อยละ 69.66 ค่าพันธุ์ คิดเป็นร้อยละ 12.73 และค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 10.39 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Cost-benefit of Dang chicken production (baht/bird/production cycle)

Item	Value In cash (baht)	Value Non- cash (baht)	Percentage
1. Fixed cost			
1.1 Depreciation of poultry structure and equipment		3.12	2.65
1.2 Opportunity cost for land use		2.10	1.78
1.3 Opportunity cost for capital		0.87	0.74
Total fixed cost		6.09	
2. Variable cost			
2.1 Breed	15.00		12.73
2.2 Feed	82.50		69.99
2.3 Drug and vaccine	0.50		0.42
2.4 Floor laying materials	0.30		0.25
2.5 Structure repairs and equipment	0.48		0.41
2.6 Others such as water and electricity bills	0.75		0.64
2.7 Household opportunity cost		12.25	10.39
Total variable cost	111.78		
Total cost	117.87		100.00
Total cash cost	99.53		
Total income	128.00		
Net income	10.13		
Income over cash cost	28.47		
Return on investment (ROI)	8.59		

Source: from interviews and author calculations.

3. ช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดง

ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดง เป็นการศึกษาเพื่อแสดงการเคลื่อนย้ายของสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง พบว่ากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดง นิยมจำหน่ายในรูปแบบไม่มีชีวิต มีราคาขายเฉลี่ย 70 –80 บาท/กิโลกรัม ทั้งนี้พบว่าเกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 68.33 เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมา คือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชนโดยตรง หรือร้านอาหารในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 11.67 ดัง Table 3

Table 3 Distribution channel of Dang chicken

Distribution channel	Frequency	Percentage
Local gathering merchants	41	68.33
Wholesale merchants/Retail merchants	12	20.00
i.e. Community consumers/Community restaurants	7	11.67
Total	60	100

Source: from interviews and author calculations.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้ จากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 ราย โดยการเลี้ยงไก่แดงซึ่งเป็นไก่พื้นเมืองภาคใต้ส่วนใหญ่เลี้ยงเป็นอาชีพเสริมที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรในชุมชน โดยผลการศึกษา ด้านต้นทุนผลตอบแทนการผลิตไก่แดงของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงมีรายได้สุทธิต่อรอบการผลิต จำนวน 10.13 บาท/ตัว/รอบการผลิต และรายได้เหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 28.47 บาท/ตัว/รอบการผลิต ทั้งนี้จะเห็นว่ารายได้เหนือต้นทุนเงินสดยังคงมากกว่าศูนย์ แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรยังคงสามารถดำเนินกิจกรรมเลี้ยงไก่แดงต่อไปได้ เนื่องจากผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสดมากกว่าศูนย์ นั่นหมายถึงเกษตรกรยังคงมีกำไรสูงกว่าต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิต ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เป็นจำนวน 117.87 บาท/ตัว/รอบการผลิต โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ซึ่งไม่เป็นเงินสด จำนวน 6.09 บาท โดยเป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 51.23 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 111.78 สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ค่าอาหาร คิดเป็นร้อยละ 73.81 ค่าพันธุ์ไก่ คิดเป็นร้อยละ 13.42 และค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 10.96 ตามลำดับ โดยพบว่าต้นทุนการผลิตไก่พื้นเมืองที่มีสัดส่วนสูงนี้มาจากค่าอาหารสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chankong & Chauychu-noo (2021) ที่พบว่า ต้นทุนในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองมากที่สุด คือค่าอาหารสัตว์ และงานของ Prapasawat et al. (2012) พบว่าในการเลี้ยงไก่โดยส่วนใหญ่ ต้นทุนที่สำคัญที่สุด คือ ต้นทุนค่าอาหารสัตว์ เช่นกัน ดังนั้นหากเกษตรกรในชุมชนมีการบริหารจัดการต้นทุนค่าอาหารสัตว์ หรือมีแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ลงจะส่งผลต่อรายได้สุทธิที่เพิ่มขึ้น

ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้ พบว่าเกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 68.33 เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมา คือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชนโดยตรง หรือร้านอาหารในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 11.67 ตามลำดับ ซึ่งผู้รวบรวมในท้องถิ่นมีบทบาทสำคัญในการดำเนินงานด้านการตลาด การรวบรวม ตลอดจนการกำหนดราคา เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Wongsuthavas & Sombun (2009) ซึ่งศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่พื้นเมืองเชิงพาณิชย์ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร พบว่าผู้รวบรวมและจำหน่ายไก่พื้นเมืองในจังหวัดสกลนครส่วนใหญ่มีการรวบรวมไก่พื้นเมืองในชุมชนมาขายที่ตลาดสด

โดยเกษตรกรบางรายเป็นทั้งผู้รวบรวมและผู้ชำแหละ โดยวิธีการรวบรวมคือตระเวนรวบรวมซื้อตามหมู่บ้าน โดยราคาขายไก่พื้นเมืองเฉลี่ยที่กิโลกรัมละ 100 – 120 บาท แต่ทั้งนี้จากการศึกษาของ Saenkhunthow et al. (2016) ซึ่งทำการศึกษากาการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบว่า วิถีตลาดไก่พื้นเมืองในพื้นที่ดังกล่าว เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน เหลือจึงจำหน่ายเป็นไก่มีชีวิต โดยเน้นจำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.60 รองลงมาคือ พ่อค้าผู้รวบรวมในชุมชน ร้อยละ 29.49 เครือข่ายเกษตรกรร้อยละ 24.28 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในจังหวัดมหาสารคามทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ผลิต รวบรวม ขาและ และจำหน่ายให้กับผู้บริโภคโดยตรง อีกทั้งงานวิจัยของ Nualhnuplong et al. (2019) ซึ่งศึกษาโครงสร้างตลาดไก่เบตงในพื้นที่จังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส พบว่าตลาดไก่เบตงเป็นตลาดผู้ขายน้อยราย โดยเส้นทางการตลาดของไก่เบตง เริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เบตงมีชีวิต ผ่านผู้รวบรวมไก่เบตงมีชีวิต ผ่านพ่อค้าขายส่งไก่เบตงชำแหละ และผู้ประกอบการร้านค้า ได้แก่ ร้านข้าวมันไก่ ภัตตาคาร และโรงแรม จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ซึ่งจากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า เส้นทางการตลาดไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่จะประกอบด้วย เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง ผู้รวบรวม ผู้จัดจำหน่าย และผู้บริโภค ทั้งนี้ผู้รวบรวม ผู้ชำแหละ และผู้จำหน่าย อาจเป็นบุคคลเดียวกัน โดยจะทำหน้าที่ออกไปรวบรวมไก่พื้นเมืองในหมู่บ้านหรือชุมชนใกล้เคียง เพื่อนำมาชำแหละ และจำหน่ายให้กับผู้บริโภคต่อไป จะเห็นได้ว่าประเด็นด้านการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง ตลอดจนการส่งเสริมการจัดการการตลาดไก่พื้นเมืองที่ดีจะเป็นแนวทางสำคัญในการส่งเสริมการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาต้นทุนผลตอบแทน และช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้ โดยการศึกษาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 ราย ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี และชุมพร พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงมีรายได้สุทธิจำนวน 10.13 บาท/ตัว/รอบการผลิต และรายได้เนื้อต้นทุนเงินสดจำนวน 28.47 บาท/ตัว/รอบการผลิต ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่แดง เป็นจำนวน 117.87 บาท/ตัว/รอบการผลิต โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ซึ่งไม่เป็นเงินสด โดยเป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ มากที่สุด ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 111.78 บาท/ตัว/รอบการผลิต สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ค่าอาหาร คิดเป็นร้อยละ 69.66 ค่าพันธุ์คิดเป็นร้อยละ 12.73 และค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 10.39 ตามลำดับ ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดง พบว่า เกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 68.33 เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร

และความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมา คือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชนโดยตรง หรือร้านอาหารในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 11.67 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดชุมพร รวมทั้งขอขอบคุณงบประมาณงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2564 สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัยภายใต้แผนงาน การพัฒนาศักยภาพการผลิตไก่แดงตลอดห่วงโซ่คุณค่าด้วยนวัตกรรม และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

References

- Bureau of Animal Husbandry and Genetic Improvement, Department of Livestock Development. (2021). *Dang Surathani chicken*. Accessed January 5, 2021. Retrieved from <https://breeding.dld.go.th/th/index.php/2018-05-16-07-31-15/2018-05-16-07-48-06/2018-05-16-07-58-49/671-2018-05-21-08-39-03> (in Thai)
- Chankong, J. & Chauychu-noo, N. (2021). Production potential and economic, society and environmental impacts of Khaolak Black Bone chicken, Trang Province. *Prawarun Agricultural Journal*, 18(1), 80–87. (in Thai)
- Information and Communication Technology Center, Department of Livestock Development. (2021). *Database system for farmers*. Accessed October 30, 2021. Retrieved from <https://opendata.nesdc.go.th/dataset/d7681470-0120-47ab-8315-5cd28b9539c8/resource/1b116b37-ce19-415d-ae04-dd734add184f/download/-2564.pdf> (in Thai)
- Laopaiboon, B., Duangjinda, M., Vongpralab, T., Sanchaisuriya, P., Nantachai, K., & Boonkum, W. (2010). Testing of growth performances and meat tenderness in crossbred chicken from Thai indigenous sire and commercial dam. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 38, 373–384. (in Thai)
- Nualhnuplong, P., Wattanachant, C., Wattansit, S., & Somboonsuke, B. (2019). Market structure marketing channel and supply chain of Betong chicken in Pattani Yala and Narathiwat provinces. *Journal of Agricultural Research and Extension*, 36(3), 78–85. (in Thai)
- Pongvichai, S. (2008). *Statistical data analysis by computer* (19th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Printing

- House. (in Thai)
- Prapasawat, C., Laothong, S., Leotaragul, A., Rattanachawanon, P., & Prasert, C. (2012). *Economic development of native chicken (Chee-Tha Pra) to response for career of farmers and consumers* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Saengkunthow, U., Prasert, C., & Nonta, K. (2016). *Study on the system of production and marketing of Thai native chicken in Mahasarakham province*. Accessed April 15, 2020. Retrieved from <http://region4.dld.go.th/webnew/images/stories/vichakarn/04-2-04-60.pdf> (in Thai)
- Wongsuthavas, S., & Sombun, K. (2009). *Feasibility study of the using of native chicken or native hybrid chicken for commercial in community level: Sakon Nakhon province* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)

Research article

Cost – benefit analysis and distribution channel of Dang chicken in Southern region

Napapach Chuaychu–noo¹, Banthita Poosabmee Ponatong², Phaisan Kakulpim¹ and Jareewan Chankong^{1*}

¹*Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungsong, Nakhon Si Thammarat, 80110*

²*Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungsong, Nakhon Si Thammarat, 80110*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 10 October 2021

Revised: 20 February 2022

Accepted: 5 May 2022

Online published: 28 June 2022

Keyword

Cost

Benefit

Distribution channel

Dang chicken

ABSTRACT

The objectives of this research were to investigate cost and benefit of producing and distribution channels of Dang chicken in Southern region. The samples were collected from 60 farmers who raised chickens in Nakhon Sri Thammarat, Surathani and Chumphon province by using a structured interview. The results show that the farmers have average net income at 10.13 baht/individual/production cycle and average income over cash cost was 28.47 baht/individual/production cycle. The average total cost of raising Dang chickens is 117.87 baht/individual/production cycle, which consisted of fixed and variable costs. The fixed production cost was 6.09 baht/ individual/production cycle consisted of depreciation and opportunity cost, non–cash. The most fixed cost is depreciation of poultry structure and equipment. The average total variable cost is 111.78 baht/bird/production cycle. The three important variable costs are feed, with the highest percentage at 69.66%, the breed accounted for 12.73% and opportunity cost, non–cash household labor accounting for 10.39%, respectively. The distribution channel showed that farmers preferred selling Dang chickens to merchants in the local area, with the high percentage accounting for 68.33%, followed by distribution to wholesale merchants/retail merchants accounting for 20.00%. And others, such as community consumers/community restaurants accounting for 11.67%, respectively.

*Corresponding author

E–mail address: jareewan.rmutsu@gmail.com (J. Chankong)

Online print: 28 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.7>



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อการติดพยาธิเม็ดเลือดในสุนัขที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สิทธิชัย วันแก้ว^{1*} และ ธนพร อัครพัฒนากุล²

¹หน่วยชันสูตร โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอเมืองมหาสารคาม

จังหวัดมหาสารคาม 44000

²หน่วยวิจัย Oxidative Stress คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 27 ธันวาคม 2564

แก้ไข: 28 มีนาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 23 พฤษภาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

พยาธิเม็ดเลือด

สุนัข

ความชุก

ปัจจัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อการติดพยาธิเม็ดเลือดในสุนัขที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างเลือดสุนัข จำนวน 529 ตัว ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม 2562 เตรียมตัวอย่างเลือดบนสไลด์และย้อมด้วยสีไรท์-จิมซา ตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบความชุกของสุนัขที่ติดเชื้อมากที่สุด คือ *Ehrlichia canis* ร้อยละ 35.92 และสุนัขที่ติดเชื้อมากกว่าหนึ่งชนิด คือ *Anaplasma platys* ร่วมกับ *E. canis* ร้อยละ 14.18 การศึกษาความชุกของเพศ สายพันธุ์ และอายุ พบว่า สุนัขเพศผู้ สุนัขสายพันธุ์ต่างประเทศและสุนัขที่มีอายุมากกว่าสามปีมีความชุกต่อการติดเชื้อมากที่สุด สำหรับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการติดพยาธิเม็ดเลือด ได้แก่ เพศ สายพันธุ์ และอายุ พบว่า สุนัขเพศผู้และเพศเมียไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อการติดพยาธิเม็ดเลือด ส่วนสุนัขสายพันธุ์ต่างประเทศและสุนัขอายุมากกว่าสามปีมีความเสี่ยงต่อการติดพยาธิเม็ดเลือดมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ การศึกษาเชิงระบาดวิทยา และการวิจัยในอนาคตต่อไป รวมถึงเป็นประโยชน์สำหรับผู้รักการเลี้ยงสุนัขโดยนำผลการศึกษาไปใช้ในการวางแผนการเลี้ยงดู นอกเหนือจากนั้น ยังเป็นประโยชน์ต่อการเลือกเพศและสายพันธุ์ตลอดจนการดูแลสุขภาพสุนัขในช่วงอายุต่าง ๆ อีกด้วย

บทนำ

โรคพยาธิเม็ดเลือดในสุนัขเกิดจากการติดเชื้อจากโปรโตซัว เช่น *Babesia* spp. และ *Hepatozoon canis* และเชื้อจำพวกริกเก็ตเซีย เช่น *Anaplasma platys* และ *Ehrlichia canis* ปัจจัยหรือพาหะสำคัญของโรคเหล่านี้เกิดจากเห็บซึ่งสุนัขสีน้ำตาล (*Rhipicephalus sanguineus*) (Shaw et al., 2001; Piratae et al., 2017) การก่อโรคและอาการของโรคดังกล่าวมีความรุนแรงแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อ เมื่อสุนัขติดเชื้อสุขภาพของสุนัขมักมีความ

ผิดปกติ เกิดโรคแทรกซ้อนได้ง่ายและเสียชีวิตได้ในที่สุด ระยะของการพบเชื้อแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะเฉียบพลัน (Acute) ระยะไม่ปรากฏอาการ (Sub-clinical) และระยะเรื้อรัง (Chronic) พยาธิเม็ดเลือดชนิด *E. canis* ก่อโรคชื่อว่า โรคเออร์ลิชไอซิส (Ehrlichiosis) ส่วนใหญ่เชื้อชนิดนี้อาศัยอยู่ภายในเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocyte) เมื่อสุนัขติดเชื้อมักก่อความรุนแรงและทำให้อัตราการเสียชีวิตค่อนข้างสูง อาการโดยทั่วไปมีไข้ ซึม เบื่ออาหาร เพอร์เซนต์เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV) ลดลง และมีจุดเลือดออกตามตัวนอกจากนี้

*Corresponding author

E-mail address: wankaewsitthichai@gmail.com (S. Wankaew)

Online print: 28 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.8>

หากเชื้อเข้าสู่ระยะเรื้อรังอาจทำให้เกิดการทำลายไขกระดูกของสุนัขอีกด้วย (Skotarczak, 2003) โรคอะนาพลาสโมซิส (Anaplasmosis) เป็นเชื้อที่พบในเกล็ดเลือดเกิดจากการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดชนิด *A. platys* ส่วนใหญ่เชื้อชนิดนี้จะทำลายเกล็ดเลือดทำให้สุนัขเกิดภาวะเกล็ดเลือดต่ำ (Thrombocytopenia) อาการพบว่ามีไข้ เยื่อเมือกซีด เบื่ออาหาร เลือดกำเดาไหล และเลือดไหลหยุดยาก เป็นต้น (Shaw et al., 2001) โรคบาบีซิโอซิส (Babesiosis) เกิดจากการติดเชื้อ *Babesia* spp. เป็นปรสิตที่อาศัยอยู่ภายในเม็ดเลือดแดงของสุนัข ทำให้สุนัขที่ติดเชื้อเกิดภาวะโลหิตจาง ภาวะไตล้มเหลว และมักก่อให้เกิดเม็ดเลือดแดงแตกแบบรุนแรงจนถึงขั้นเสียชีวิตได้ (Laummaunwai et al., 2014; Piratae et al., 2015; Suksawat et al., 2001) และโรคเฮปาโตซูโนซิส (Hepatozoonosis) เกิดจากการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดชนิด *Hepatozoon canis* (Baneth et al., 2000; Baneth et al., 2001; Ewing et al., 2000) สาเหตุเกิดจากสุนัขกินเห็บที่มีระยะของเชื้อเข้าสู่ร่างกาย เชื้อชนิดนี้จะอาศัยอยู่ในเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (Neutrophil) (Skotarczak, 2003) หากเชื้อมีปริมาณมาก มักทำลายเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (Panciera et al., 1999) มีผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของสุนัขลดลง อาการทางคลินิกส่วนใหญ่ของโรคชนิดนี้จะทำให้สุนัขมีภาวะร่างกายอ่อนแรง ขาหลังอ่อนแรง เบื่ออาหาร เป็นไข้ ซึม (Baneth et al., 1996; Gavazza et al., 2003)

สถานการณ์การระบาดของโรคพยาธิเม็ดเลือดโดยทั่วไปพบได้มากที่สุด ในเขตอบอุ่นรวมถึงประเทศไทย เช่น การศึกษาของ Piratae et al. (2015) ได้ทำการสำรวจประชากรของสุนัขจรจัดในจังหวัดมหาสารคาม พบความชุกของเชื้อ *E. canis*, *H. canis* และ *Babesia c. vogeli* ร้อยละ 21.5, 10.1 และ 6.3 ตามลำดับ ในขณะที่ Rucksaken et al. (2019) ได้ทำการศึกษการเปรียบเทียบการตรวจพยาธิเม็ดเลือดด้วยเทคนิค PCR และ Blood smear ในจังหวัดบุรีรัมย์ พบความชุกของเชื้อ *B. canis*, *H. canis*, *E. canis* และ *A. platys* ร้อยละ 2.04, 4.08, 36.73 และ 30.61 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการรายงานของ Garlay et al. (2018) ศึกษาการติดเชื้อของพยาธิเม็ดเลือดผ่านเห็บแก่สุนัขในต่างประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าความชุกของเชื้อพยาธิเม็ดเลือดชนิด *E. canis* และ *A. platys* พบมากที่สุดร้อยละ 22.6 และ Piratae et al. (2019) ได้ทำการศึกษาพยาธิเม็ดเลือดสองชนิด คือ *E. canis* และ *A. platys* ของสุนัขจรจัดในจังหวัดกาฬสินธุ์ พบความชุกของการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด ร้อยละ 29.4 และ 25.0 ตามลำดับ ปัจจุบันการวินิจฉัยเชื้อพยาธิเม็ดเลือดในห้องปฏิบัติการทั่วไป ส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการเตรียมสไลด์ฟิล์มเลือดชนิดบาง (Blood smear) และ Buffy coat smear ย้อมด้วยสี Romanowsky และตรวจหาเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เทคนิคนี้ผู้นิยามต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญอย่างมากจึงสามารถระบุชนิดของเชื้อได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ แต่ทั้งนี้ยังมีอีกหนึ่ง

เทคนิคที่มีความแม่นยำและความไวสูงในการวินิจฉัยโรคพยาธิเม็ดเลือดถึงแม้เชื้อจะมีปริมาณน้อยนั่นคือ เทคนิค PCR แต่ราคาค่อนข้างสูงหากเทียบกับการตรวจด้วยเทคนิคการเตรียมสไลด์ฟิล์มเลือดชนิดบาง

การศึกษานี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างเลือดของสุนัขที่ถูกส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลสัตว์และตรวจวินิจฉัยโรคด้วยเทคนิคฟิล์มเลือดชนิดบาง (Blood smear) และ Buffy coat smear วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าเพื่อศึกษาความชุกของการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดและปัจจัยด้านเพศ สายพันธุ์ อายุ ที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดในสุนัขที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อให้ทราบถึงอัตราของการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดของสุนัขที่เข้ารับการรักษา การศึกษานี้อาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเชิงระบาดวิทยา อีกทั้งเป็นข้อมูลสำหรับการเฝ้าระวัง การควบคุมและป้องกันการเกิดโรคในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคตอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. ตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ศึกษาจากตัวอย่างเลือดของสุนัข จำนวน 529 ตัว ที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ระหว่างเดือนมีนาคม 2562 ถึงเดือนกรกฎาคม 2562 เป็นสุนัขที่มีสุขภาพแข็งแรง และที่มีอาการป่วยหรือสงสัยการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด

2. การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

2.1 การเก็บตัวอย่างและการตรวจทางห้องปฏิบัติการ

เก็บตัวอย่างเลือดของสุนัขประมาณ 0.5–1 มิลลิลิตร ใส่หลอดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (EDTA) ทำการเตรียมสไลด์ฟิล์มเลือดชนิดบาง (Blood smear) และ Buffy coat smear ผึ่งสไลด์ฟิล์มเลือดให้แห้งสนิทแล้วตรึงสภาพเม็ดเลือดด้วยเมทานอลนาน 1–2 นาที ย้อมด้วยสีไรท์-จิมซ่า (Modified Wright's Giemsa) จากนั้นตรวจหาพยาธิเม็ดเลือดในสุนัขทั้ง 4 ชนิด คือ *Babesia* spp., *H. canis*, *A. platys* และ *E. canis* จากฟิล์มเลือดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 1000x

งานวิจัยนี้ได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมสัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (เลขที่หนังสืออนุญาต IACUC-MSU-08/2021 วันที่ 11 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564)

2.2 การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยของการเกิดโรคพยาธิเม็ดเลือด

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการพบเชื้อพยาธิเม็ดเลือดจากห้องปฏิบัติการและข้อมูลด้านเพศ สายพันธุ์ และอายุ จากแฟ้มประวัติการรักษาแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความชุกและปัจจัย

ที่อาจก่อให้เกิดการติดพยาธิเม็ดเลือดในสุนัข

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการหาค่าความชุกของการพบพยาธิเม็ดเลือด วิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการพบเชื้อด้วยวิธี Chi-square test และคำนวณค่า Odds ratio (OR) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Statistical analysis system

ผลการวิจัย

1. การศึกษาความชุกของการติดเชื้อ

ผลของการศึกษาการติดพยาธิเม็ดเลือดในสุนัข 4 ชนิด คือ *Babesia* spp., *H. canis*, *A. platys* และ *E. canis* (Figure 1) ที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ระหว่างเดือนมีนาคม 2562 ถึง เดือนกรกฎาคม 2562 จำนวน 529 ตัวอย่าง พบการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด จำนวน 323 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 61.06 การติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดในสุนัขแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดเพียงชนิดเดียว (Single infection) และ การติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าหนึ่งชนิด (Mixed infections)

1.1 กลุ่มสุนัขที่ติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดเพียงชนิดเดียว

จากการศึกษาพบสุนัขที่ติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดเพียงชนิดเดียว จำนวน 239 ตัว จากทั้งหมด 529 ตัว คิดเป็นร้อยละ 45.2 พบเชื้อพยาธิเม็ดเลือดชนิด *E. canis* มากที่สุด รองลงมาคือชนิด *A. platys* *H. canis* และ *B. canis* จำนวน 190, 29, 16 และ 4 ตัว คิดเป็นร้อยละ 35.92, 5.48, 3.02 และ 0.75 ตามลำดับ (Table 1)

1.2 กลุ่มสุนัขที่ติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าหนึ่งชนิด

จากการศึกษาพบสุนัขที่ติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าหนึ่งชนิด จำนวน 84 ตัว คิดเป็นร้อยละ 15.9 พบว่า สุนัขที่ติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดร่วมกันระหว่าง *A. platys* และ *E. canis* พบมากที่สุด 75 ตัว คิดเป็นร้อยละ 14.18 รองลงมา คือ *E. canis* ร่วมกับ *H. canis*, *A. platys* ร่วมกับ *H. canis*, *A. platys* ร่วมกับ *E. canis* และ *H. canis* และ *B. canis* ร่วมกับ *H. canis* จำนวน 4, 2, 2 และ 1 ตัว คิดเป็นร้อยละ 0.76, 0.38, 0.38 และ 0.19 ตามลำดับ (Table 1)

1.3 การศึกษาความชุกของเพศ สายพันธุ์ และอายุ ของสุนัขที่ติดเชื้อ

จากการศึกษาพบว่า สุนัขเพศผู้มีอัตราการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดไม่แตกต่างจากสุนัขเพศเมีย ส่วนสายพันธุ์สุนัขต่างประเทศพบการติดเชื้อมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.99 เมื่อเทียบกับสายพันธุ์อื่น ๆ และช่วงอายุของสุนัขมากกว่าสามปี มีอัตราการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากที่สุด 128 ตัว คิดเป็นร้อยละ 39.63 (Table 2)

2. ศึกษาปัจจัยในการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด

2.1 ปัจจัยของเพศต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด

จากการศึกษา พบว่า สุนัขเพศผู้และเพศเมียไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อการติดพยาธิเม็ดเลือดเมื่อพิจารณา Odds ratio ระหว่างสุนัขทั้งสองเพศ พบว่า เพศผู้มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าเพศเมียถึง 0.88 เท่า (Table 2)

2.2 ปัจจัยของสายพันธุ์ต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด

จากการศึกษาปัจจัยระหว่างสายพันธุ์สุนัขต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด พบว่า ทั้งสามสายพันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติต่อการติดพยาธิเม็ดเลือดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และสายพันธุ์ต่างประเทศมีความเสี่ยงในการเกิดการติดพยาธิเม็ดเลือดมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ (Odds ratio = 0.13) (Table 2)

2.3 ปัจจัยระหว่างช่วงอายุต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด

ผลของการศึกษาปัจจัยระหว่างช่วงอายุต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด พบว่า ทุกช่วงอายุมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด ($p < 0.05$) โดยช่วงอายุที่มีความเสี่ยงในการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากที่สุดคือช่วงอายุมากกว่าสามปีขึ้นไป (Odds ratio = 3.07) รองลงมาคือช่วงอายุระหว่างหนึ่งปีถึงสามปี (Odds ratio = 1.70) (Table 2)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาตัวอย่างเลือดของสุนัขที่ถูกส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลสัตว์ พบว่า ความชุกของเชื้อพยาธิเม็ดเลือดชนิด *E. canis* พบมากที่สุด 190 ตัว (ร้อยละ 35.92) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Angelou et al. (2019), Anise et al. (2018), Jamnah et al. (2016), Piratae et al. (2015), Sanisuriwong et al. (2012), Weeraathunga et al. (2019) และ Wongsawang & Jeimthaweeboon (2019) พบว่า พยาธิเม็ดเลือดสุนัขชนิด *E. canis* มีความชุกมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 7.9, 10.3, 13.6, 21.5, 8.7, 13.6 และ 16.97 ตามลำดับ แต่การศึกษานี้มีความแตกต่างจากการศึกษาของ Laummaunwai et al. (2014) ที่พบความชุกของพยาธิเม็ดเลือดชนิด *Babesia* spp. มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 13.2 นอกจากนี้การศึกษายังแตกต่างจากการรายงานของ Rucksaken et al. (2019) และ Juasook et al. (2016) ที่พบความชุกของพยาธิเม็ดเลือดชนิด *H. canis* มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 2.04 และ 32.56 ตามลำดับ ส่วนการพบเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าสองชนิดร่วมกันพบความชุกของพยาธิเม็ดเลือดชนิด *A. platys* ร่วมกับ *E. canis* มากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 14.18 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Angelou et al. (2019) พบว่า ความชุกของพยาธิเม็ดเลือด *A. platys* ร่วมกับ *E. canis* พบมากที่สุด

ร้อยละ 2.1 แต่แตกต่างจากการรายงานของ Weeraathunga et al. (2019) และ Juasook et al. (2016) ที่พบพยาธิเม็ดเลือดชนิด *B. canis* ร่วมกับ *E. canis* มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 5.64 และ 2.33 ตามลำดับ ทั้งนี้สาเหตุหรือโอกาสในการพบเชื้อพยาธิเม็ดเลือดแต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่อาจมีความแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมที่สุนัขอยู่อาศัยรวมถึงการเลี้ยงดู

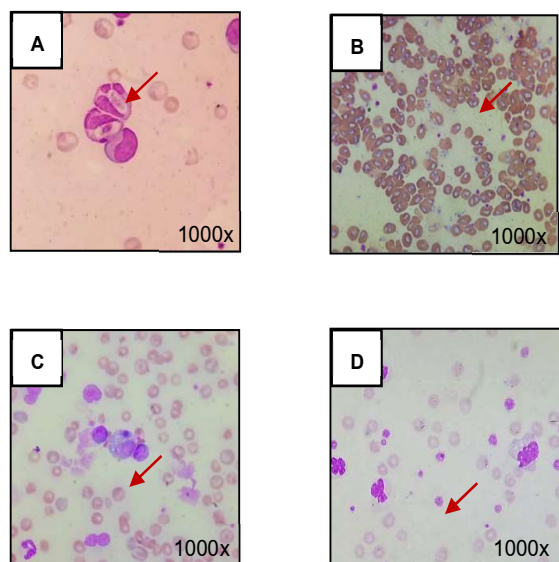


Figure 1 Canine blood smear showing, (A) *Hepatozoon canis* in neutrophil, (B) *Babesia* spp. in red blood cell (C) *Ehrlichia canis* in monocyte and (D) *Anaplasma platys* in platelet.

เมื่อศึกษาความชุกและปัจจัยของเพศสุนัข พบว่า สุนัขเพศผู้และเพศเมียไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่อการติดพยาธิเม็ดเลือด (Odds ratio = 0.88) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Wongsawang & Jeimthaweeboon (2019) ที่พบว่าทั้งสุนัขเพศผู้และเพศเมียไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อการติดพยาธิเม็ดเลือด แต่จากการรายงานของ Angelou et al. (2019) พบว่าสุนัขเพศเมียมีอัตราการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าสุนัขเพศผู้ คิดเป็นร้อยละ 53.2 และ 46.8 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านสายพันธุ์ของสุนัข อาจส่งผลต่อการติดเชื้อของพยาธิเม็ดเลือด จากการศึกษพบว่า สายพันธุ์ต่างประเทศมีความเสี่ยงในการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ (Odds ratio = 0.13; $p < 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสุนัขสายพันธุ์ต่างประเทศมีความอ่อนแอต่อโรคมากกว่าสายพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Obeta et al. (2020) ที่พบว่าสุนัขสายพันธุ์ต่างประเทศมีความชุกของการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 12.9 สำหรับช่วงอายุของสุนัขพบว่า สามารถติดเชื้อได้แทบจะทุกช่วงอายุ จากการศึกษพบว่า การติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากที่สุด คือ ช่วงอายุมากกว่าสามปีขึ้นไป (Odds ratio = 3.07; $p < 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ

Angelou et al. (2019) พบว่า สุนัขช่วงอายุมากกว่าสามปีขึ้นไปมีอัตราการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากกว่าช่วงอายุอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 55.7 อาจเนื่องมาจากสุนัขช่วงอายุดังกล่าวเป็นสุนัขช่วงวัยเจริญพันธุ์ มักมีพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการติดเห็บจากสุนัขจรหรือสิ่งแวดล้อมได้

Table 1 Types and prevalence of blood parasite in dogs in the veterinary teaching hospital of Mahasarakham University (n=529)

Blood parasites	Sample	Prevalence (%)
Single infection		
– <i>A. platys</i>	29	5.48
– <i>B. canis</i>	4	0.75
– <i>E. canis</i>	190	35.92
– <i>H. canis</i>	16	3.02
Mixed infections		
– <i>A. platys</i> + <i>E. canis</i>	75	14.18
– <i>A. platys</i> + <i>H. canis</i>	2	0.38
– <i>E. canis</i> + <i>H. canis</i>	4	0.76
– <i>B. canis</i> + <i>H. canis</i>	1	0.19
– <i>A. platys</i> + <i>E. canis</i> + <i>H. canis</i>	2	0.38
Not found	206	38.94
Total	529	100

A. platys = *Anaplasma platys*, *B. canis* = *Babesia canis*, *E. canis* = *Ehrlichia canis* and *H. canis* = *Hepatozoon canis*.

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อการติดพยาธิเม็ดเลือดของสุนัขที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอนในครั้งนี้พบความชุกของพยาธิเม็ดเลือดชนิดเดียวและมากกว่าหนึ่งชนิดมากที่สุดคือ *E. canis* และ *A. platys* ร่วมกับ *E. canis* มากที่สุด ตามลำดับเมื่อเทียบกับพยาธิเม็ดเลือดชนิดอื่น ๆ เมื่อพิจารณาความชุกด้านปัจจัยเพศ สายพันธุ์ และช่วงอายุ พบว่าสุนัขเพศผู้ สุนัขสายพันธุ์ต่างประเทศและสุนัขช่วงอายุมากกว่าสามปีขึ้นไปพบอัตราการติดเชื้อมากที่สุด นอกจากนี้การศึกษาปัจจัยที่อาจมีผลต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดพบว่าสุนัขสายพันธุ์ต่างประเทศและสุนัขช่วงอายุมากกว่าสามปีขึ้นไปมีความเสี่ยงหรือโอกาสในการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือดมากที่สุด ส่วนปัจจัยด้านเพศไม่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อพยาธิเม็ดเลือด ผลจากการศึกษครั้งนี้ทำให้ทราบข้อมูลการพบเชื้อพยาธิเม็ดเลือดแต่ละชนิดในพื้นที่ร่วมกับปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการติดเชื้อ รวมทั้งยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการการศึกษาเชิงระบาดวิทยา และการวิจัยในอนาคตต่อไป แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังเป็นประโยชน์สำหรับผู้รักการเลี้ยงสุนัขโดยนำผลการศึกษานี้ไปใช้ในการวางแผนการเลี้ยงดู การเลือกสายพันธุ์สุนัข ตลอดจนการดูแลสุนัขในช่วงอายุต่าง ๆ อีกด้วย

Table 2 Prevalence and factors affecting of blood parasite in dogs in the veterinary teaching hospital of faculty of Veterinary Medicine in Mahasarakham University

Factors	Infections		Prevalence of infected (%) (n=323)	Odds ratio (95% CI)	P-values
	YES	NO			
Sex (n=529)					
– Female	153	91	47.37%	1 (Reference)	0.4724
– Male	170	115	52.63%	0.88 (0.62–1.25)	
Species (n=529)					
– Thai	29	68	8.98%	1 (Reference)	<0.0001
– Mixed	139	90	43.03%	0.28 (0.17–0.46)	
– Foreign	155	48	47.99%	0.13 (0.08–0.23)	
Age (n=529)					
– < 6 months	48	46	14.86%	1 (Reference)	<0.0001
– 6 months – 1 year	39	59	12.07%	0.63 (0.36–1.12)	
– 1 – 3 years	108	61	33.44%	1.70 (1.012–2.83)	
– > 3 years	128	40	39.63%	3.07 (1.79–5.25)	

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2562 รวมถึงขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการหน่วยชันสูตร โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ ผู้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการศึกษาครั้งนี้

References

- Angelou, A., Gelsakis, A. I., Verde, N., Pantchev, M., Schaper, R., & Chandrashekar, R. (2019). Prevalence and risk factors for selected canine vector-borne diseases in Greece. *Parasites Vectors*, 12(1), 283. doi: 10.1186/s13071-019-3543-3
- Anise, N. H., Toepp, A. J., Ugwu, C. A., Petersen, C. A., & Sykes, J. E. (2018). Detection and identification of blood-borne infections in dogs in Nigeria using light microscopy and the polymerase chain reaction. *Veterinary parasitology, regional studies and reports*, 11, 55–60.
- Baneth, G., Barta, J. R., Shkap, V., Martin, D. S., Macintire, D. K., & Johnson, N. V. (2000). Genetic and antigenic evidence supports the separation of *Hepatozoon canis* and *Hepatozoon americanum* at the species level. *Journal of Clinical Microbiology*, 38(3), 1298–1301. doi: 10.1128/JCM.38.3.1298-1301.2000
- Baneth, G., Samish, M., Alekseev, E., Aroch, I., & Shkap, V. (2001). Transmission of *Hepatozoon canis* to dogs by naturally-fed or percutaneously-injected *Rhipicephalus sanguineus* ticks. *Journal of Parasitology*, 87(3), 606–611. doi:10.1645/00223395(2001)087[0606:TOHCTD]2.0.CO;2
- Baneth, G., Shkap, V., Presentey, B. Z., & Pipano, E. (1996). *Hepatozoon canis*: the prevalence of antibodies and gametocytes in dog Isreal. *Veterinary Research Communications*, 20, 41–46. doi: 10.1007/BF00346576
- Ewing, S. A., Panciera, R. J., Mathew, J. S., Cummings, C. A., & Kocan, A. A. (2000). American canine hepatozoonosis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 916, 81–92. doi: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb05277.x
- Galay, R. L., Malano, A. A., Dolores, S. L., Aguilar I. P., Sandalo, K. A., Cruz, K. B., Divina, B. P., Andoh, M., Masatani, T., & Tanaka, T. (2018). Molecular detection of tick-borne pathogens in canine population and *Rhipicephalus sanguineus* (sensu lato) ticks from southern Metro Manila and Laguna, Philippines. *Parasites & Vectors*, 11(1), 643–650. doi: 10.1186/s13071-0183192-y
- Gavazza, A., Bizzeti, M., & Papini, R. (2003). Observation on dogs found naturally infected with *Hepatozoon canis* in Italy. *Revue de Medecine Veterinaire*, 154(8–9), 319–323.

- Jamnah, O., Chandrawathani, P., Premaalatha, B., Zaini, C. M., Sheikh, A. M. S. I., & Tharshini, J. (2016). Blood protozoa findings in pet dogs screened in IPOH, Malaysia. *Malaysian Journal of Veterinary research*, 7(1), 9–14.
- Juasook, A., Boonmars, T., Sriraj, P., & Aukkanimart, R. (2016). Prevalence of tick-borne pathogens in quarantined dogs at Nakornpranom animal quarantine station, Thailand. *Journal of Mahanakorn Veterinary Medicine*, 11(1), 1–9.
- Laummaunwai, P., Sriraj, P., Aukkanimart, R., Boonmars, T., Wonkhaelee, N., & Boonjaraspinyo, S. (2014). Molecular detection and treatment of tick-borne pathogens in domestic dogs in KhonKaen, Northeastern Thailand. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 45(5), 1157–1166.
- Obeta, S. S., Ibrahim, B., Lawal, I. A., Natala, J. A., Ogo, N. I., & Balogun E, O. (2020). Prevalence of canine babesiosis and their risk factors among asymptomatic dogs in the federal capital territory, Abuja, Nigeria. *Parasite Epidemiology and control*, 11, e00186. doi:10.1016/j.parepi.2020.e00186
- Panciera, R. J., Ewing, S. A., Mathew, J. S., Lehenbauer, T. W., Cummings, C. A., & Woods, J. P. (1999). Canine hepatozoonosis: comparison of lesions and parasites in skeletal muscle of dogs experimentally or naturally infected with Hepatozoon americanum. *Veterinary Parasitology*, 82, 261–272. doi: 10.1016/s0304-4017(99)00029-1
- Piratae, S., Pimjong, K., Vaisusuk, K., & Chantan, W. (2015). Molecular detection of Ehrlichia canis, Hepatozoon canis and Babesia canis vogeli in stray dogs in Mahasarakham province, Thailand. *Annals of Parasitology*, 61(3), 183–7. doi: 10.17420/ap6103.05.
- Piratae, S. (2017). Molecular detection of blood pathogens and their impacts on levels of packed cell volume in stray dogs from Thailand. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 7(4), 233–2367. doi: 10.12980/apjtd.7.2017D6-370
- Piratae, S., Senawong, P., Chalermchat, P., Hamarsa, W., & Sae-chue, B. (2019). Molecular evidence of Ehrlichia canis and Anaplasma platys and the association of infections with hematological responses in naturally infected dogs in Kalasin, Thailand. *Veterinary world*, 12(1), 131–135. doi:10.14202/vetworld.2019.131–135
- Rucksaken, R., Maneeruttanarungroj, C., Maswanna, T., Sussadee, M., & Kanbutra, P. (2019). Comparison of conventional polymerase chain reaction and routine blood smear for the detection of Babesia canis, Hepatozoon canis, Ehrlichia canis, and Anaplasma platys in Buriram province, Thailand. *Veterinary World*, 12(5), 700–705. doi: 10.14202/vetworld.2019.700–705
- Sanisuriwong, J., Juntuck, N., Pavastthipaisit, S., Boonsriroj, H., & Wiengcharoen, J. (2012). Prevalence of hemoparasite in dogs in Nongchok, Bangkok, Thailand. *Journal of Mahanakorn Veterinary Medicine*, 7(1), 25–35.
- Shaw, S. E., Day, M. J., Birtles, R. J., & Breitschwerdt, E. B. (2001). Tick-borne infectious diseases of dogs. *Trends in Parasitology*, 17, 74–80. doi: 10.1016/s1471-4922(00)01856-0
- Skotarczak, B. (2003). Canine ehrlichiosis. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 10(2), 137–141.
- Suksawat, J., Xuejie, Y., Hancock, S. I., Hegarty, B. C., Nilkumhang, P., & Breitschwerdt, E. B. (2001). Serologic and molecular evidence of coinfection with multiple vector-borne pathogens in dogs from Thailand. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 15, 453–462. doi:10.1892/08916640(2001)015<0453:sameoc>2.3.co;2
- Weeraathunga, D., Amarasinghe, A., Iddawela, D., & Wickramasinghe, S. (2019). Prevalence of canine tick-borne haemoparasites in three divisional secretariat divisions (Rambewa, Tirappane, and Galenbidunuvena) in the Anuradhapura district, Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Infectious Diseases*, 9(2), 111–119. doi: 10.4038/sljid.v9i2.8254
- Wongsawang, W., & Jeimthaweeboon, S. (2019). Retrospective study of canine blood parasites infections in Kanchanaburi province during 2012–2016. *Journal of animal health science and technology*, 3(3), 32–42. (in Thai)

Research article

Prevalence and factors affecting of blood parasite in dogs in the veterinary teaching hospital of Mahasarakham University

Sitthichai Wankaew^{1*} and Tanaporn Asawapattanakul²

¹Autopsy Unit Veterinary Teaching Hospital, Faculty of Veterinary Sciences, Mahasarakham University, Mueang Maha Sarakham, Maha Sarakham, 44000

²Research Unit Oxidative Stress, Faculty of Veterinary Sciences, Mahasarakham University, Mueang Maha Sarakham, Maha Sarakham, 44000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 27 December 2021

Revised: 28 March 2022

Accepted: 23 May 2022

Online published: 28 June 2022

Keyword

Blood parasite

Dogs

Prevalence

Factors

ABSTRACT

This study investigated the prevalence and factors affecting of blood parasite in dogs in the veterinary teaching hospital, faculty of Veterinary Science, Mahasarakham University. The samples were collected from 529 dogs from March to July 2019. The blood samples slides were stained with Modified Wright's-Giemsa and observed under a light microscope for blood parasite detection. The study revealed that infection with a single species had the highest prevalence *Ehrlichia canis* (35.92%), followed by co-infections *Anaplasma platys* and *E. canis* (14.18%). Regarding the prevalence of sex, breed, and age, the highest prevalence was found in male, foreign breed and above three years old dogs. The factors that could blood parasite infections included sex, breed and age. The study showed no statistically significant difference of blood parasite infection between male and female dogs. Foreign breeds and over three years old dogs were at higher risk of blood parasite than other sample groups with statistical significance ($p < 0.05$). The data in this study were collected from the laboratory of animal hospital. The results could be used as primary data for laboratory staffs, epidemiological studies, and future research studies. Also, this study could be useful for those raising dogs, planning pet care, selecting the sex and breed of their pets, as well as providing suitable care for dogs at different ages.

*Corresponding author

E-mail address: wankaewsitthichai@gmail.com (S. Wankaew)

Online print: 28 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.8>



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคมนทดแทนฝูงของสมาชิกสหกรณ์

โคมนทดแทน จำกัด

บุรัสกร สิมรักแก้ว*

*สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 24 มีนาคม 2565

แก้ไข: 12 มิถุนายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 13 มิถุนายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 29 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

โคมนทดแทน

โครงการธนาคารโคมนทดแทนฝูง

สหกรณ์โคมนทดแทน จำกัด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคมนทดแทนฝูงของสมาชิกสหกรณ์โคมนทดแทน จำกัด และ เพื่อศึกษาปัญหาในการดำเนินโครงการธนาคารโคมนทดแทนฝูงของสหกรณ์โคมนทดแทน จำกัด โดยใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจงตัวอย่าง 62 ราย แบ่งเป็นเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของโครงการ 31 ราย และเกษตรกรที่ไม่เป็นสมาชิกของโครงการ 31 ราย รวบรวมข้อมูลจากการใช้แบบสอบถามเชิงโครงสร้าง ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลแบบกลุ่มใช้การทดสอบ Chi-square การทดสอบสมมติฐาน โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวแปรอิสระของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการของเกษตรกร (T-test) ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับ 0.05 ผลการทดสอบสมมติฐานสำหรับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการของเกษตรกร พบว่าด้านสายพันธุ์โคมน ด้านเศรษฐกิจ และด้านการดำเนินงานของโครงการระหว่างเกษตรกรทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ปัจจัยด้านการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ในโครงการของเกษตรกรทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการดำเนินงานของโครงการที่ผ่านมา พบว่าโครงการประสบปัญหา ได้แก่ ปัญหาในระบบการจัดการ ปัญหาด้านประสิทธิภาพในระบบการเลี้ยง และปัญหาจำนวนพนักงานไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่สหกรณ์ต้องพัฒนาระบบการเลี้ยงโคมนทดแทนในโครงการให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกษตรกรมีความสนใจในการเข้าร่วมโครงการมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อความเป็นไปได้ของโครงการในอนาคต

บทนำ

การเลี้ยงโคมนในประเทศไทยเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 60 ปีที่แล้ว โดยได้รับการสนับสนุนจากพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช และความร่วมมือของรัฐบาลเดนมาร์ก ฟาร์มโคมนแห่งแรกตั้งอยู่ในจังหวัดสระบุรี โดยได้รับการสนับสนุนจากองค์การส่งเสริมการเลี้ยงโคมนแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี พ.ศ. 2562 อ.ส.ค. มีสมาชิกสหกรณ์โคมน 56 แห่ง และฟาร์มโคมน 4,861 แห่ง โดยรับซื้อนํ้านมดิบประมาณ 275,575.5 ตันต่อปี มีกระบวนการผลิตที่โรงงานในสระบุรี ขอนแก่น ประจวบคีรีขันธ์ เชียงใหม่ และสุโขทัย (Dairy

Farming Promotion Organization of Thailand (DPO), 2019)

ในการประกอบอาชีพโคมนในระยะแรกพบว่า เกษตรกรประสบปัญหาด้านการจัดการผลผลิตนํ้านมดิบ กล่าวคือไม่สามารถขายนํ้านมดิบในพื้นที่ได้ทั้งหมด อีกทั้งยังขาดความรู้เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพนํ้านมดิบส่งผลให้คุณภาพของนํ้านมดิบลดลง ทำให้ผู้รับซื้อนํ้านมดิบกดราคารับซื้อและปฏิเสธที่จะซื้อผลผลิต ดังนั้นกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคมนจึงได้จัดตั้งสหกรณ์โคมนขึ้นเพื่อสร้างอำนาจต่อรองกับผู้รับซื้อนํ้านมดิบ (Prapatigul, 2009) ซึ่งสหกรณ์โคมนขอนแก่น จำกัด ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2527 โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคมนตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เกษตรกรได้รวมตัวกัน

*Corresponding author

E-mail address: buratsakorn_nn@kkumail.com (B. Simrakkaew)

Online print: 29 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.9>

จัดตั้งสหกรณ์โคนมด้วยความร่วมมือจากหลายองค์กรเพื่อส่งเสริมอาชีพ สร้างรายได้ สนับสนุนสินเชื่อการผลิต จัดหาปัจจัยการผลิต โดยเฉพาะการรวบรวมและแปรรูปผลิตภัณฑ์ (Khon Kaen Dairy Cooperative Limited, 2020) จากข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทยจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในช่วงปี พ.ศ.2554 ถึง 2563 ชี้ให้เห็นว่า จำนวนโคนมในจังหวัดขอนแก่นเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.72 และการผลิตนํ้านมดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.93 (Office of Agricultural Economics, 2020) อย่างไรก็ตามยังพบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในจังหวัดขอนแก่นมีต้นทุนการผลิตที่สูง โดยเฉพาะต้นทุนอาหารสัตว์ (Abdugalieva, 2020) เช่นเดียวกับภาพรวมของการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยพบว่า การเลี้ยงโคนมประสบปัญหาในด้านของพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด แหล่งเงินทุน ความรู้ของเกษตรกร และต้นทุนการผลิตซึ่งส่งผลต่อกิจกรรมหลักอื่น ๆ ในฟาร์ม อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมจะทำให้ต้นทุนการผลิตภายในฟาร์มสูงขึ้นทั้งนี้หากไม่สามารถจัดการกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีพอจะทำให้ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อภาระต่อการดำเนินงานภายในฟาร์ม ดังนั้นกระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงมีแนวคิดในการจัดตั้งโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูง ในการจัดตั้งโครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่เป็นสมาชิกในการลดต้นทุนการเลี้ยงโคนมทดแทน โดยระบบการเลี้ยงดูในฟาร์มกลางของสหกรณ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผ่านการจัดการอาหารสัตว์ที่ดี ตลอดจนการสนับสนุนในการซื้อขาย และความยืดหยุ่นในการผลิตที่เพิ่มขึ้น (Centre for Project and Programme Evaluation, 2017) ปัจจุบันมีสหกรณ์โคนมเข้าร่วมโครงการจำนวน 12 แห่ง และสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด ได้เข้าร่วมโครงการเมื่อปี พ.ศ. 2560 (Agriculture Sector Cooperatives and Farmer Groups Development Division of Thailand, 2019)

การเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้ สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด ได้ตระหนักถึงความสำคัญของกิจกรรมอื่น ๆ ภายในฟาร์ม ซึ่งเป็นการของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และมีความตั้งใจที่จะช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงโคนมทดแทน อย่างไรก็ตามการลงทุนนี้มีความท้าทายอย่างยิ่ง เนื่องจากการลงทุนที่มีมูลค่าสูง และเป็นการดำเนินงานระยะยาว นอกจากนี้ในการดำเนินโครงการที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าจำนวนเกษตรกรที่ขายโคนมทดแทนเข้าในโครงการมีแนวโน้มลดลงอีกด้วย (Khon Kaen Dairy Cooperative Limited, 2020) จากข้อมูลดังกล่าวจึงมีความท้าทายกับสหกรณ์อย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการเข้าถึงสมาชิกของสหกรณ์เพื่อเปิดโอกาสให้เกษตรกรสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม ในลักษณะของการร่วมรับรู้ ร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมตัดสินใจ และติดตามผลของโครงการ จึงจะส่งผลให้เกิดการมีส่วนร่วมอย่างมีคุณภาพ (Mettkarunchit, 2010) จากการศึกษาของ Thongdeerawisuraket (2019) อธิบายว่า ปัจจัยด้านการตลาด ปัจจัยด้านกระบวนการบริหารจัดการ และปัจจัยด้านการสนับสนุน

โครงการ ส่งผลต่อการตัดสินใจในการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมระบบเกษตรนาแปลงใหญ่ในจังหวัดกาญจนบุรี นอกจากนี้การศึกษาของ Wichasavat & Sukserm (2015) ยังพบว่า ปัจจัยด้านราคา ด้านการบริหารจัดการตลาด ด้านเทคโนโลยีการผลิต และด้านสังคมวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์กับระดับความสนใจของการตัดสินใจในการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี ในส่วนของการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ ของ Boonwangchuyay (2012) เผยให้เห็นว่า ด้านสายพันธุ์และการผสมพันธุ์ของโคนมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับสภาพถือครองที่ดิน จำนวนโคนม และประสบการณ์ในการฝึกอบรม นอกจากนี้ด้านการป้องกันและการดูแลสุขภาพโคนมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับอายุ จำนวนโคนม และประสบการณ์ในการฝึกอบรมการเลี้ยงโคนม จากการศึกษาการเลี้ยงโคนมของเกษตรกร พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการเลี้ยงโคนมในระดับมากคือ 1) ปัจจัยด้านสุขภาพ 2) ปัจจัยด้านอาหาร 3) ปัจจัยด้านพันธุ์ 4) ปัจจัยด้านโรงเรือน 5) ปัจจัยด้านขนาดของฟาร์ม 6) ปัจจัยด้านการเลี้ยงดู และ 7) ปัจจัยด้านการจัดการบริหารฟาร์ม (Bunyananop, 2011) และการศึกษาของ Chaisombut et al. (2019) แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในธุรกิจเลี้ยงโคนมของเกษตรกร ได้แก่ 1) ปริมาณนํ้านมโคต่อตัว 2) ขนาดฟาร์ม 3) พื้นที่แปลงหญ้าสำหรับเลี้ยงโคนม และ 4) ประสบการณ์ในการเลี้ยงโคนม

จากข้อมูลข้างต้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูงของเกษตรกร ทั้งนี้เพื่อให้สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด สามารถประเมินได้ว่าปัจจัยสำคัญใดที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมเป็นสมาชิกโครงการของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะสามารถขยายผลไปถึงเกษตรกรที่ยังไม่ตัดสินใจเข้าร่วมโครงการได้ อีกด้านหนึ่งคือ ประโยชน์และผลกระทบของโครงการที่มีต่อเกษตรกร ทั้งนี้เพื่อให้สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด สามารถวางแผนการดำเนินโครงการและการเข้าร่วมในโครงการของเกษตรกรในอนาคต ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนเกษตรกรสมาชิก และโคนมทดแทนในโครงการจะส่งผลต่อความเป็นไปได้ของโครงการในระยะยาว

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคครั้งนี้ คือ สมาชิกสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด จำนวน 159 ราย จากประชากรกลุ่มเดียวกันผู้วิจัยใช้สูตรของ Yamane ในการคำนวณ แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของจำนวนเกษตรกรที่สามารถให้ข้อมูลได้ และข้อจำกัดด้านเวลาในการลงพื้นที่รวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างที่ร้อยละ 10 เมื่อแทนที่ค่าในสูตร ขนาดตัวอย่างเป็นดังนี้:

(Yamane, 1970)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

กำหนดให้:

n = Sample size

e = Sampling error

N = population size

$$\text{Sample size (n)} = \frac{159}{1 + 159(0.10)^2}$$

n = 61.39

ผลการคำนวณโดยใช้สูตรเท่ากับ 61.39 ดังนั้นผู้วิจัยจึงสุ่มตัวอย่าง 62 ตัวอย่าง ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับสลากแบบไม่คืนที่ และทำการติดต่อของพื้นที่เก็บข้อมูล ซึ่งเป็นไปตามความสมัครใจของเกษตรกร สำหรับเกษตรกรที่ไม่สะดวกในการให้ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรลำดับถัดไปจนครบตามจำนวน หลังจากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ประกอบด้วยเกษตรกรที่เป็นสมาชิกโครงการ 31 ราย และเกษตรกรที่ไม่เป็นสมาชิกโครงการ 31 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary data) คือ แบบสอบถามเชิงโครงสร้าง (Structured interview) โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งประกอบด้วยคำถามหลายข้อ ส่วนแรกเกี่ยวกับข้อมูลทางสังคมและประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่สองเป็นข้อมูลการจัดการฟาร์มโคนม ส่วนที่สามเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าร่วมโครงการ ซึ่งปัจจัยที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาครั้งนี้มี 7 ด้าน จำนวนทั้งสิ้น 15 ปัจจัย ในส่วนนี้มีลักษณะคำถามเป็นปลายปิดแบบ Likert scale มีตัวเลือก 5 ระดับคือ มีผลมากที่สุด (5) มีผลมาก (4) มีผลปานกลาง (3) มีผลน้อย (2) และไม่มีผล (1) (Likert, 1932) ส่วนสุดท้ายเป็นปัญหาและข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาโครงการธนาคารโคมนทดแทนฝูง สำหรับการรวบรวมข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary data) เป็นข้อมูลช่วยสนับสนุนให้การศึกษาในครั้งนี้ได้ผลวิจัยที่สมบูรณ์โดยการรวบรวมเอกสารต่าง ๆ เช่น งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีและแนวคิดในด้านการเลี้ยงโคนมทดแทน เอกสารที่ได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เพื่อให้ได้ข้อมูลจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และจำนวนเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของโครงการ

หลังจากได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์และประมวลผลโดยโปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ (SPSS) ซึ่งใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อบรรยายผลข้อมูลสภาพสังคมของผู้ตอบแบบสอบถามรวมถึงระบบฟาร์มโคนม โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล

แบบกลุ่มและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ซึ่งการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลแบบกลุ่มโดยใช้การทดสอบ Chi-square ประกอบด้วยตัวแปร เพศ กลุ่มอายุ สถานภาพสมรส ความสัมพันธ์กับหัวหน้าครอบครัว การศึกษาสูงสุด อาชีพหลัก อาชีพรอง ระบบฟาร์มโคนม ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ใช้การทดสอบ Independent t-test ประกอบด้วยตัวแปร ขนาดครัวเรือน ประสิทธิภาพการเลี้ยงโคนม จำนวนสัตว์ในฟาร์ม แรงงานในฟาร์มโคนมทั้งหมด และจำนวนโคนมคัดทิ้ง สถิติที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สมมติฐานครั้งนี้คือ T-test เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวแปรอิสระของปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคมนทดแทนฝูง กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เกษตรกรที่เป็นสมาชิกของโครงการและเกษตรกรที่ไม่เป็นสมาชิกของโครงการ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ T-test โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทีละระดับ $p < 0.05$ เพื่อให้เข้าใจความแตกต่างในการรับรู้ถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการของเกษตรกรทั้งสองกลุ่ม จากวรรณกรรมที่ได้ศึกษาข้างต้น ปัจจัยที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาครั้งนี้มี 7 ด้าน จำนวนทั้งสิ้น 15 ปัจจัย โดยมีการตั้งสมมติฐานในการศึกษาดังนี้:

- H1: ปัจจัยด้านสายพันธุ์โคนมส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการแตกต่างกัน
- H2: ปัจจัยด้านสุขภาพของโคนมส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการแตกต่างกัน
- H3: ปัจจัยด้านโรงเรือนและระบบรีดนมส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการแตกต่างกัน
- H4: ปัจจัยทางเศรษฐกิจส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการแตกต่างกัน
- H5: ปัจจัยด้านความรู้ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการแตกต่างกัน
- H6: ปัจจัยด้านการจัดการฟาร์มส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการแตกต่างกัน
- H7: ปัจจัยด้านการดำเนินงานของโครงการส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการแตกต่างกัน

ผลการวิจัย

จากเกษตรกรตัวอย่าง 62 ราย ที่ได้ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม ในส่วนที่หนึ่ง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 46–55 ปี อยู่ในสถานภาพสมรส ร้อยละ 98.60 และร้อยละ 41.90 เป็นหัวหน้าครอบครัว ระดับการศึกษาสูงสุด คือ ประถมศึกษาร้อยละ 50.00 และขนาดครัวเรือนเฉลี่ย 4.95 คนต่อครัวเรือน อาชีพหลักส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงโคนม ร้อยละ 98.40 โดยมีประสิทธิภาพการทำฟาร์มโคนมเฉลี่ย 18 ปี และอาชีพรอง ได้แก่ ปลูกข้าว ร้อยละ 54.80 ส่วนที่สอง ลักษณะฟาร์มและการ

จัดการฟาร์ม แสดงให้เห็นว่า ร้อยละ 88.70 เป็นฟาร์มโคนมแบบ
ถึงเดี่ยว โดยมีจำนวนโคทั้งหมดโดยเฉลี่ยต่อฟาร์ม 67.70 ตัว จำแนก
ตามประเภทดังนี้ 1) โครีดนม 29.20 ตัว 2) โคพักรีด 5.12 ตัว 3) โค
ท้อง 4.65 ตัว 4) โคสาวอายุเกิน 1 ปี 8.78 ตัว 5) โครุ่น 7.28 ตัว 6)
ลูกโค 11.82 ตัว ด้านการจัดการแรงงาน พบว่า แรงงานเฉลี่ย 3.23
คนต่อฟาร์ม โดย 2.84 คนเป็นแรงงานในครัวเรือน นอกจากนั้นเป็น
แรงงานจ้างเต็มเวลาและแรงงานชั่วคราว การคัดโคนมออกจากฝูง
พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการคัดโคนม ร้อยละ 93.50 โดยมีโคนม
คัดทิ้งเฉลี่ย 6.70 ตัวต่อปี การทดสอบความแตกต่างในลักษณะทาง
ประชากรและสังคมของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสองกลุ่มโดยใช้สถิติ
Chi-square และ Independent t-test พบว่า ประสิทธิภาพการ

เลี้ยงโคนมระหว่างเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของโครงการและเกษตรกร
ที่ไม่เป็นสมาชิกของโครงการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ($p < 0.05$) โดยเกษตรกรที่เป็นสมาชิกโครงการมีประสิทธิภาพ
การเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 20.13 ปี ในขณะที่เกษตรกรที่ไม่เป็นสมาชิกของ
โครงการมีประสิทธิภาพการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 15.68 ปี ด้านอื่น ๆ
ของลักษณะทางสังคมและประชากรของเกษตรกรทั้งสองกลุ่มไม่พบ
ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรเป็นกลุ่ม
ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ในส่วนความแตกต่างใน
ลักษณะฟาร์มและการจัดการฟาร์มของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสอง
กลุ่ม พบว่า มีจำนวนโคนมคัดทิ้งที่แตกต่างกันเล็กน้อย ส่วนด้าน
อื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Project members and non-project members of dairy cow bank project's profile

Socio-Demographic	Unit	Overall (n=62)	Test of difference ^a
Gender	percentage		0.000
Male		45.2	
Female		54.8	
Age group	percentage		3.472
Less than 35 years old		11.3	
36 – 45 years old		22.6	
46 – 55 years old		53.2	
Over 56 years old		12.9	
Marital status	percentage		2.000
Single/Never married		1.6	
Married		96.8	
Divorced/separated		1.6	
Relationship with the head of the household	percentage		3.151
Head of the family		41.9	
wife / husband		38.7	
Son / daughter		16.1	
Son / daughter-in-law		3.2	
Highest education	percentage		1.109
Primary school		50.0	
Secondary school		33.8	
Vocational training		9.7	
Bachelor degree		6.5	
Household size	person	4.95	-0.264
Main occupation	percentage		1.016
Dairy farm		98.4	
Rice		1.6	
Secondary occupation	percentage		2.210
Dairy farm		1.6	
Rice		54.8	
Other crops		16.1	
Private business		6.5	
Not respond		21.0	
Dairy farming experience	years	17.91	2.429**
Dairy farm characteristics	percentage		0.161
Traditional farm		88.70	
Modern farm		11.30	

Socio-Demographic	Unit	Overall (n=62)	Test of difference ^a
Total number of farm animals	heads	67.07	1.231
Milking cows		29.20	
Dry cows		5.12	
Heifers (pregnant)		4.65	
Heifers (age over 1 year, not pregnant)		8.78	
Young cattle (age 6 months to 1 year)		7.28	
Calves (age 1 month to 6 months)		11.82	
Total labor on a dairy farm	person	3.26	1.553
Household labor		2.84	
Full-time labor		0.13	
Temporary labor		0.26	
Dairy cow culling	percentage		1.069
Yes		93.50	
No		6.50	
Number of dairy cows culled	heads	6.70	1.987*

^a Test of differences among farmers participating and not participating in dairy cow bank project and socio-demographic of the farmers based on chi-square and independent t-test; * significant at $p < 0.1$, **significant at $p < 0.05$, and *** significant at $p < 0.01$.

Table 2 Ranking of factors affecting participation in dairy cow bank project

Factors affecting project participation	Project members (n = 31)			Non-project members (n = 31)			Test of difference ^a
	Mean	SD	Rank	Mean	SD	Rank	
Cow breed (CB)							
1. Selecting breeds from standard farms and selecting poor-appearance dairy cows from the herd (CB-SL)	3.19	1.223	(3)	2.13	0.763	(14)	4.112***
Cow health (CH)							
2. Managing good dairy health (CH-HEA)	2.26	1.125	(8)	2.23	0.884	(9)	0.126
3. Prevention and control of disease (CH-DIS)	2.19	1.078	(11)	2.35	0.755	(4)	-0.683
Cow stall and milking system (SS)							
4. Houses suitable for the number of dairy cows (SS-HOU)	2.77	1.741	(5)	2.29	0.973	(6)	1.344*
5. The integrity and availability of farm equipment (SS-EQU)	2.16	1.186	(12)	2.23	0.762	(10)	-0.255
6. The efficiency of the milking system (SS-SYS)	2.19	1.376	(9)	2.26	0.965	(8)	-0.214
Economic (ECO)							
7. Having a better farm economy (ECO-ECO)	3.06	1.237	(4)	2.29	1.006	(5)	2.704***
Knowledge (KN)							
8. Good knowledge of artificial insemination and dairy breeding (KN-IVF)	2.19	1.138	(10)	2.13	1.118	(13)	0.225
9. General knowledge of dairy farm standards (KN-STA)	2.39	1.358	(7)	2.45	0.995	(3)	-0.213
10. Basic knowledge in animal health care (KN-HEA)	2.10	1.136	(13)	2.23	0.762	(11)	-0.525
Farm management (MA)							
11. Labor management (MA-LAB)	1.94	1.031	(14)	2.19	1.108	(12)	-0.949
12. Feed and water management (MA-F&W)	1.90	1.136	(15)	1.84	0.735	(15)	0.266
Operation of a project (OP)							
13. Public relations and dissemination of the project to farmers (OP-PUB)	4.10	1.012	(1)	2.26	1.210	(7)	6.490***
14. Work of staff involved in the project (OP-WO)	3.35	0.990	(2)	2.74	0.934	(1)	2.318**
15. Regulations and conditions for participation and sale of calves in the project (OP-RE)	2.65	1.142	(6)	2.58	1.057	(2)	0.231

^a Test of differences in factors affecting project participation between farmers, participants, and non-participants based on chi-square and independent t-test; * significant at $p < 0.1$, **significant at $p < 0.05$, and *** significant at $p < 0.01$.

ในส่วนที่สาม การทดสอบความแตกต่างของปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคณมทดแทนฝูงของเกษตรกรสองกลุ่ม ผู้วิจัยใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Independent t-test ในการทดสอบนี้ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านสายพันธุ์โคนม (CB-SL) ระหว่างเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของโครงการและเกษตรกรที่ไม่เป็นสมาชิกของโครงการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p < 0.01$) การศึกษายังพบว่า ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ (ECO–ECO) ระหว่างเกษตรกรทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ ปัจจัยด้านการดำเนินโครงการมีผลต่อการเข้าร่วมโครงการแตกต่างกัน โดยปัจจัยด้านการประชาสัมพันธ์และการเผยแพร่โครงการ (OP–PUB) ระหว่างเกษตรกรทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และปัจจัยด้านการทำงานของเจ้าหน้าที่ในโครงการ (OP–WO) ระหว่างเกษตรกรทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงใน Table 2

สำหรับส่วนที่สี่ จากผลการศึกษาโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูง ผู้วิจัยได้พบปัญหาในการดำเนินโครงการ ดังนี้

1. โครงการประสบปัญหากระบวนการเลี้ยงในระยะแรก ทำให้โคนมทดแทนที่เข้าร่วมโครงการมีน้ำหนักเกิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผสมเทียมในภายหลัง
2. จำนวนเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการลดลง อาจส่งผลกระทบต่อจำนวนโคนมทดแทนของโครงการในอนาคต จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรหลายรายหยุดการส่งลูกโคนมเข้าร่วมโครงการ เป็นสาเหตุอันเนื่องมาจาก ลูกโคนมที่เข้าร่วมในระยะแรกมีปัญหา และราคาโคนมทดแทนที่เกษตรกรซื้อกลับมีราคาสูงกว่าท้องตลาด
3. เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ทราบรายละเอียดของโครงการ
4. จำนวนเจ้าหน้าที่ในฟาร์มกลางมีไม่เพียงพอ ทำให้เกิดความกังวลว่างานในฟาร์มจะไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากโคนมทดแทนที่มีจำนวนมาก และจำนวนเจ้าหน้าที่โครงการที่มีอย่างจำกัด ทำให้ขาดการสื่อสารกับเกษตรกรเจ้าของโคนมทดแทน

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีปัจจัยสามด้านซึ่งมีผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูงของเกษตรกรทั้งสองกลุ่มซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประกอบด้วย

- 1) ปัจจัยด้านสายพันธุ์โคนม โดยโครงการมีการคัดเลือกพันธุ์โคนมทดแทนที่ดี และจะส่งผลต่อเกษตรกรที่ให้ความสำคัญกับการคัดเลือกโคนมอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาของ Bunyamanop (2011) ที่รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการเลี้ยงโคนมในระดับมาก คือ ปัจจัยด้านพันธุ์โคนม เช่นเดียวกับ Boonwangchuay (2012) กล่าวว่า ปัจจัยด้านพันธุ์และการผสมพันธุ์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับด้านอื่น ๆ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในอำเภอแม่ฮ่องสอน จังหวัดเชียงใหม่
- 2) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระบบการซื้อขายโคนมทดแทนของโครงการเป็นการผ่อนชำระ การมีเศรษฐกิจฟาร์มที่ดีขึ้นจะทำให้ฟาร์มมีสภาพคล่องในการชำระเงิน และทำให้เกษตรกรสามารถจัดการในเรื่องของรายได้และค่าใช้จ่ายภายในฟาร์ม

ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับการรายงานผลการวิจัยของ Thongdeerawisuraket et al. (2019) ที่อธิบายไว้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จของธุรกิจฟาร์มโคนม คือ ผลผลิตน้ำนม ซึ่งทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การศึกษาของ Wichasavat & Sukserm (2015) ยังพบว่า ปัจจัยด้านราคามีความสัมพันธ์กับระดับความสนใจของการตัดสินใจรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี

3) ปัจจัยด้านการดำเนินโครงการ ปัจจัยนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูงของเกษตรกร เพราะนอกจากการรับรู้ที่ดีและถูกต้องเกี่ยวกับโครงการแล้ว การทำงานของเจ้าหน้าที่ในโครงการยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพของโคนมทดแทนและผลการปฏิบัติงานจริง ในทางเดียวกันผลการวิจัยของ Thongdeerawisuraket (2019) แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยกระบวนการจัดการและปัจจัยสนับสนุนโครงการส่งผลการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรในจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งในการเปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่เป็นสมาชิกของโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูงส่วนใหญ่แย้งว่า ปัจจัยเหล่านี้ไม่ได้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการ นอกจากนี้เกษตรกรไม่ได้รับทราบถึงระบบการเลี้ยงโคนมทดแทนของฟาร์มกลาง จึงส่งผลให้เกษตรกรไม่มีความเชื่อมั่นในการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูงของสมาชิกสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด โดยมีเกษตรกรตัวอย่าง 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรที่เป็นสมาชิกของโครงการ 31 ราย และเกษตรกรที่ไม่เป็นสมาชิกของโครงการ 31 ราย ได้ศึกษาปัจจัยทั้งหมด 7 ด้าน รวมทั้งสิ้น 15 ปัจจัย พบว่า ปัจจัยด้านสายพันธุ์โคนม ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ และ ปัจจัยด้านการดำเนินงานของโครงการ ของเกษตรกรทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเกษตรกรให้ความสำคัญปัจจัยด้านการดำเนินงานของโครงการมากที่สุด ดังนั้น สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญในระบบการเลี้ยง และการจัดการด้านอาหาร ซึ่งจะทำให้สหกรณ์ สามารถแก้ปัญหาราคาโคนมทดแทนที่สร้างความกังวลในการตัดสินใจเข้าร่วมในโครงการของเกษตรกรได้ รวมไปถึงการให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านสายพันธุ์โคนม และปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ที่สหกรณ์สามารถส่งเสริมและหาแนวทางในการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรมีความสามารถในการซื้อโคนมทดแทนในโครงการได้ และนอกจากนี้การประชาสัมพันธ์โครงการทำให้เกษตรกรผู้ที่สนใจรับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการดียิ่งขึ้น ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งผลต่อจำนวนสมาชิกจำนวนโคนมทดแทน และความเป็นไปได้ของโครงการในอนาคต

References

- Abdugalieva, A. (2020). *Wirtschaftlichkeit der milchproduktion in der region Khon Kaen, Thailand, Chancen und Risiken*. (Master's thesis). Freising. Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences.
- Agriculture Sector Cooperatives and Farmer Groups Development Division of Thailand. (2019). *Manual for driving agricultural product bank operations*. Bangkok: Cooperative Promotion Department. (in Thai)
- Boonwangchuay, J. (2012). *Effective adoption factions of dairy production technology of farmers in Mae-on, Chiangmai*. (Master's thesis). Chiang Mai. Maejo University.
- Bunyananop, V. (2011). *Factors affecting success of dairy cattle farmers: A case study on members of Sikhui cooperative limited*. (Master's thesis). Bangkok. Kasetsart University.
- Centre for Project and Programme Evaluation. (2017). *Assessment of the dairy cow bank project 2016 – 2017*. Bangkok: Office of Agricultural Economics.
- Chaisombut, P., Hanmontree, R., Rapankum, N., Lertjunthuk, L., & Srilapat, C. (2019). Factors affecting success in dairy farming business of farmers in Sakon Nakhon Province. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(1), 863–870. (in Thai)
- Dairy Farming Promotion Organization of Thailand (DPO). (2019). *Annual report 2019*. Bangkok: Dairy Farming Promotion Organization. (in Thai)
- Khon Kaen Dairy Cooperative Limited. (2020). *Accounting annual report ending 31 December 2020*. Khon Kaen: Khon Kaen Dairy Cooperative Limited. (in Thai)
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1–55.
- Mettkarunchit, M. (2010). *Participatory education management: people, local administrative organizations and government*. (2nd ed.). Bangkok: Bookpoint. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2020). *Agricultural statistics of Thailand 2020*. Bangkok: Office of Agricultural Economics. (in Thai)
- Prapatigul, P. (2009). *Dairy farmers? satisfaction with dairy cooperative operation in upper Northern Thailand*. (Doctor's thesis). Chiang Mai. Chiang Mai University.
- Thongdeerawisuraket, P. (2019). Factors encouraging the participation of farmers converting agricultural land in Kanchanaburi. *Journal of Kanchanaburi Rajabhat University*, 8(1), 107–117. (in Thai)
- Wichasavat, P., & Sukserm, T. (2015). Factors Influencing the interesting level of the decision making of the egg producing chicken farmers group in Ubon Ratchathani Province. *Journal of Graduate School, Pitchayatat*, 10(1), 35–44. (in Thai)
- Yamane, T. (1970). *Statistics—an introductory analysis* (2nd ed.). Tokyo: John Weather Hill, Inc.

Research article

Factors affecting the participation in dairy cow bank project of Khon Kaen dairy cooperative limited's members

Buratsakorn Simrakkaew*

**Program in Agribusiness, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Mueang, Khon Kaen, 40002*

ARTICLE INFO

Article history

Received: 24 March 2022

Revised: 12 June 2022

Accepted: 13 June 2022

Online published: 29 June 2022

Keyword

Replacement heifer

Dairy cow bank project

Khon Kaen Dairy Cooperative Limited

ABSTRACT

The purposes of this research were to investigate factors that affect the participation in the dairy cow bank project of Khon Kaen Dairy Cooperative Limited's members and to study the obstacles to operating a dairy cow bank project of Khon Kaen Dairy Cooperative Limited by applying Simply Random Sampling 62 farmers, which can be separated into 31 project members, while the other 31 farmers who did the surveys were random farmers who were not a part of the project. Data were collected through structured questionnaire interviews. The information collected has been analyzed using a statistical package known as SPSS, which is used to calculate frequency, percentage, mean, and standard deviation. The comparison between the differences in group data was done using the Chi-square test. A hypothesis test that helps with analyzing the process of the differences in means between independent variables of the factors that affect the participation of the farmers (t-test) with statistical significance in data analysis at $p < 0.05$. The result of the hypothesis test for the factors that affect the participation of the farmers in the project found that there are differences in the cow breed, the economy, and the operation of a project. The difference between the two groups of farmers was significant at $p < 0.01$. Additionally, the work of the staff involved in a project between the farmers of two groups was significantly different at $p < 0.05$. The operation of the project in the past showed that the project faced some obstacles, which were management issues, a lack of quality in the raising system, and a lack of manpower. Therefore, cooperatives must develop an efficient heifer raising system in the project to make farmers more interested in participating in the project, which will affect the feasibility of future projects.

*Corresponding author

E-mail address: buratsakorn_nn@kkumail.com (B. Simrakkaew)

Online print: 29 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.9>



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน

รัชชน ศรีประโชติ* วิธณ ขจรโมทย์ สุนันทา กลิ่นถาวร และ ณัฐพงษ์ พันธุ์มณี

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 4 สิงหาคม 2564

แก้ไข: 24 กุมภาพันธ์ 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 13 มิถุนายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 29 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

แอปพลิเคชัน

กิจกรรมการเรียนรู้

ชุมชนบ้านเชียงเหียน

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาแอปพลิเคชัน กิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชัน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และบุคคลทั่วไปที่สนใจในแอปพลิเคชัน จำนวน 30 คน ที่คัดเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลจากการวิจัย พบว่า ได้แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน ที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับชุมชนบ้านเชียงเหียน ได้จริง โดยแอปพลิเคชันมีการให้บริการ 4 ส่วน ได้แก่ เกมตอบคำถาม สแกนคิวอาร์โค้ด ประวัติป่าบ้านเชียงเหียน และ แผนที่ป่าบ้านเชียงเหียน ซึ่งมีความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$) และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.48$)

บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาททางด้านการจัดการศึกษามากขึ้นมีการนำเทคโนโลยีและความทันสมัยของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาใช้ในการส่งเสริมการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ (Tianthong, 2002) ในปัจจุบันมีช่องทางในการศึกษาที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะแอปพลิเคชัน (application) สื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคนิคทางด้านการพัฒนาสื่อการสอนกลายมาเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งาน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน หรือเป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ได้ ซึ่งปัจจุบันนี้แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา กำลังมีบทบาทและความสำคัญในการเรียนการสอนนักเรียน รวมทั้งรัฐบาลไทยมีนโยบายส่งเสริมการใช้สื่อสมัยใหม่ ในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและนักศึกษา (Damjub, 2019)

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาใช้ในชีวิตประจำวัน และที่สำคัญเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผล

ต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก ทำให้รูปแบบการศึกษาเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เกิดการพัฒนาการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการนำสื่อทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งนับว่าเป็นวิธีการสร้างความรู้ และพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Phungnam & Watjana, 2020) การสร้างสรรค์ในการพัฒนาการสอนอย่างมีประสิทธิภาพในแต่ละบริบทต้องอาศัยเครื่องมือเพื่อเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกได้แก่ แอปพลิเคชันคือโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ที่จะสามารถเป็น ผู้ช่วยผู้สอน อำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนในการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้วิถีใหม่ ในปัจจุบันชุมชนบ้านเชียงเหียน ตำบลเขวา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เป็นชุมชนที่มีชื่อเสียงในเรื่องสมุนไพรและสร้างรายได้ให้หมู่บ้านในแต่ละปีเป็นจำนวนมากซึ่งมาจากการนำสมุนไพรไปจำหน่าย โดยการจำหน่ายสมุนไพรมีมานานตั้งแต่ตั้งชุมชนบ้านเชียงเหียน คนในชุมชนจะเป็นผู้ออกเดินทางไปจำหน่ายสมุนไพรทั่ว

*Corresponding author

E-mail address: ratchanon.s@cs.rmu.ac.th (R. Sriprachot)

Online print: 29 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.10>

ประเทศ สมุนไพรนำไปจำหน่ายได้จากทรัพยากรในป่าที่อยู่รอบหมู่บ้านเป็นหลักแต่ไม่มีการปลูกทดแทน หรือการอนุรักษ์พืชสมุนไพรทำให้ในปัจจุบันมีปริมาณสมุนไพรลดลงเมื่อเทียบกับอดีต อีกทั้งสมุนไพรบางชนิดสูญหายไปจากพื้นที่ป่าทำให้ชาวบ้านที่มีอาชีพจำหน่ายสมุนไพรต้องสั่งซื้อสมุนไพรจากที่อื่นเพื่อนำไปจำหน่ายต่อ อย่างไรก็ตามอาชีพการจำหน่ายสมุนไพรเป็นอาชีพที่สามารถสร้างรายได้แต่หากมีการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรโดยการเก็บมาขายเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีความตระหนักถึงการปลูกทดแทนหรือการฟื้นฟูอนุรักษ์สมุนไพร ย่อมส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิต (Chanaboon & Thongnate, 2009) จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาเกิดจากคนในชุมชนขาดความรู้และเข้าใจคุณค่าของป่าไม้ในชุมชนขาดความตระหนักในการรักษา อนุรักษ์ไว้ให้อยู่คู่ชุมชนในอนาคตซึ่งสามารถก่อให้เกิดผลกระทบทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดจัดทำแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชน ณ บ้านเชียงเหียนเพื่อใช้ในการเรียนรู้และช่วยในการศึกษาใช้ป่าบ้านเชียงเหียน ทำให้คนในชุมชน หรือผู้ที่สนใจได้เข้ามาศึกษาเรียนรู้ของป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน โดยการสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านแอปพลิเคชัน ของต้นไม้ ต้นนั้น ๆ ที่ติดอยู่ตามต้นไม้ เพื่อจะรับวิดีโอความรู้และความเข้าใจของต้นไม้ และยังมีเกมส์ให้ทดสอบความรู้ของตัวเองผ่านแอปพลิเคชัน และช่วยให้เกิดจิตสำนึกในการรักษาป่า และเข้าใจคุณค่าของป่าไม้ในชุมชนให้คงอยู่ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน ตามแนวคิดวัฏจักรการพัฒนาแบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน (Iamsirirong, 2012) ดังนี้

1. กำหนดปัญหา (Problem Definition) ศึกษาเอกสารบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งความต้องการจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตของประเด็นปัญหา (Figure 1) และศึกษาองค์ประกอบของแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน

จาก Figure 1 แสดงถึงปัญหาของป่าบ้านเชียงเหียน มีกระบวนการทำงานที่ล่าช้าขาดเทคโนโลยีและความทันสมัย จึงจำเป็นต้องมีแอปพลิเคชันข้อมูลโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเข้ามาในการพัฒนาป่าบ้านเชียงเหียน

2. วิเคราะห์ (Analysis) นำข้อมูลได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ โดยการรวบรวมและวิเคราะห์รายละเอียดของข้อมูล พัฒนาเป็นแบบจำลองลอจิกัล (Logical Model) เพื่อนำมาเป็นตัวแบบในการกำหนดองค์ประกอบของแอปพลิเคชัน รวมถึงการวิเคราะห์ทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ที่จะนำมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาด้วย

3. ออกแบบ (Design) นำข้อมูลได้จากขั้นตอนที่ 2 มาเป็นแนวทางในการออกแบบ โครงสร้างของแอปพลิเคชันหน้าจอของแอปพลิเคชัน (Figure 2) ทั้งในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Figure 3) พร้อมทั้งออกแบบการเชื่อมโยงข้อมูลของแอปพลิเคชัน (Figure 4)

4. พัฒนา (Development) พัฒนาแอปพลิเคชันตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ และพัฒนาเครื่องมือประกอบการวิจัย ซึ่งได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียนพร้อมทั้งหาคุณภาพของเครื่องมือ

5. ทดสอบ (Testing) นำแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียนที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้งานโปรแกรมจำนวน 3 ท่าน เพื่อสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้าน เชียงเหียน

6. ติดตั้ง (Implementation) ทำการติดตั้งแอปพลิเคชันและทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่ได้คัดเลือกโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เพื่อสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน

7. บำรุงรักษา (Maintenance) ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดของแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้าน เชียงเหียนที่เกิดขึ้นหลังจากการทดลองใช้งาน

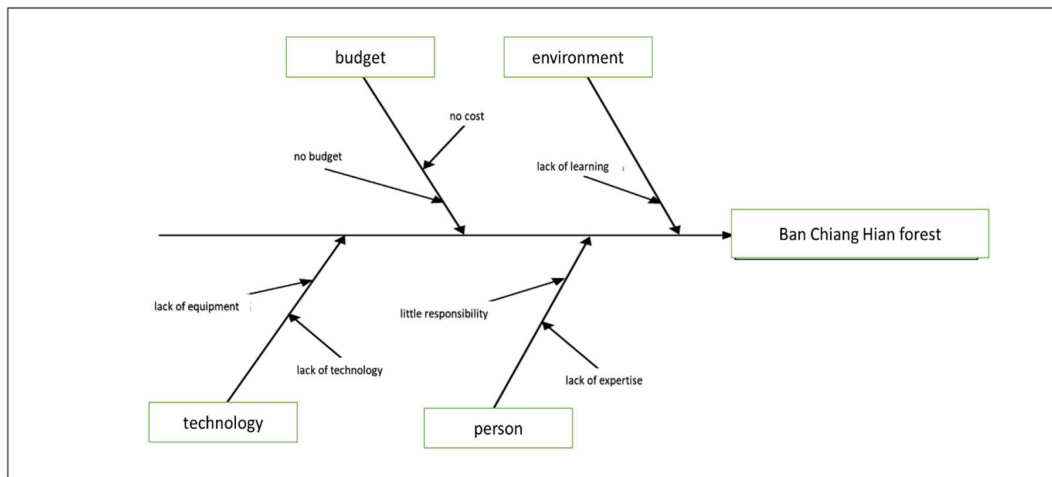


Figure 1 Fishbone layout, problems of Ban Chiang Hian forest



Figure 2 Logo design

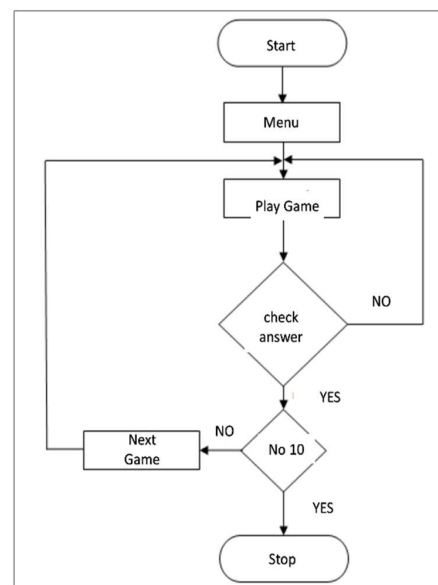


Figure 3 Games flowchart

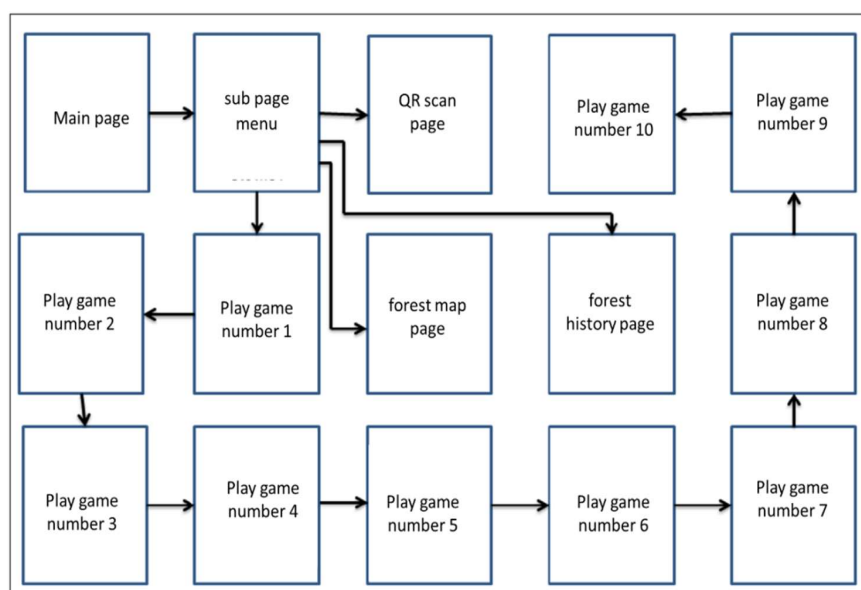
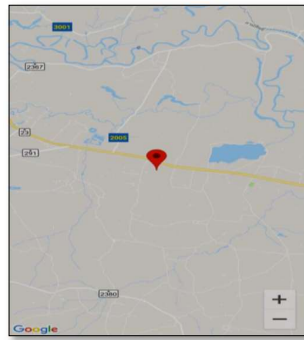


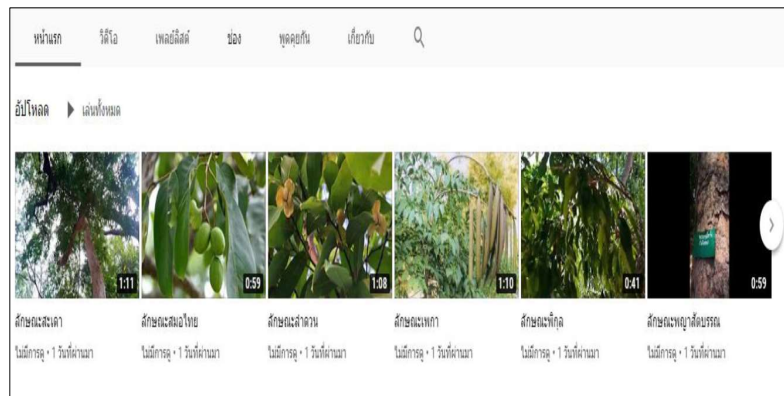
Figure 4 Application flow frame design



a) Screen display of forest location



b) QR code



c) Video on Youtube

Figure 5 Example screen application of Ban Chiang Hian community forest learning activity

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นบุคคลทั่วไปที่สนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับป่าบ้านเชียงเหียนผ่านแอปพลิเคชัน จำนวน 30 คน ที่คัดเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน

2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชัน

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน

2. ตัวแปรตาม คือ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชัน และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน แอปพลิเคชัน การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistical Package for Social Science (SPSS) ทำการวิเคราะห์ผลของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และความพึงพอใจด้วยค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน พบว่า ได้แอปพลิเคชัน กิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน ที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับชุมชนบ้านเชียงเหียนได้จริงดังรูป (Figure 5) โดยแอปพลิเคชันมีการให้บริการ 4 ส่วน ได้แก่ 1) เกมสตอบคำถาม 2) สแกนคิวอาร์โค้ด 3) ประวัติป่าบ้านเชียงเหียน และ 4) แผนที่ป่าบ้านเชียงเหียน

2. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน จาก Table 1 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการประเมินที่ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันที่มีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเท่ากับระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$) ได้แก่ ความถูกต้องในการสแกนคิวอาร์โค้ด ความถูกต้องในการแสดงประวัติป่า และความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน จาก Table 2 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันโดยรวมอยู่ในระดับมาก

($\bar{X}$ = 4.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการประเมินที่มีความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ข้อความในแอปพลิเคชันถูกต้องตามหลักภาษา และไวยากรณ์ ($\bar{X}$ = 4.87) การจัดลำดับเป็นขั้นตอน มีความต่อเนื่อง ($\bar{X}$ = 4.83) การจัดรูปแบบในแอปพลิเคชันง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน ($\bar{X}$ = 4.63) ความถูกต้องในการเชื่อมโยงภายในแอปพลิเคชัน ($\bar{X}$ = 4.63) ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายได้ ($\bar{X}$ = 4.60) การเล่นเกมในแอปพลิเคชันใช้งานง่าย ($\bar{X}$ = 4.57) สีสันในการออกแบบของแอปพลิเคชันมีความเหมาะสม ($\bar{X}$ = 4.57) และขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษรมีความสวยงาม ($\bar{X}$ = 4.53)

Table 1 Opinions of experts on the application to community forest learning activities at Ban Chiang Hian

Evaluation details	$\bar{X}$	S.D.	Satisfaction level
1. System capability	4.33	0.58	More
2. The ability to play games and answer questions	4.67	0.58	Most
3. The ability of the system to turn on-off	4.33	0.58	More
4. QR code scanning accuracy	5.00	0.00	Most
5. Accuracy in listing information	4.67	0.58	Most
6. Accuracy in showing forest history	5.00	0.00	Most
7. The accuracy of entering the map	4.33	0.58	More
8. The accuracy of the results obtained from the assessment	4.67	0.58	Most
9. The ease of use of the system	4.33	0.58	More
10. Appropriate for choosing the font size on the screen	4.67	0.58	Most
11. Appropriate use of the colors of text and images	4.00	1.00	More
12. appropriateness of use of the text symbol or picture	4.67	0.58	Most
13. The same standardization in the design of the image screen	4.33	0.58	More
14. Appropriate placement of components on the monitor	5.00	0.00	Most
15. The vocabulary used by users is familiar and easy to follow	4.67	0.58	Most
Overall	4.58	0.58	Most

Table 2 Satisfaction of users of the application to community forest learning activities at Ban Chiang Hian

Evaluation details	$\bar{X}$	S.D.	Satisfaction level
1. It is clear and accurate in the preparation of the application page	4.30	0.47	More
2. Easy to use in-app game play	4.57	0.50	Most
3. The app is easy to use	4.27	0.45	More
4. Step-by-step sequencing continuity	4.83	0.38	Most
5. They are categorized to make them easier to understand.	4.47	0.51	More
6. The text in the application is linguistically and grammatically correct	4.87	0.35	Most
7. Content and images are consistent	4.30	0.47	More
8. The formatting in the application is easy to read and use	4.63	0.49	Most
9. The report page is beautiful. modern, interesting	4.33	0.48	More
10. The colors in the design of the application are appropriate	4.57	0.50	Most
11. The background color and text color are appropriate for reading	3.93	0.78	Moderate
12. The font size and the font style are beautiful	4.53	0.51	Most
13. It has the speed of displaying images, characters and information	4.37	0.85	More
14. Illustrations can convey meaning	4.60	0.50	Most
15. The validity of links within the application	4.63	0.49	Most
Overall	4.48	0.57	More

วิจารณ์ผลการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ได้แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน ที่ส่งเสริมให้คนในชุมชนเกิดจิตสำนึกในการรักษาป่า และเข้าใจคุณค่าของป่าไม้ในชุมชน และสามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับชุมชนบ้านเชียงเหียนได้จริง

โดยมีความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันโดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับ Sanee & Poolsuwan (2019) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันการจำแนกขยะเพื่อส่งเสริมสิ่งแวดล้อมสำหรับแม่บ้านที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

จัดจ้างจากหน่วยงานภายนอก ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการจำแนกขยะเพื่อส่งเสริมสิ่งแวดล้อมสำหรับแม่บ้านที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาจัดจ้างจากหน่วยงานภายนอกโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ยังสอดคล้อง Abdullatif (2021) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การเสริมแอปพลิเคชันการเรียนการสอนเชิงรุก สำหรับบุคลากรครูเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านสมรรถนะหลักของนักศึกษาอาชีวศึกษา วิทยาลัยการอาชีพปัตตานีพบว่า ภาพรวมของการประเมินสมรรถนะหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันการเรียนการสอนเชิงรุกสำหรับบุคลากรครูเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านสมรรถนะหลักของนักศึกษาอาชีวศึกษาเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย เรื่อง แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน พบว่าได้แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียนที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับชุมชนบ้านเชียงเหียนได้จริง โดยแอปพลิเคชันมีการให้บริการ 4 ส่วน คือ เกมสืบทอดคำถาม สแกนคิวอาร์โค้ด ประวัติป่าบ้านเชียงเหียน และแผนที่ป่าบ้านเชียงเหียน

References

Abdullatif, K. (2021). *The addition of active learning applications for google classroom to increase the efficiency of the core competencies for vocational students: A case study of Pattani industrial and community education college*. (Master's thesis).

Songkla. Prince of Songkla University.

Chanaboon, T., & Thongnate, W. (2009). *Planting forest building medicine for the community*. Bangkok : Usa Printing Co., Ltd. (in Thai)

Danjab, W. (2019). Social media for teaching and learning in the 21st century. *Journal of Liberal Arts Maejo University*, 7(2), 143-159. (in Thai)

Iamsiriwong, O. (2012). *System analysis and design*. Bangkok: SE-ED publisher. (in Thai)

Phungnam, B., & Watjana, A. (2020). *Grade 10 students' learning results with applications for self-learning on a smartphone in computational science at Tokpromwitthayakham School Chantaburi*. Paper presented at the 7th National conference, Nakhonratchasima college, Nakhonratchasima, Thailand. (in Thai)

Sanee, K., & Poolsuwan, S. (2019). *Waste-segregation application software development for promoting environment of the outsourced housekeepers at Suan Sunandha Rajabhat University*. Paper presented at the 2nd National academic conference on humanities and social sciences, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Tianthong, M. (2002). *Courseware design and development for CAI*. Bangkok: Department of computer education King Mongkut's University of Technology Thonburi.

Research article

Application to community forest learning activities at Ban- Chiang-Hian

Ratchanon Sriprachot* Withamon Khajonmote Sunantha Klinthaworn
and Natthapong Panmanee

*Program in Computer Technology, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Mueang, Maha Sarakham, 44000*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 4 August 2021

Revised: 24 February 2022

Accepted: 13 June 2022

Online published: 29 June 2022

Keyword

Applications

Learning activities

Ban Chiang Hian community forest

ABSTRACT

The research application to community forest learning activities Ban-Chiang-Hian aims to develop of application to community forest learning activities at Ban-Chiang-Hian, and the satisfaction of users of the application. The research tools are application to community forest learning activities at Ban-Chiang-Hian. The questionnaire on the opinions of experts on the application, and the satisfaction questionnaires of the sample to the application. The research sample consisted of 3 experts and 30 individuals who interested in the application (selected by simple random sampling). The results of the research found that an application to community forest learning activities at Ban-Chiang-Hian provides 4 parts: quiz games, scan QR-code, history of Ban Chiang Hian and Ban Chiang Hian forest map. The overall opinions of experts on the application to community forest learning activities at Ban-Chiang-Hian was the highest level. ($\bar{x}=4.58$) and the overall satisfaction of the users of the application to community forest learning activities at Ban-Chiang-Hian was a high level ($\bar{x}=4.48$).

*Corresponding author

E-mail address: ratchanon.s@cs.rmu.ac.th (R. Sriprachot)

Online print: 29 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.10>



บทความวิจัย

การพัฒนาน้ำพริกจากสาหร่ายน้ำจืดเตา (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing)

ยุวดี อินสำราญ^{1*} เนตรชนก จันทรสว่าง¹ สุภัทรา จินากุล¹ สุจิตรา แสนวัง¹ และ เนตรนภา เรืองไชย²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 3 สิงหาคม 2564

แก้ไข: 9 มีนาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 5 มิถุนายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 30 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

สาหร่ายน้ำจืด

น้ำพริก

มหาสารคาม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรน้ำพริกจากสาหร่ายน้ำจืดเตา (*Spirogyra neglecta*) โดยใช้สาหร่ายเตาอบแห้งบดละเอียดเป็นส่วนผสมในการเตรียมน้ำพริก 5 ชนิด ได้แก่ น้ำพริกตาแดง น้ำพริกเผาะ น้ำพริกหนุม น้ำพริกนรก น้ำพริกหมู วิเคราะห์คุณภาพเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ได้ ในการเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการใส่สาหร่ายเตาพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากสาหร่ายเตาทุกชนิดมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใยสูงกว่าผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่ไม่ได้เติมสาหร่าย ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา พบว่าผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทั้งหมดมีปริมาณจุลินทรีย์รวมเช่นเดียวกับปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 1×10^6 CFU/g ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ นอกจากนี้ได้ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคโดยการประเมินด้านประสาทสัมผัส พบว่าค่าเฉลี่ยความชอบของคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับสูงที่ 5.37 – 6.70 สิ่งที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายเตาเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับการพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพซึ่งควรได้รับการส่งเสริมในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต

บทนำ

สาหร่ายเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสภาพแวดล้อมของโลก มีบทบาทในการรักษาสมดุลทางธรรมชาติโดยเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ ประกอบกับมีคุณค่าทางโภชนาการสูงจึงจัดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ รวมถึงมนุษย์ สำหรับสาหร่ายเตา *Spirogyra neglecta* เป็นสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ซึ่งในประเทศไทยพบตามแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหลเอื่อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ จัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว มีองค์ประกอบ โปรตีน 22.77% ไขมัน 5.51% คาร์โบไฮเดรต 67.13% เถ้า 17.37% และให้พลังงาน 363 กิโลแคลอรี/100 กรัม (Sitthiwong, 2019) และมีปริมาณเกลือแร่ค่อนข้างสูง เช่น แมกนีเซียม 241 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัส 125 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง (Peerapompisal et al., 2012) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง เช่น คลอโรฟิลล์

เอ บี แคโรทีนอยด์ และแอสตาแซนทิน (Astaxanthin) (Giordano et al., 2012) นอกจากนั้นสาหร่ายสกุลนี้มีสารสะสมจำพวกแป้งมาก จึงถูกนำมาใช้เพื่อการผลิตเอทานอลและก๊าซไฮโดรเจน (Pacheco et al., 2015) ขณะเดียวกันมีรายงานว่าสาหร่าย *Spirogyra setiformis* และ *Spirogyra* sp. สามารถนำมาใช้ย้อมแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ (Dwaish et al., 2016; Okunowo et al., 2018) จากความสำคัญดังกล่าวได้มีการนำสาหร่ายเตามาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การนำมาผลิตเป็นเครื่องสำอาง ส่วนการบริโภคในปัจจุบันสาหร่ายเตานิยมรับประทานเป็นอาหารสด การแปรรูปสาหร่ายชนิดนี้ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นและวงจำกัดก็มีคุณค่า การวิจัยและพัฒนาด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งให้มีรสชาติที่ดี สามารถบรรจุหีบห่อเพื่อจัดจำหน่าย ตลอดจนมีการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เช่น อาหารเพื่อสุขภาพ ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค เหล่านี้จะเป็นอีกแนวทางที่

*Corresponding author

E-mail address: yuwadee.in@rmu.ac.th (Y. Insumran)

Online print: 30 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.11>

นำความสำเร็จมาสู่ชุมชนเพื่อการแปรรูปสาหร่ายจากแหล่งธรรมชาติ เนื่องจากสาหร่ายมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ที่มีความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระสูง ปัจจุบันได้นำสาหร่ายบางชนิด เช่น สาหร่ายเทา *Spirogyra neglecta* มาเป็นส่วนผสมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในรูปของ เจลลี่ ไฟเบอร์ เพื่อเพิ่มคุณภาพโภชนาการของเครื่องดื่มในการต้านอนุมูลอิสระ (Wangcharoen et al., 2017) สาหร่ายลอน ไชหิน หรือดอกหิน (*Nostochopsis* spp.) มีคุณสมบัติช่วยเป็นยาแก้ร้อนใน และมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มภูมิคุ้มกันต่อโรคต่าง ๆ ซึ่งนับเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างมาก จึงได้มีการนำสาหร่ายที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น การนำสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) มาเป็นส่วนผสมของหมูแผ่น (Panpipat et al., 2009) และสาหร่ายไก่อ (*Cladophora* spp.) มาปรุงอาหารในรูปขนม เช่น ขนมกรอบเค็ม ข้าวเกรียบ ข้าวตัง และกะหรี่ปั๊บ สามารถเพิ่มคุณค่าทางโปรตีนของอาหารสูงขึ้น ทั้งนี้สาหร่ายมีปริมาณโปรตีนสูงใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ สาหร่ายเทาเป็นสาหร่ายที่นิยมนำมารับประทานโดยเฉพาะประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จะนิยมนำมารับประทานแบบสด จากรายงานคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเทาที่กล่าวมานั้น มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ถ้าหากได้นำสาหร่ายเทามาพัฒนาผสมกับผลิตภัณฑ์แปรรูปน่าจะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเทา ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเทาในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป ตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีสาหร่ายเทาเป็นองค์ประกอบ โดยใช้สาหร่ายเทาในเขตแหล่งน้ำจืดแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม ผลของการวิจัยดังกล่าวจะเป็นต้นแบบและแนวทางต่อชุมชนเพื่อการแปรรูปสาหร่ายจากแหล่งธรรมชาติภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เข้มแข็งและยั่งยืนสืบต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างและศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

1.1 เก็บตัวอย่างสาหร่ายเทาจากอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม นำสาหร่ายเทมาล้างและตากบนตะแกรงภายใต้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จนสาหร่ายแห้ง และอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40°C จนกว่าสาหร่ายจะแห้ง จากนั้นนำไปบดเป็นผงและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช (Mesh) บรรจุผงสาหร่ายเทาที่ได้ในถุงสุญญากาศ เก็บไว้ในที่แห้ง เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

1.2 ศึกษาคุณค่าทางเคมีของสาหร่ายเทาบดแห้ง ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น (Moisture) ไขมัน (Fat) โปรตีน (Protein) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เยื่อใย (Fiber) และเถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (2000) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



Figure 1 Kaeng Leng Chan reservoir located in Maha Sarakham Province, Thailand (left) and *Spirogyra neglecta* grown in the reservoir (right).

1.3 วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสีในสารละลายตัวอย่างสาหร่ายเทา โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรมิเตอร์

2. การศึกษาผลของปริมาณสาหร่ายเทาในผลิตภัณฑ์น้ำพริกต่อความชอบ

จากสูตรอาหารซึ่งเป็นที่ยอมรับในชุมชน อ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน และชุมชนบ้านเขว อ.เมือง จ.มหาสารคาม ในงานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงและเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปสาหร่ายเทา คือ น้ำพริก 5 ชนิด โดยชนิดและสูตรน้ำพริก อิงจากชุมชนที่นิยมรับประทานในครัวเรือนที่ชื่นชอบมากที่สุดแต่ละชนิดมีปริมาณสาหร่ายเทาบดแห้งแตกต่างกันแบ่งออกเป็น 3 สูตร คือ สูตร A ซึ่งเป็นปริมาณสาหร่ายเทาสูตรดัดแปลงจาก Peerapompisai et al. (2005) สูตร B และ C ชุดควบคุมของอาหารแต่ละชนิดไม่ได้ใส่สาหร่ายเทาบดแห้งเป็นส่วนผสม ทำการศึกษาความชอบในผลิตภัณฑ์สูตรต่าง ๆ โดยใช้วิธีทดสอบแบบใช้ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมาก ถึง 9 = ชอบมาก) (Watts et al., 1989) โดยทำการทดสอบกับบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน มีเพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิง 19 คน อายุในช่วง 40–67 ปี สถานที่ทดสอบ ได้แก่ ส่วนประชุมบ้านเขว อ.เมือง จ.มหาสารคาม และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม นำสูตรที่ได้รับความนิยมสูงสุดจากกลุ่มผู้ทดสอบของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปสาหร่ายเทาแต่ละชนิดมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคและวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และเถ้า จากอาหารที่มีความชอบมาก ใน Table 1 ตามวิธีการของ AOAC (2000) โดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมซึ่งไม่มีสาหร่ายเทาบดแห้งเป็นส่วนผสม

Table 1 *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing powder ingredient of traditional chili paste from fresh water algae (*Spirogyra neglecta*)

Type of traditional chili paste*	Quantity of <i>Spirogyra neglecta</i> powder (g)			
	A	B	C	Control
Nam Prik Ta-dang (NTD)	5	7	10*	–
Nam Prik Pao (NPP)	5	7	10*	–
Nam Prik Noon (NPN)	3	5	7*	–
Nam Prik Narok (NNR)	5	7	10*	–
Nam Prik Moo (NPM)	5	7	10*	–

*The most favorite type of traditional chili paste.

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากสาหร่ายทะเล

นำผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากสาหร่ายทะเล ซึ่งเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์และรา ด้วยการนับจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารแข็ง Plate count agar (PCA) และ Potato dextrose agar (PDA) ตามลำดับ โดยใช้วิธีเทอาหาร (Pour plate method) และวิธีเกลี่ยเชื้อ (Spread plate method) และเทคนิคปราศจากเชื้อ (Aseptic technique) ทำการเจือจางตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 10 เท่าต่อเนื่องกัน (10 fold–serial dilution) ทั้งหมด 6 ความเจือจาง ก่อนถ่ายเทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวข้างต้น ความเจือจางละ 3 ซ้ำ เพาะเชื้อในตูบ่มที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนับจำนวนโคโลนีและคำนวณหาปริมาณแบคทีเรีย และยีสต์รา ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป 1 กรัม (Maturin and James, 2001)

ผลการวิจัย

1. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการสาหร่ายทะเลแห้ง

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างสาหร่ายทะเล (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing) จากอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งและบด พบปริมาณโปรตีนสูงสุด โดยมีปริมาณใกล้เคียงกับคาร์โบไฮเดรต สำหรับปริมาณแร่ธาตุพบว่ามีแมกนีเซียมสูงสุด รองลงมา คือแคลเซียม (Table 2)

Table 2 Nutritional compositions of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing

Nutrient	%	Nutrient	mg/kg DW
Carbohydrate	55.62	Mg	273.01
Protein	16.956	Ca	178.2
Ash	13.10	Fe	18.11
Fiber	9.2	Zn	1.52
Moisture	6.09	Cu	0.26
Fat	5.04		

2. การศึกษาผลของปริมาณสาหร่ายทะเลในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเลต่อความชอบ

จากการศึกษาความชอบต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเล 5 ชนิด แต่ละชนิดมีสูตรผสมสาหร่ายทะเลแตกต่างกันจากน้อยไปมาก 3 สูตร คือ A B และ C (Table 1) พบว่าผลิตภัณฑ์แปรรูปประเภทน้ำพริกทุกชนิดที่มีสาหร่ายทะเลเป็นส่วนผสมมากที่สุด (สูตร C) ที่แสดงใน Table 1 ได้แก่ น้ำพริกตาแดง (NPT–C) น้ำพริกเผา

(NPP–C) น้ำพริกหนุ่ม (NPN–C) น้ำพริกนรก (NNR–C) และน้ำพริกหมู (NPM–C) ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด (ข้อมูลไม่ได้แสดง) น้ำสูตรที่ได้รับความนิยมสูงสุดของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปสาหร่ายทะเลแต่ละชนิด ทำการศึกษาความชอบในผลิตภัณฑ์สูตรต่าง ๆ แบบวิธี 9–point hedonic scale โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ความไม่ชอบมากที่สุด โดยทำการทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไป สถานที่ทดสอบ ได้แก่ ส่วนประชุมบ้านเขาว อ.เมือง จ.มหาสารคาม และศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 30 คน มีเพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิง 19 คน อายุในช่วง 40–67 ปี โดยดูจากค่าเฉลี่ยความชอบอาหารแต่ละประเภทรูปนั้นในทุกด้าน มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 5.37 – 6.70 โดยในด้านค่าความชอบหลังจากได้บริโภคและค่าความชอบโดยรวม มีค่าสูง คือ มีค่าเฉลี่ย 6.53 ส่วนด้านความชอบด้านสีของอาหารและกลิ่นอาหาร มีค่าเฉลี่ย 5.61 และ 6.30 (Table 3)

Table 3 Mean of consumer acceptance score of spirogyra–derived products

Type of food	Score (Mean±SD.)				
	Color	Taste	Aroma	Texture	Overall
NTD	5.63±0.49	6.63±0.57	6.53±0.61	6.63±0.67	6.63±0.60
NPP	5.97±0.61	6.17±0.38	6.03±0.56	6.27±0.58	6.30±0.60
NPN	5.37±0.49	6.67±0.43	6.23±0.60	6.30±0.58	6.67±0.48
NNR	5.57±0.50	6.70±0.47	6.50±0.63	6.33±0.48	6.60±0.50
NPM	5.50±0.51	6.47±0.57	6.17±0.38	6.57±0.50	6.47±0.49
Mean	5.61±0.52	6.53±0.49	6.30±0.56	6.42±0.56	6.53±0.53

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบอาหารของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเล

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเลทั้ง 5 สูตร พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และเยื่อใย ในผลิตภัณฑ์แปรรูปสูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายทะเลเป็นส่วนผสม แต่ปริมาณไขมันและความชื้นต่ำกว่าชุดควบคุม (Table 4)

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเล

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์และราจากผลิตภัณฑ์น้ำพริกสาหร่ายทะเลทั้ง 5 สูตร ด้วยการนับจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารแข็ง PCA และ PDA ตามลำดับ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ ทั้งหมดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่ได้กับประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2017) (Table 5)

Table 4 Nutritional compositions of spirogyra-derived products

Type of food *	Percentage of dry weight (%) (Mean±SD.)					
	Carbohydrate	Protein	Fat	Fiber	ash	Moisture
NTD-C	25.69±0.15	5.41±0.70	0.68±0.00	0.65±0.35	13.01±0.75	54.56±0.06
NTD**	22.69±0.11	3.78±0.08	0.60±0.03	0.54±0.04	9.54±0.11	62.85±0.06
NPP-C	45.12±0.01	3.53±0.00	5.6±0.07	0.67±0.57	7.8±0.04	37.28±0.11
NPP**	39.11±0.03	2.81±0.02	4.92±0.07	0.62±0.02	3.33±0.57	49.21±0.03
NPN-C	16.11±0.04	18.23±0.75	3.48±0.06	0.62±0.11	10.24±0.95	51.53±0.04
NPN**	12.23±0.03	16.66±0.04	3.45±0.05	0.52±0.15	9.93±0.70	57.61±0.11
NNR-C	45.90±0.57	20.28±0.70	9.37±0.15	1.14±0.08	11.08±0.36	12.23±0.02
NNR**	42.49±0.95	20.25±0.03	11.44±0.11	1.10±0.00	9.02±0.08	15.7±0.08
NPM-C	30.53±0.70	17.51±0.01	3.39±0.04	0.91±0.00	12.90±0.03	33.92±0.03
NPM**	26.95±0.36	17.48±0.07	4.23±0.05	0.90±0.00	9.91±0.03	41.37±0.01

* NTD-C : Nam Prik Ta-dang + 10 g *S. Neglecta* powder; NPP-C : Nam Prik Pao + 10 g *S. Neglecta* powder; NPN-C : Nam Prik Noom + 7 g *S. Neglecta* powder; NNR-C : Nam Prik Narok + 10 g *S. Neglecta* powder; NPM-C : Nam Prik Moo + 10 g *S. Neglecta* powder.

** Control.

Table 5 Microbiological property of spirogyra-derived products

Type of food *	Total bacteria (CFU/g)	Food safety criteria*** (CFU/g)	Yeast & Mold (CFU/g)	Food safety criteria*** (CFU/g)
NTD-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NTD**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPP-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPP**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPN-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPN**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NNR-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NNR**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPM-C	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500
NPM**	< 1x10	< 1x10 ³	< 1x10	< 500

* NTD-C : Nam Prik Ta-dang + 10 g *S. neglecta* powder; NPP-C : Nam Prik Pao + 10 g *S. neglecta* powder; NPN-C : Nam Prik Noom + 7 g *S. neglecta* powder; NNR-C : Nam Prik Narok + 10 g *S. neglecta* powder; NPM-C : Nam Prik Moo + 10 g *S. neglecta* powder

** Control

*** Microbiological guidelines criteria for food and food packaging, Vol. 3, Department of Medical Science, Ministry of Public Health (2017).

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างสาหร่ายทะเล *Spirogyra neglecta* ในแก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม มีองค์ประกอบปริมาณโปรตีน 16.97% คาร์โบไฮเดรต 55.62% และเถ้า 14.10% มีปริมาณเกลือแร่ ค่อนข้างสูง เช่น แมกนีเซียม 273.01 มิลลิกรัม แคลเซียม 178.2 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง สอดคล้องกับการศึกษาของ Sitthiwong (2019) ที่ศึกษาปริมาณองค์ประกอบจากสาหร่ายทะเลจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่มีการรายงานแตกต่างจากคุณค่าทางโภชนาการสาหร่ายทะเลของ Peerapompisal et al. (2012) ที่ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทะเลที่เก็บจากแม่น้ำน่าน จ.น่าน เนื่องจากกลไกการสะสมสารอาหารในเซลล์สาหร่ายเกิดจากการสร้างอาหารจากกระบวนการสังเคราะห์แสง สารอินทรีย์และธาตุอาหารซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและสะสมสารอาหาร แร่ธาตุที่สะสมในเซลล์ของสาหร่าย

ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำและฤดูกาลของการเก็บตัวอย่างสาหร่าย (Saekoo & Panich-Pat, 2017) แก่งเลิงจาน อ. เมือง จ. มหาสารคาม จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพอุดมสมบูรณ์ มีระบบนิเวศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำโดยเฉพาะสาหร่าย การสะสมสารอาหาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุในสาหร่ายทะเลจึงพบในปริมาณที่สูง เมื่อนำสาหร่ายทะเลมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป จึงน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ในงานวิจัยนี้ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป ที่พัฒนาขึ้นโดยมีสูตรพื้นฐานจากสูตรอาหารที่คนในท้องถิ่นนิยม พบว่าได้รับการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม และรสชาติ อยู่ในระดับค่อนข้างสูง และเป็นการเพิ่มปริมาณคุณค่าทางโภชนาการให้กับผู้บริโภค ซึ่งพบว่าในผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่เติมสาหร่ายทะเลจะมีปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่เติมสาหร่ายทะเลทุกชนิด เช่น องค์ประกอบปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

น้ำพริกตาแดง น้ำพริกเผา และน้ำพริกหนุ่ม ที่เติมปริมาณสาหร่ายทะเลจะมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.41, 3.53 และ 18.23% ของน้ำแห้ง ขณะที่ผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่ไม่ได้เติมสาหร่ายทะเลจะมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 3.78, 2.81 และ 16.66% ของน้ำแห้ง หรือในส่วนของเส้นใยอาหารพบว่า ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเติมสาหร่ายทะเลเข้าไปจะมีปริมาณเส้นใยในอาหารสูงกว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่ไม่เติมสาหร่ายทะเล โดยอาหารที่พบในสาหร่ายทะเลจัดเป็นเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ เมื่อบริโภคอาหารที่มีสาหร่ายทะเลเข้าไป สามารถทำให้เส้นใยอาหารอยู่ในกระเพาะนานขึ้น โดยมีลักษณะเป็นเจลเหนียวในกระเพาะ โดยที่ใยอาหารที่ละลายน้ำจะช่วยลดการดูดซึมของกลูโคสผ่านเยื่อผนังของลำไส้ ช่วยลดการดูดซึมของไขมัน จึงมีประโยชน์ต่อการควบคุมระดับไขมันในเลือดและระดับกลูโคส (Pacheco et al., 2015) ดังรายงานของ Mesbahzadeh et al. (2018) สาหร่ายทะเลสามารถลดการอักเสบและน้ำตาลในหนู ที่เป็นโรคเบาหวานได้นอกจากนั้นการที่บริโภคอาหารที่มีใยอาหารสามารถช่วยเรื่องระบบการขับถ่ายและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลายอย่าง เช่น โรคอ้วน โรคเมตาบอลิซึม ดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่เพิ่มสาหร่ายทะเล จะสามารถช่วยให้ร่างกายของผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีอยู่ในองค์ประกอบของสาหร่ายทะเลอยู่แล้ว และส่งผลให้ร่างกายที่ได้รับสามารถสร้างเสริมภูมิคุ้มกัน ด้านอนุมูลอิสระ ลดการอักเสบและรักษาแผลในกระเพาะอาหารในร่างกายได้ (Yosboonruang et al., 2020; Okunowo et al., 2018; Amornlerdpison et al., 2012) หากได้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมสาหร่ายทะเลเข้าไป ดังรายงานของ Wangcharoen et al. (2017) ที่ศึกษาการนำสาหร่ายทะเล *Spirogyra neglecta* มาสร้างผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในรูปของเจลลี่ไฟเบอร์ พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในรูป เจลลี่ไฟเบอร์ที่เติมสาหร่ายทะเล มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงถึง 56% ขณะที่ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเจลลี่ที่พบในท้องตลาดที่ไม่ได้เติมสาหร่ายทะเลมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพียง 6 – 7% ดังนั้นการนำสาหร่ายทะเลมาสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นเหมาะแก่การนำมาบริโภค อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์การเติมสาหร่ายทะเลที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะสีและกลิ่นที่ควรได้รับการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป เพราะผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสีและกลิ่นเฉพาะของสาหร่ายทำให้ยังไม่ดึงดูดผู้บริโภคหากจะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงการค้า เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่สำคัญในการดึงดูดผู้บริโภค ด้านคุณลักษณะทางด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 วัน พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์และรา เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 หมวดอาหารพร้อมบริโภค กระทรวงสาธารณสุข (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2017) แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากสาหร่ายทะเลมีความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามควรได้มี

การศึกษาถึงสภาวะและอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค เนื่องจากสภาพแวดล้อมส่งผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ผลิตจากจุลินทรีย์ เช่น เชื้อราและแบคทีเรีย ได้ (Petchwattana et al., 2019) จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายทะเลซึ่งเป็นสาหร่ายน้ำจืดที่พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำนิ่งหรือไหลเอื่อยนั้น มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์น้ำพริกและอาหารแปรรูปชนิดอื่น ๆ ซึ่งเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้

สรุปผลการวิจัย

การนำสาหร่ายทะเล (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützinger) มาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำพริก ทำให้น้ำพริกที่มีส่วนประกอบของสาหร่ายน้ำจืดเพิ่มมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และแร่ธาตุต่าง ๆ ดังนั้นสาหร่ายน้ำจืดทะเลสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปได้หลากหลายซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค และเหมาะที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

References

- Amornlerdpison, D. , Duangjun, K. , Kanjanapothi, D. , Taesotikul, T. , & Peerapornpisal, Y. (2012) . Gastroprotective activity of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützinger. *KKU Science Journal*, 40(1), 236–241.
- AOAC. (2000) . *Official methods of analysis of AOAC International* (17th ed.). Maryland: AOAC International.
- Dwaish, A. S., Yousif, Y. D. M., & Lefta, S. N. (2016). Use of *Spirogyra* sp. extract against multidrug resistant bacterial pathogens. *International Journal of Advanced Research*, 4(7), 575–579.
- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. (2017). *Microbiological guidelines criteria for food and food packaging*, Vol. 3. Accessed December 6, 2021. Retrieved from <http://bqsf.dmsc.moph.go.th/bqsfWeb/index.php/bio/> (in Thai)
- Giordano, P., Scicchitano, P., Locorotondo, M., Mandurino,

- C., Ricci, G., Carbonara, S., & Matteo Ciccone, M. (2012). Carotenoids and cardiovascular risk. *Current pharmaceutical design*, 18(34), 5577-5589.
- Maturin, L., & James, T. P. (2001). *Bacteriological analytical manual, Chapter 3: Aerobic plate count* (8th ed.), Revision A. Accessed June 20, 2021. Retrieved from <http://www.fda.gov/food/foodscience-research/laboratorymethods/ucm063346.htm>
- Mesbahzadeh, B., Rajaei, S. A., Tarahomi, P., Seyedinia, S. A., Rahmani, M., Rezamohamadi, F., Kakar, M. A., & Moradi-Kor, N. (2018). Beneficial effects of *Spirogyra Neglecta* extract on antioxidant and anti-inflammatory factors in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biomolecular Concept*, 9(1), 184-189.
- Okunowo, W. O., Abiola, O. O., Josiah, A. I., Lukman O. A., & Ifeoma, E. U. (2018). Antimicrobial, antioxidant potential and chemical composition of the methanolic extracts of *Spirogyra setiformis* and *Navicula* species. *Journal of Scientific Research and Development*, 17(1), 15-20.
- Pacheco, P., Ferreira, A. F., Pinto, T., Nobre, B. P., Loureiro, D., Moura, P., Gouveia, L., & Silva, C. M. (2015). The production of pigments & hydrogen through a *Spirogyra* sp. biorefinery. *Energy Conversion and Management*, 89, 789-797.
- Panpipat, W., Sukchoo, S., Santong, R., Wuthsi, W., & Chaijan, M. (2009). Characteristics of fried-restructured pork added with *Gracilaria* seaweed (*Gracilaria fisheri*). Paper presented at the 35th International conference on congress on science and technology of Thailand, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Peerapornpisal, Y., Makakornkaewkeyoon, S., Pongsirikul, S., Khûm klang, X., Lertleelakitcha, N., & Boonsinchai, B. (2005). *Potential of freshwater macroalgae as food and medicine* (Research report). Chiang Mai: Chiang Mai University. (in Thai)
- Peerapornpisal, Y., Panyoyai T., & Amornlerdpison, D. (2012). Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing. *KKU Science Journal*, 40(1), 228-235.
- Petchwattana, N., Boonsong, P., Wichian S. N., & Achary, S. (2019). Antimicrobial packaging from biodegradable plastics and essential oils blends. *The Journal of Industrial Technology*, 15(1), 85-99.
- Saekoo, J., & Panich-Pat., T. (2017). The study of optimum conditions for microalgae culture in piggery wastewater and algae oil production. *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University*, 4(4), 41-52. (in Thai)
- Sitthiwong, N. (2019). Pigment and nutritional value of *Spirogyra* spp. in Sakon Nakhon, Nakhon Phanom and Mukdahan Provinces. *Progress in Applied Science and Technology*, 9(1), 10-21.
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elias L. G. (1989). *Basic sensory methods for food evaluation*. Ontario: The International Development Research Centre.
- Wangcharoen, W., Kusirimatanoon, T., Mangumphan, K., Tongsir, S., & Amornlerdpison, D. (2017). *Development of Spirogyra neglecta (Hassall) Kützing jelly drink*. Paper presented at the 9th International conference on sciences, technology and innovation for sustainable well-being (STISWB 2017), Kunming University of Sciences and Technology, Yunnan, China.
- Yosboonruang, A., Duangai, A., Amornlerdpison, D., & Viyoach, J. (2020). Screening for biological activities of *Spirogyra neglecta* water extract. *Walailak Journal of Science and Technology*, 17(4), 359-368.

Research article

Development of traditional chili paste from fresh water algae (*Spirogyra neglect* (Hassall) Kützing)

Yuwadee Insumran^{1*} Natchanok Jansawang¹ Suphatra Jenakoon¹
Sujittra Sanwung¹ and Netnapha Ruangchai²

¹Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000

²Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 3 August 2021

Revised: 9 March 2022

Accepted: 5 June 2022

Online published: 30 June 2022

Keyword

Fresh water algae

Traditional chili paste

Maha Sarakham

ABSTRACT

This research aimed to develop of traditional chili paste from fresh water algae, (*Spirogyra neglecta*). Ground-dried *Spirogyra neglecta* were used as ingredients for preparing five traditional chili paste recipes: Nam Prik Ta-dang, Nam Prik Pao, Nam Prik Noom, Nam Prik Narok, and Nam Prik Moo. The chemical and microbiological properties of the *Spirogyra*-derived products were subsequently analyzed. In comparison to the control groups, those without *Spirogyra neglecta* addition, all the products had higher protein carbohydrate and fiber contents. For microbiological analysis, the total microorganism, yeast, and mold numerations of all products were less than 1x10 CFU/g, which complied with the NIH standard. Moreover, consumer acceptances involving sensory evaluation of the products were tested. Result showed that preference for flavor, taste, and texture characteristics and overall acceptance for all *spirogyra*-derived products were highly valued at 5.37 to 6.70. The findings from this research indicate that *Spirogyra neglecta* is a promising source for the development of healthy food which would be promoted for commercial in the future.

*Corresponding author

E-mail address: yuwadee.in@rmu.ac.th (Y. Insumran)

Online print: 30 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.11>



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ประสิทธิภาพของเชื้อราเมธาไรเซียมที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู

ฤชอร วรรณะ^{1,2*} จิราภรณ์ กระแสเทพ¹ และ มงคล วงศ์สวัสดิ์¹

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

²หน่วยวิจัยการจัดการทรัพยากรทางเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 9 กุมภาพันธ์ 2565

แก้ไข: 9 มิถุนายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 16 มิถุนายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 30 มิถุนายน 2565

คำสำคัญ

เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู

เชื้อราก่อโรคในแมลง

Metarhizium anisopliae

บทคัดย่อ

เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero จัดเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่สร้างความเสียหายเป็นอย่างมากต่อมันสำปะหลัง การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราก่อโรคในแมลงชนิดเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ในการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในระยะตัวอ่อนวัยที่ 2 ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในพืชทดสอบ ผลการทดลองพบว่า ภายหลังจากฉีดพ่นเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL เป็นเวลา 3 วันในสภาพห้องปฏิบัติการ และ 7 วันในพืชทดสอบ ทำให้ตัวอ่อนเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูตาย $85.79 \pm 16.90\%$ และ $86.63 \pm 5.82\%$ ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างเมื่อเทียบกับการฉีดพ่นด้วยสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ จากผลการทดลองสามารถเป็นแนวทางการพัฒนาการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูโดยชีววิธีได้

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชอยู่ในอันดับ Geraniales หรือ Euphorbiales วงศ์ Euphorbiaceae มีชื่อสามัญว่า Cassava และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดแถบที่ลุ่มเขตร้อน มันสำปะหลังเป็นพืชที่เก็บสะสมแป้งไว้ในส่วนของราก มีบทบาทในการเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลกรองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง อีกทั้งยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยและมีมูลค่าการส่งออกสูง ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การผลิตเป็นแป้ง มันเส้นและอัดเม็ดเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและการแปรรูป โดยประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก จากการเปิดเผยข้อมูลของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร พบว่าในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังทั้งหมด 9.44 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 28.99 ล้านตัน และส่งออกผลิตภัณฑ์

มันสำปะหลังคิดเป็นมูลค่า 83,051.60 ล้านบาท (Information and Communication Technology Center, Office of the Permanent Secretary Ministry of Commerce with cooperation from the Thai Customs, 2020) ซึ่งจากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี พ.ศ. 2563 ภาคตะวันออกเฉยเหนือมีเนื้อที่ในการเพาะปลูกมันสำปะหลังสูงที่สุดในประเทศอยู่ที่ 5.34 ล้านไร่ ซึ่งมีพื้นที่ที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 4.96 ล้านไร่ แสดงว่ามีพื้นที่ที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้คิดเป็นร้อยละ 7.11 และจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญ ได้แก่ นครราชสีมา กาฬสินธุ์ อุตรดิตถ์ และขอนแก่น (Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2020) พันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรนิยมปลูกมาก คือ พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 72 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง 60 จะเห็นได้ว่าผลผลิตที่ได้ทั้งประเทศยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ในขณะที่ความต้องการใช้ในประเทศและการส่งออกมีมากขึ้น อาจมีสาเหตุมาจากหลาย

*Corresponding author

E-mail address: ruchuon.w@msu.ac.th (R. Wanna)

Online print: 30 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.12>

ปัจจัย เช่น ปัญหาภัยแล้ง อุทกภัย และการระบาดของโรคแมลง (Centre for Project and Programme Evaluation, 2020)

เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero) ตัวเต็มวัยเพศเมียมีรูปร่างรูปไข่ ลำตัวยาว 2.4-2.6 มิลลิเมตร กว้าง 1.3-1.5 มิลลิเมตร ขายาวเรียวยาวเหยียดคล้ายฟันหนวดจำนวน 9 ปล้อง มีกลุ่มอวัยวะผลิตเส้นแป้งด้านข้างลำตัวขนาดสั้นจำนวน 18 คู่ ผนังลำตัวสีชมพูปกคลุมด้วยไขแป้งสีขาวค่อนข้างบาง (Figure 1) (Buamas & Unahawutti, 2013) โดยมีการเจริญเติบโตแบบเปลี่ยนแปลงรูปร่างทีละน้อย (gradual metamorphosis) จากระยะไข่เป็นตัวอ่อนและตัวเต็มวัย (Figure 2) เป็นแมลงศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายต่อเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในปัจจุบัน ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณยอด ใบ และลำต้นของมันสำปะหลัง ทำให้ยอดหักเป็นพุ่ม การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ส่งผลต่อการสร้างหัวและทำให้ผลผลิตของมันสำปะหลังลดลง จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตรในปี พ.ศ. 2553 พบว่าหากวิเคราะห์สถานการณ์ในแต่ละปีจะพบปัญหาที่เกิดขึ้นในการปลูกมันสำปะหลัง คือการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูที่รุนแรงและต่อเนื่องตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2551 โดยต้นปี พ.ศ. 2552 เกิดการระบาดมากที่สุด 1.4 ล้านไร่ ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังที่คาดว่าจะมีถึง 27 ล้านตัน ลดลงเหลือประมาณ 19 ล้านตัน และปี พ.ศ. 2553 มีการระบาด 1.1 ล้านไร่ และขยายพื้นที่อย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบัน ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจในทุกภาคของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเป็นอย่างมาก ในปี พ.ศ. 2559 ได้มีการทำระบบภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัย เพื่อทำนายพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก โดยพบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ปราจีนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง เพื่อใช้ในการตัดสินใจและจัดการป้องกันการระบาด (Ngoenklan & Sangthongpraow, 2016) แต่ยังไม่สามารถลดการระบาดได้ เนื่องจากการกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูนั้นทำได้ยาก เนื่องจากตามลำตัวของเพลี้ยแป้งชนิดนี้ปกคลุมด้วยโปรตีน ไคติน แป้ง และไขมัน ทำให้ยากต่อการทำลาย การกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูโดยทั่วไปใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัด ซึ่งการฉีดพ่นสารเคมีฆ่าแมลงไม่ค่อยมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร รวมถึงปัญหาจากการใช้สารเคมีฆ่าแมลงพวกนี้ส่งผลกระทบต่อและผลเสียมากมาย ก่อปรกกับการทำเกษตรกรรมในปัจจุบันเน้นการทำเกษตรที่ปลอดภัยมากขึ้น การป้องกันกำจัดแมลงด้วยชีววิธีจึงเป็นอีกทางเลือกของเกษตรกร การใช้จุลินทรีย์หลายชนิดมีประสิทธิภาพในการทำลายสูง ทำลายเฉพาะแมลงศัตรูพืชที่เป็นเป้าหมายและปลอดภัยต่อผู้ใช้ เชื้อราก่อโรคในแมลง (Entomopathogenic fungi) เป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ในการกำจัดแมลง เนื่องจากเชื้อราใน

กลุ่มนี้มีความจำเพาะเจาะจงกับแมลงโดยตรง สามารถเข้าสู่ร่างกายของแมลงโดยทางทะลุผ่านเข้าทางผนังลำตัวแมลงและเจริญภายในตัวแมลง ทำลายเนื้อเยื่อและระบบต่าง ๆ ทำให้แมลงตาย (Attathom, 1992) เชื้อราที่ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมเพลี้ยแป้งดังกล่าวได้แก่ เชื้อราขาว (*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin) และเชื้อราเขียว (*Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin) ซึ่งมีการใช้เชื้อราทั้งสองชนิดเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิด

เชื้อราเมธาไรเซียม (*Metarhizium*) หรือเชื้อราเขียว (Green muscadine fungus) เป็นเชื้อราก่อโรคในแมลง (Entomopathogenic fungi) ที่พบได้ในธรรมชาติ สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ เชื้อราเข้าทำลายแมลงโดยผ่านทางผนังลำตัว เมื่อได้รับความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมโคนิดีเชื้อจะงอกและแทงทะลุผ่านชั้นผนังลำตัวเข้าสู่ภายใน เชื้อราจะทำลายชั้นไขมันเป็นส่วนใหญ่และแพร่เข้าสู่ช่องว่างภายในลำตัวแมลง เส้นใยเชื้อราเขียวเจริญเติบโตโดยการดูดซึมและใช้อาหารภายในลำตัวแมลงอาศัยในขณะเดียวกันจะทำลายเนื้อเยื่อหรืออวัยวะภายในของแมลงให้ได้รับความเสียหาย เชื้อราเขียวจะเจริญเติบโตและแพร่กระจายเต็มตัวเหยื่อ แมลงที่ตายด้วยเชื้อรามักมีลักษณะแห้งและแข็งเป็นมัมมี่ เนื่องจากมีเส้นใยเชื้อราเจริญอัดแน่นอยู่ภายในลำตัว หลังจากแมลงตายเชื้อราเขียวจะแทงทะลุผ่านผนังลำตัวออกมาแพร่กระจายพันธุ์ภายนอก ในช่วงแรกจะพบเส้นใยสีขาวขึ้นปกคลุมลำตัวและจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวในเวลาต่อมา (Sukonthabhirom na Pattalung et al., 2020) มีการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อรา *Metarhizium* ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ โดยพบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* สามารถควบคุมแมลงในกลุ่ม Orthoptera ได้แก่ ตั๊กแตนทะเลทราย (*Schistocerca gregaria* (Forskall)) (Kershaw et al., 1999) กลุ่ม Lepidoptera ได้แก่ หนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua* Hübner) หนอนกระทู้ยาสูบ (*Manduca sexta* (Linnaeus)) (Kershaw et al., 1999; Natongkham et al., 2010) กลุ่ม Coleoptera ได้แก่ ตัวงมหัวด้ก แบลาย (*Phyllotreta sinuate* Stephens) ตัวเจาะลำต้นกล้วย (*Odoiporus longicollis* Olivier) มอดเถาว์วลิ (*Otiorynchus sulcatus* Fabricius) ตัวเจาะผลกาแฟ (*Hypothenemus hampei* (Ferrari)) ตัวงมแรด (*Oryctes rhinoceros* (L.)) (Kershaw et al., 1999; De La Rosa et al., 2000; Nawanich et al., 2014; Sukleard et al., 2016; Popoonsak et al., 2018) กลุ่ม Diptera ได้แก่ แมลงวันผลไม้เม็กซิกัน (*Anastrepha ludens* (Loew)) (Lezama-Gutiérrez et al., 2000) และกลุ่ม Homoptera ได้แก่ เพลี้ยจักจั่น (*Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura)) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* Stål) (Bunsak et al., 2015; Huadprasit et al., 2017; Boonchuay et al., 2018) เพลี้ยอ่อน (*Phenacoccus solenopsis* tinsley) (Ujjan & Shahzad,

2011) และเพลี้ยแป้ง (*Brevnesia rehi*) (Al-Hedad et al., 2017) เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู (*P. manihoti*) เพลี้ยแป้งน้อยหน้า (*Planococcus lilacinus* (Cockerell)) (Kernasa & Wancheun, 2018) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเชื้อราเมธาไรเซียมสามารถก่อโรคในแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิดในหลายอันดับ (Order) ดังนั้นจึงได้ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* เพื่อเป็นแนวทางในการนำเชื้อราก่อโรคในแมลงไปใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรโดยชีววิธี รวมถึงเป็นวิธีการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาการเกษตรไปสู่ความยั่งยืนต่อไป

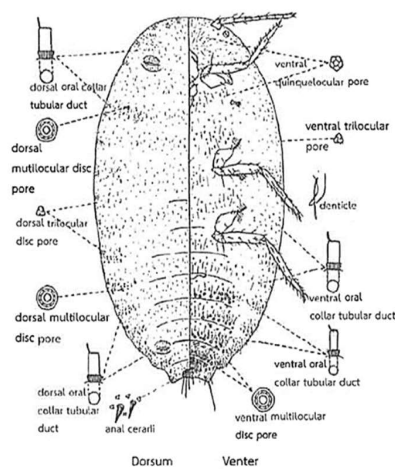


Figure 1 Morphology of *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Buamas & Unahawutti, 2013).

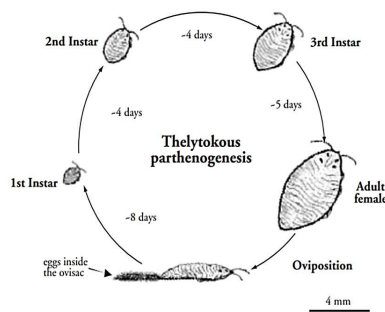


Figure 2 Developmental cycle of *Phenacoccus manihoti* (Calatayud & Le RÚ, 2006).

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู

เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดขอนแก่น กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยมีขั้นตอนการเลี้ยงเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูให้ด้วยกัน เริ่มจากการเก็บรวบรวมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูตัวเต็ม

วัยจากต้นมันสำปะหลังในธรรมชาติ แล้วเลี้ยงเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูตัวเต็มวัยลงบนใบมันสำปะหลัง นำต้นมันสำปะหลังวางพักไว้ในกรงเลี้ยงแมลง ที่มีแสงเพียงพอนานประมาณ 1-2 สัปดาห์ จะได้เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูรุ่นลูกวัยที่ 2 และ 3 หลังจากนั้นใช้กรรไกรตัดใบมันสำปะหลังที่มีเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูวางบนผลฟักทองสดแบบอ่อนที่ผิวเปลือกมีสีเขียว โดยปล่อยวางไว้นานประมาณ 5 วัน เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูจะเคลื่อนย้ายจากใบมันสำปะหลังลงมายู่บนผลฟักทอง และสร้างประชากรรุ่นลูกบนผลฟักทองจนเต็มผล โดยมีประชากรประมาณ 300-500 ตัว/ผล ทำการเพาะเลี้ยงจนถึงระยะแพร่พันธุ์ หลังจากนั้นใช้ฟูกันเชื้อถุงไข่เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูลงบนผลฟักทองผลใหม่โดยวางให้กระจายทั่วทั้งผล ปล่อยให้เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูเจริญเติบโตบนผลฟักทองเป็นระยะเวลา 10-14 วัน คัดเลือกเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูระยะตัวอ่อนวัยที่ 2 เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบต่อไป โดยการคัดเลือกตัวอ่อนทดสอบวัยนี้สังเกตจากการเคลื่อนที่ได้ว่องไวและมีมึงแบ่งสีขาวปกคลุมลำตัว

การเตรียมโคนินเดียแขวนลอยของเชื้อราเขียว *M. anisopliae*

การเตรียมโคนินเดียแขวนลอยของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในสภาพห้องปฏิบัติการและในพืชทดสอบ โดยนำเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ไอโซเลทที่ได้รับการอนุเคราะห์จาก บริษัท อะโกรไบโอเมท จำกัด มาทำโคนินเดียแขวนลอย (Conidial suspension) ในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อที่ผสม Tween 80 ความเข้มข้น 0.02% นับจำนวนโคนินเดียด้วย Haemocytometer เพื่อคำนวณหาความเข้มข้นโคนินเดียของเชื้อรา และปรับความเข้มข้นให้ได้ 1×10^8 conidia/mL เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบกับตัวอ่อนวัย 2 ของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูต่อไป ดำเนินการทดลองภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการและในพืชทดสอบที่อุณหภูมิ $32 \pm 3^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $70 \pm 5\%$ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) จำนวน 3 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (control) ใช้น้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อที่ผสม Tween 80 ความเข้มข้น 0.02%

กรรมวิธีที่ 2 เชื้อราเมธาไรเซียม *M. anisopliae* ความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL

กรรมวิธีที่ 3 สารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam (Actara® 25%WP) อัตราแนะนำ 2 g/น้ำ 20 L

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยคัดเลือกตัวอ่อนวัย 2 ของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู 80 ตัว

ใส่ในกล่องพลาสติกที่รองด้วยกระดาษซับ ทำการฉีดพ่นโคนิเดียแขวนลอยของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* หรือสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ตามกรรมวิธี ปริมาตร 3 mL ให้ทั่วทั้งกล่องพลาสติก จากนั้นย้ายตัวอ่อนเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู 80 ตัว/กรรมวิธี (20 ตัว/ซ้ำ) ลงในจานเลี้ยงเชื้อขนาด 60x15 mm ที่รองด้วยกระดาษกรอง (Whatman) เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 mm เติมน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อลงบนกระดาษกรองปริมาตร 300 μ L (เพื่อควบคุมให้มีความชื้นตลอดช่วงเวลาที่ใช้ทดลอง) บันทึกจำนวนการตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูที่ 1, 3, 5 และ 7 วัน นำเพลี้ยแป้งที่ตายมาส่องตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อตรวจสอบชนิดของเชื้อราว่าเป็นเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ชนิดเดียวกันกับที่ฉีดพ่น และคำนวณหาอัตราการตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว M. anisopliae ที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในพืชทดสอบ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในพืชทดสอบ โดยคัดเลือกตัวอ่อนวัยที่ 2 ของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู 80 ตัว/กรรมวิธี (20 ตัว/ซ้ำ) และปล่อยใส่ไว้บนยอดของกิ่งมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 (ความยาวกิ่ง 20 cm ที่จุ่มอยู่ในขวดพลาสติกบรรจุน้ำเปล่า 200 mL เพื่อรักษาความสดของยอด และพันปิดปากขวดด้วยพาราฟิล์มเพื่อป้องกันเพลี้ยแป้งตกลงในขวดน้ำ) ก่อนทำการทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นพ่น โคนิเดียแขวนลอยของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* หรือสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ตามกรรมวิธี ปริมาตร 3 mL /ต้นพืชทดสอบ ให้ทั่วทั้งต้น นำขวดพลาสติกบรรจุน้ำที่มียอดมันสำปะหลังใส่ในกล่องพลาสติกใสตั้งไว้ในสภาพห้องปฏิบัติการทำการบันทึกจำนวนการตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูที่ 1, 3, 5 และ 7 วัน นำเพลี้ยแป้งที่ตายมาส่องตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อตรวจสอบชนิดของเชื้อราว่าเป็นเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ชนิดเดียวกันกับที่ฉีดพ่น และคำนวณหาอัตราการตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์อัตราการตายของตัวอ่อนเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูที่ทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและในพืชทดสอบ พิจารณาการตายดูจากเส้นใยของเชื้อราแทงออกมาจากลำตัวเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูและสร้างโคนิเดียปกคลุมลำตัว คำนวณอัตราการตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู หากพบการตาย 5-20% ในชุดควบคุม ให้ทำการคำนวณปรับค่าการตายที่แท้จริง (Corrected mortality) ด้วย Abbott's formula (Abbott, 1925) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธีโดยใช้

Least significant different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว M. anisopliae ที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL ที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูวัยที่ 2 ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าหลังจากพ่นเชื้อราเขียว *M. anisopliae* 1 วัน ให้ผลอัตราการตายเฉลี่ยของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) (Table 1) โดยเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายเฉลี่ยของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู $7.70 \pm 6.49\%$ และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเกี่ยวกับการฉีดพ่นด้วยสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ($44.02 \pm 13.06\%$) แต่ไม่พบความแตกต่างเมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับหลังการฉีดพ่น 3 วัน จะพบอัตราการตายเฉลี่ยของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการตายในกรรมวิธีที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ($85.79 \pm 16.90\%$) และสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ($100.00 \pm 0.00\%$) นอกจากนี้ หลังการฉีดพ่น 5 และ 7 วัน เชื้อราเขียว *M. anisopliae* และสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูสูงสุด $100.00 \pm 0.00\%$ ซึ่งภายหลังการฉีดพ่น 7 วัน จะสังเกตเห็นเชื้อราเขียว *M. anisopliae* มีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวปกคลุมทั่วตัวแมลง (Figure 3A) และเมื่อสังเกตภายหลังการฉีดพ่น 13 วัน จะพบเส้นใยที่ปกคลุมทั่วตัวแมลงเปลี่ยนเป็นสีเขียวอย่างชัดเจน (Figure 3B) และเมื่อนำโคนิเดียมาตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ จะพบว่าเป็นโคนิเดียชนิดเดียวกันกับเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ใช้ฉีดพ่นทดสอบ (Figure 3C และ 3D)

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว M. anisopliae ที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในพืชทดสอบ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL ที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูวัย 2 ในพืชทดสอบ พบว่าหลังการฉีดพ่นเชื้อราเขียว *M. anisopliae* 1, 3 และ 5 วัน ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) โดยในกรรมวิธีที่ฉีดพ่นด้วยสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ($78.14 \pm 8.27\%$, $83.33 \pm 7.05\%$ และ $91.15 \pm 3.47\%$ ตามลำดับ) ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ($43.92 \pm 9.53\%$, $63.49 \pm 12.05\%$ และ $80.90 \pm 5.60\%$ ตามลำดับ) และยังพบความแตกต่างกันยังมี

นัยสำคัญ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม หลังการฉีดพ่น 7 วัน ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการตายของเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพูเมื่อทำการฉีดพ่นด้วยเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ($86.63 \pm 5.82\%$) และสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ($91.15 \pm 3.47\%$) แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ($p > 0.05$) และเมื่อสังเกตภายหลังการฉีดพ่นถึง 9 วัน จะพบว่าเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพูที่ไม่ถูกทำลายในทั้ง 3 กรรมวิธี จะเกิดการแพร่ขยายพันธุ์ ซึ่งสังเกตเห็นได้จากกลุ่มไข่ของเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังที่เกิดขึ้น

Table 1 Percent mortality of pink cassava mealybug exposed to conidial suspension of *Metarhizium anisopliae* at 1×10^8 conidia/mL in the laboratory condition

Treatments	%Mortality of pink cassava mealybug (Mean $\pm$ SD.)			
	Day after spraying (days)			
	1	3	5	7
Control	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>M. anisopliae</i>	7.70 $\pm$ 6.49 ^b	85.79 $\pm$ 16.90 ^a	100.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00
Thiamethoxam	44.02 $\pm$ 13.06 ^a	100.00 $\pm$ 0.00 ^a	100.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00
LSD	13.47	15.60	N/A	N/A

N/A represents not applicable.

Means within the same column followed by the same letter are not significantly different (LSD: $p > 0.05$).

Table 2 Percent mortality of pink cassava mealybug exposed to conidial suspension of *Metarhizium anisopliae* at 1×10^8 conidia/mL in the artificial field condition

Treatments	%Mortality of pink cassava mealybug (Mean $\pm$ SD.)			
	Day after spraying (days)			
	1	3	5	7
Control	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^b
<i>M. anisopliae</i>	43.92 $\pm$ 9.53 ^b	63.49 $\pm$ 12.05 ^b	80.90 $\pm$ 5.60 ^b	86.63 $\pm$ 5.82 ^a
Thiamethoxam	78.14 $\pm$ 8.27 ^a	83.33 $\pm$ 7.05 ^a	91.15 $\pm$ 3.47 ^a	91.15 $\pm$ 3.47 ^a
LSD	11.54	12.89	6.08	6.26

Means within the same column followed by the same letter are not significantly different (LSD: $p > 0.05$).

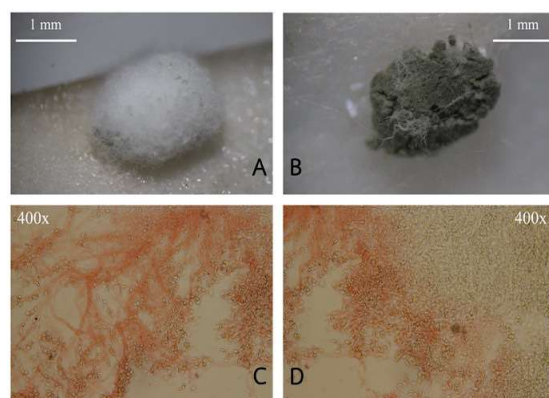


Figure 3 Colonization area and conidial mass of *Metarhizium anisopliae* covered on pink cassava mealybug in the laboratory; A. Mycelium of *M. anisopliae* after sprayed at 7 days; B. Compound of *M. anisopliae* after sprayed at 13 days; C. Conidia and hyphae of *M. anisopliae* under microscope (400x) after sprayed at 13 days; D. Conidial density of *M. anisopliae* after sprayed at 13 days.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL หลังการฉีดพ่น 3 วัน แสดงประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังวัย 2 โดยให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงถึง 85% ในสภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่งสอดคล้องกับ Kernasa & Wancheun (2018) รายงานว่าเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL ทำให้เพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* Matile-Ferrero และเพลี้ยแป้งน้อยหน้า *Planococcus lilacinus* (Cockerell) มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุดภายในเวลา 7 วันหลังการฉีดพ่น โดยมีอัตราการตายเฉลี่ย $55.00 \pm 6.61\%$ และ $61.67 \pm 7.22\%$ ตามลำดับ และยังพบว่าให้ประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการฉีดพ่นด้วยสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Tanada & Kaya (1993) ที่ระบุว่าหลังจากที่เชื้อราเข้าสู่ภายในร่างกายของแมลงแล้ว จะมีการสร้างเส้นใยโคนิเดียและสารพิษต่าง ๆ ในระยะเวลา 60-72 ชั่วโมง และทำให้แมลงตายในที่สุด อย่างไรก็ตาม การศึกษาประสิทธิภาพเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่มีต่อเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังนี้ให้ค่าเฉลี่ยการตายสูงกว่ารายงานของ Supawan et al. (2020) ที่พบว่าเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ไอโซเลท Ma-MJU-BCTLC-218 และ *B. bassiana* ไอโซเลท Bb-MJU-BCTLC-086 ที่ความเข้มข้น 1×10^7 และ 10^9 conidia/mL ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดอัตราการตายของไรสองจุด *Tetranychus urticae* มากกว่า 50% หลังการฉีดพ่น 72 ชั่วโมง ในขณะที่การพ่นด้วยสารเคมีกำจัดไร Propagite และ Amitraz ที่มีอัตราการตายมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธีทดสอบที่ 48 และ 72 ชั่วโมง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ujian & Shahzad (2011) พบว่าเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น 1×10^7 conidia/mL สามารถควบคุมการระบาดของเพลี้ยอ่อน (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley) ในฝ้าย ทั้งในระยะไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย โดยหลังจากทดสอบเป็นเวลา 25 วัน สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ถึง 70% ในขณะที่ Al-Hedad et al. (2017) พบว่าเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น 25 mg/mL ทำให้เพลี้ยแป้ง (*Brevinnia rehi*) ในข้าวระยะตัวเต็มวัยและระยะตัวอ่อนมีอัตราการตาย 75.73% และ 79.43% ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังสังเกตพบเส้นใยสีขาวขึ้นปกคลุมทั่วซากของเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพูหลังฉีดพ่นด้วยเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ 7 วัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Boonchuay et al. (2018) ที่พบว่าเส้นใยของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* จะขึ้นปกคลุมที่ผิวภายนอกของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลภายหลังการตายประมาณ 7-9 วัน ซึ่งมีระยะเวลาสั้นและรวดเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานวิจัยของ Huadprasit et al. (2017) ที่พบเส้นใยของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ผิวภายนอกของเพลี้ยจักจั่นชัดเจนภายหลังการตาย 9 วัน

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL ในพืชทดสอบ หลังการฉีดพ่น 3 5 และ 7 วัน แสดงประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดตัวอ่อนวัย 2 ของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู โดยก่อให้เกิดค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 63%-86% หรือโดยเฉลี่ยประมาณ 74% ซึ่งมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการเนื่องจากละอองของสารที่ฉีดพ่นไม่สามารถเข้าถึงตัวเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูที่พืชทดสอบทุกตัวได้ ผลการศึกษานี้ใกล้เคียงกับรายงานของ Al-Hedad et al. (2017) พบว่า เชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น 6.1×10^6 conidia/mL ทำให้เพลี้ยแป้ง (*Brevinnia rehi*) ในข้าวหลังจากฉีดพ่น 14 วัน มีการตาย 37.98% ในพื้นที่แรกและ 48.68% ในอีกพื้นที่ ขณะที่ Kumpiro et al. (2011) ระบุว่าเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL สามารถทำให้แมลงหวี่ขาวโรงเรือน *Trialeurodes vaporariorum* Westwood วัย 2 ตายถึง 72.67% นอกจากนี้ยังพบรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. anisopliae* กับแมลงชนิดอื่นในสภาพแปลงจำลองที่ให้ผลที่สอดคล้องกัน อาทิเช่น การทดลองของ Huadprasit et al. (2017) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียวสกุล *Metarhizium* ในการควบคุมเพลี้ยจักจั่น *Matsumuratettix hiroglyphicus* พาหะนำโรคใบขาวอ้อยในสภาพแปลงจำลอง พบว่าเชื้อราเขียว *Metarhizium* sp. ไอโซเลต BCC30455 มีประสิทธิภาพทำให้เพลี้ยจักจั่นตัวเต็มวัยตาย 55% และไอโซเลต BCC16000 ทำให้ตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นตาย 30% ในขณะที่ไอโซเลต BCC16762 ทำให้ไข่ของเพลี้ยจักจั่นไม่ฟัก 35% นอกจากนี้จากรายงานของ Kaewwisat et al. (2018) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราเขียว *M. album* เพื่อควบคุมตัวอ่อนวัย 4-5 ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลศัตรูข้าวในสภาพโรงเรือนเลี้ยงแมลง พบว่าที่ความเข้มข้น 1×10^9 conidia/mL เชื้อรา *M. album* ไอโซเลต UBN038 มีประสิทธิภาพในการควบคุมสูงสุด โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 7 วัน

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการฉีดพ่นด้วยเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ไอโซเลตจาก บริษัท อะโกรไบโอเมท จำกัด ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 conidia/mL ให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูวัยที่ 2 ในสภาพห้องปฏิบัติการได้ดีถึง 85.79% ภายในเวลา 3 วัน ซึ่งมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการฉีดพ่นด้วยสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam และให้ประสิทธิภาพสูงสุดถึง 100% ภายในเวลา 5 วัน อย่างไรก็ตาม ในพืชทดสอบนั้น การฉีดพ่นด้วยเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลตนี้จะให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูวัยที่ 2 เทียบเท่ากับการฉีดพ่นด้วยสารเคมีฆ่าแมลง Thiamethoxam ภายในเวลา 7 วัน ซึ่งให้อัตราการตายสูงถึง 86% ซึ่งถือว่าเป็นแนวทางการพัฒนาการ

ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ไปสู่วิทยาลักษณ์ได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท อะโกรไบโอเมท จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* และทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดขอนแก่น กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอ่อนเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูสำหรับใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

References

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267.
- Al-Hedad, A. S. A., Dewan, M. M. & Al-Rubaei, H. M. (2017). Biological control of mealybug (*Brevinnia rehi*) on rice by *Metarhizium anisopliae* fungus in Iraq. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 8(12), 385-396.
- Attathom, T. (1992). *Insect Pathology*. Nakhon Pathom: Department of Entomology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen Kasetsart University. (in Thai)
- Boonchuay, D., Channoo, C., Jeangdee, K. & Cobelli, P. (2018). Efficiency of *Metarhizium anisopliae* to control brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål). In S. Tampawisit (Ed.), *35th Academic conference Rice and winter grains*. (pp. 101-111). Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Buamas, C. & Unahawutti, C. (2013). Taxonomy of mealybug in Genus *Phenacoccus* (Hemiptera: Coccoidia: Pseudococcidae) in Thailand. *Entomology and Zoology Gazette*, 31(2), 3-17. (in Thai)
- Bunsak, A., Pongprasert, W., Buranapanichpan, S. & Kulsarin, J. (2015). Screening on potential *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin for controlling brown planthopper in paddy field. *Journal of Agriculture*, 31(3), 291-299. (in Thai)
- Calatayud, P. A. & Le RÚ, B. (2006). *Cassava-mealybug*

- interactions. Paris: Institut de recherche pour le développement.
- Centre for Project and Programme Evaluation, Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2020, November). *Evaluation: The Prevention and Elimination of Cassava Mosaic Disease Project*. Office of Agricultural Economics. (in Thai)
- De La Rosa, W., Alatorre, R., Barrera, J. F. & Toriello, C. (2000). Effect of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes) upon the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) under field conditions. *Journal of Economic Entomology*, 93(5), 1409-1414. doi: 10.1603/0022-0493-93.5.1409
- Huadprasit, J., Wangkeeree, J. & Hanboonsong, Y. (2017). Efficiency of *Metarhizium* and *Beauveria* to control the leafhopper vector, *Matsumuratettix hiroglyphicus*, of sugarcane white leaf disease. *Thai Science and Technology Journal*, 25(3), 467-478. (in Thai)
- Information and Communication Technology Center, Office of the Permanent Secretary Ministry of Commerce with cooperation from the Thai Customs. (2020). *Important Exports Products of Thailand*. Accessed May 9, 2021. Retrieved from <http://tradereport.moc.go.th> (in Thai)
- Kaewwisate, N., Saleeto, S., Sinsaitai, N., Muangsri, K., Sripanom, P., Jampakert, R., Nuantong, C., Sairiam, K. and Cobelli, P. (2018). Efficiency of *Metarhizium album* to Control the Rice Pest Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål). In S. Tampawisit (Ed.), 35th *Academic conference Rice and winter grains*. (pp. 112-122). Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Kernasa, N. & Wancheun, W. (2018). Virulences of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for controlling *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero and *Planococcus lilacinus* (Cockerell). *Journal of Agriculture*, 34(3): 461-467. (in Thai)
- Kershaw, M. J., Moorhouse, E. R., Bateman, R., Reynolds, S. E. & Charnley, A. K. (1999). The role of destruxins in pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for three species of insect. *Journal of Invertebrate Pathology*, 74(3), 213-223.
- Kumpiro, S., Kulsarin, J., Chanbang, Y. & Thungrabeab, M. (2011). Efficacy of entomopathogenic fungi in controlling greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood. *Journal of Agriculture*, 27(1), 49-57. (in Thai)
- Lezama-Gutiérrez, R., Trujillo-De la Luz, A., Molina-Ochoa, J., Rebolledo-Dominguez, O., Pescador, A. R., López-Edwards, M. & Aluja, M. (2000). Virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae): Laboratory and field trials. *Journal of Economic Entomology*, 93(4), 1080-1084. doi: 10.1603/0022-0493-93.4.1080
- Natongkham, A., Sirimungkararat, S., Saksirirat, W., Uairong, H. & Kaewrat, B. (2010). Efficiency of northeastern isolates of green muscardine fungi *Metarhizium* spp. on controlling economic insect pests. *KKU Research Journal*, 15(10), 930-940. (in Thai)
- Nawanich, S., Chongrattanameteekul, W., Uraichuen, S., Bunkoed, W., Suvittawat, K. & Tanasinchayakul, S. (2014). Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against banana stem weevil under laboratory conditions. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 42(Suppl.3), 707-711. (in Thai)
- Ngoen-klan, R. & Sangthongpraow, B. (2016). Information system for decision making and managing cassava pink mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) in Northeastern and Eastern Thailand. *Journal of Agriculture*, 32(3), 357-368. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2020). *Data of agricultural production*. Accessed May 9, 2021. Retrieved from <http://www.oae.go.th> (in Thai)
- Popoonsak, S., Tiantad, I., Konkarn, M. & Pongmee, A. (2018). Production of *Metarhizium anisopliae* as pellet bio-product and their application to control *Oryctes rhinoceros* L. *Thai Agricultural Research Journal*, 36(2), 199-210. (in Thai)
- Sukleard, N., Kulsarin, J., Buranapanichpan, S. & Pongprasert, W. (2016). Efficacy of fungal

- bioinsecticides on striped flea beetle control in baby pak choi in highland of Chiang Mai province. *Journal of Agriculture*, 32(2), 171-180. (in Thai)
- Sukonthabhirom na Pattalung, S., Popoonsak, S., Srijuntra, S. & Punyawattoe, P. (2020). *Guidance for Effective and Safe Protection against insects and animal pests from research*. Pest Management/ Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development office, Department of Agriculture. (in Thai)
- Supawan, J., Attasopa, K., Suttiaprapan, P., Poolprasert, P., Chayarop, K., Likhitrakarn, N. & Phuakjaiphaeo, C. (2020). Efficacy of entomopathogenic fungi against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae). *Prawarun Agricultural Journal*, 17(2), 235-246. (in Thai)
- Tanada, Y. & Kaya, H. K. (1993). *Insect pathology*. San Diego: Academic Press.
- Ujjan A. A. & Shahzad, S. (2011). Use of entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* as bio-pesticide against mealybug (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley), the invasive cotton pest. Accessed May 31, 2022. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/233894990>

Research article

Efficacy of *Metarhizium anisopliae* against pink cassava mealybugRuchuon Wanna^{1,2*} Jiraporn Krasaetep¹ and Mongkol Wongsawas¹¹Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, 44150²Resource Management in Agricultural Technology Research Unit, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, 44150

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 9 February 2022

Revised: 9 June 2022

Accepted: 16 June 2022

Online published: 30 June 2022

Keyword*Pink cassava mealybug**Entomopathogenic fungi**Metarhizium anisopliae*

ABSTRACT

Pink cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, is one of the most important pests that cause great damage to cassava. The objectives of this study were to test the efficacy of the entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, against the second instar nymph of pink cassava mealybug in both the laboratory and tested plant conditions. The results showed that after spraying with 1×10^8 conidia/mL of *M. anisopliae* for 3 days in the laboratory condition and for 7 days in the tested plant condition cause the nymph mortality of pink cassava mealybug with 85.79 ± 16.90 percentage and 86.63 ± 5.82 percentage respectively by their efficacy was not the different compared to insecticide spraying with Thiamethoxam at concentration of recommended rate. It proved that *M. anisopliae* become the promising entomopathogenic fungus as a biological agent against insect pests.

^{*}Corresponding author

E-mail address: ruchuon.w@msu.ac.th (R. Wanna)

Online print: 30 June 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.12>

- การเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาอย่างแม่นยำในประเทศไทย
- การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการและการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านหัวบึง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น
- ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพแอมบูทิงสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ
- ผลของระดับโปรตีนในอาหารชั้นและแหล่งของอาหารหยาบ ต่อการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมพื้นเมือง
- ประสิทธิภาพของอาหารสูตรถั่วเหลืองผสมผลไม้ท้องถิ่นต่อการเพิ่มจำนวนแมลงหวี่ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย
- การศึกษาสมบัติทางด้านความหนืดแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวและคั้นหาสนิปส์ของยีน Waxy และ Dull-I ในข้าวโพดข้าวเหนียว
- การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทนและช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดงในพื้นที่ภาคใต้
- ความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อการติดพยาธิเม็ดเลือดในสุนัขที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์เพื่อการเรียนการสอน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าร่วมโครงการธนาคารโคนมทดแทนฝูงของสมาชิกสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด
- แอปพลิเคชันกิจกรรมการเรียนรู้ป่าชุมชนบ้านเชียงเหียน
- การพัฒนาน้ำพริกจากสาหร่ายน้ำจืดเทา (*Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing)
- ประสิทธิภาพของเชื้อราเมธาไรเซียมที่มีต่อเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู