



Online ISSN : 2773-9627

Print ISSN : 1685-8379

PRAWARUN

Vol. 19 No. 2 / DECEMBER 2022

PRAWARUN

AGRICULTURAL JOURNAL

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand

วารสาร เกษตรพอพระคุณ

ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 ธันวาคม 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

ดร.นิศารัตน์ โชติเชย

คณบดีคณะวิทยาการจัดการ รักษาการ

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ ศรีวาปี

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

บรรณาธิการที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.ฐานิดา ศรีหาวงค์

อาจารย์ประจำสาขาวิชา เทคนิคการสัตวแพทย์
และ การพยาบาลสัตว์

บรรณาธิการหลัก

อาจารย์ ดร.วันทนี พลวิเศษ

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

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 วชิราภากร 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. อตถพร รุ่งสิทธิชัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 - 2.8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล เอื้อกลาง คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครราชสีมา
 - 2.9 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ เซว้เครือ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี
 - 2.10 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ เจริญสุวรรณ 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 บรรณาธิการประจำบทความสาขาเทคโนโลยีการอาหาร
 - 3.2 อาจารย์ ดร.นิตติยา ด่านโอภาส บรรณาธิการประจำบทความสาขาวิชาสัตวศาสตร์
 - 3.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ แก่นจันทร์ บรรณาธิการประจำบทความสาขาประมง
 - 3.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์ บรรณาธิการประจำบทความสาขาวิชาพืชศาสตร์
 - 3.5 อาจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ไกรจักร แก้วพรม บรรณาธิการประจำบทความสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์
 - 3.6 อาจารย์ ดร.อุตร จิตจักร บรรณาธิการประจำบทความสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ การเกษตร
 - 3.7 อาจารย์ ดร.มนันยา นันทสาร บรรณาธิการประจำบทความสาขาบริหารธุรกิจเกษตร

4. ฝ่ายจัดการงานวารสารเกษตรพระวรุณ

4.1 อาจารย์ ดร.วันทนี พลวิเศษ	ผู้จัดการวารสาร (Journal Manager)
4.2 อาจารย์วีระเดช โชนสันเทียะ	ผู้พิสูจน์อักษร (Proofreader)
4.3 อาจารย์ ดร.พุทชาติ อิ่มใจ	ผู้ออกแบบกราฟฟิก (Graphic Designer)
4.4 อาจารย์ ดร.มนันยา นันทสาร	บรรณาธิการวารสาร
4.5 นางสาวศรัญญา ภูหัวไร่	ผู้ช่วยบรรณาธิการวารสาร
4.6 นายธรรมชาติ แสงนิล	บรรณาธิการฝ่ายผลิต (Production Editor)
4.7 นางสาวชยาภย์ ฤทธาพรหม	บรรณาธิการฝ่ายผลิต (Production Editor)

กำหนดเผยแพร่

ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน

ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

เครดิตภาพ

อาจารย์ ดร.พุทชาติ 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 2 (Number 2) นี้ประกอบด้วยบทความวิจัย (Research Articles) จำนวน 22 บทความ จากหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยมีกำหนดการเผยแพร่ระหว่างเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2565 ผ่านวารสารตีพิมพ์ในรูปแบบวารสาร (ISSN 1685-8379) และเผยแพร่ออนไลน์ผ่านระบบ Thai Journal online (ThaiJO) (ISSN 2773-9627)

ทางกองบรรณาธิการเกษตรพระวรุณหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นสื่อกลางในการช่วยเผยแพร่องค์ความรู้ใหม่ และงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรแก่ คณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องที่ได้รับข้อมูลที่มีประโยชน์ในการต่อยอดองค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้าและยั่งยืนต่อไป

วารสาร

เกษตรพระวรุณ

PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2565

VOL. 19 NO. 2 July – December 2022

ISSN 1685-8379

สารบัญ

บทความวิจัย (Research Article)

- การคัดแยกและจำแนกพลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Lactobacillus spp.* คัดแยกจากอาหารหมักท้องถิ่นภาคใต้
ศุภชัย นิตินันท์ และ ประมวล ทราญทอง
Isolation and identification of DNA plasmids of *Lactobacillus spp.* isolated from traditional food in Southern Thailand
Supachai Nitipan, and Pramuan Saithong

8
- ผลของการเสริมสารสกัดจากเห็ดหลินเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) ในอาหารต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบเลือด การตอบสนองภูมิคุ้มกัน และการป้องกันภาวะเครียด ออกซิเดชันของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*)
มณี ศรีชนะนันท์, กรกฎ สันทัดการ, สุณีย์ หวันเหลี่ยม และ Md Arefin Rahman
Effects of feed supplemented with split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) by-product extract on growth, blood parameters, immune response and oxidative defense of Asian seabass (*Lates calcarifer*)
Manee Srichanun, Koragot Suntudkam, Sunee Wanlem and Md Arefin Rahman

17
- เปรียบเทียบกายวิภาคและสมบัติของไม้ไผ่ 4 ชนิด จากจังหวัดกาญจนบุรี
เบญจวรรณ ชิวปรีชา, เกศราภรณ์ จันทระเสริฐ และ ชัยมงคล คงภักดี
Comparative culms anatomical and properties of 4 bamboos from Kanchanaburi Province
Benchawon Chiwapreecha, Kadsaraporn Chanprasert and Chaimongkol Kongpakdee

26
- การเปรียบเทียบการเติบโตและผลผลิตของต้นกาแฟโรบัสต้าบางพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ด และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ในพื้นที่อำเภอบางสะพานน้อย
ไยไหม ช่วยหนู, ธรรมธวัช แสงงาม, ปฐมา แทนนาท, วันวิสาข์ วัฒนะพันธ์ศักดิ์ และ อุณารุจ บุญประกอบชา
A comparison of growth and yield of selected robusta clonal seedlings propagated by seeds and tissue culture in Bang Saphan Noi district
Yaimai Chuaynoo, Thamthawat Saengngam, Pathama Thannak, Wanwisa Wattanapunsak, and Unaroj Boonprakob

33
- ความแตกต่างของสายพันธุ์ต่ออัตราการเกิดอู้งาของไก่เนื้อ
ปวีณอัครินทร์ เคนจันทร์, สุรางคณา สุขเลิศ และ นิตยา ทองทิพย์

42

The difference broiler strains on incident of footpad dermatitis

Paweenisaras Khenjan, Surangkana Suklerd and Nittaya Thongtip

- ประสิทธิภาพการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์ ระบบ Smart farming ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ของประเทศไทย 51
รภัฏสา จันทาศรี, วิรุณ โมณะตระกูล, สุจิตรา ภารณัด และ ฉมา มาศ จันทาศรี

Efficiency of organic bitter gourd production utilizing the smart farming systems in Maha Sarakham province, Thailand

Rapatsa Junthasri, Wiroon Monatrakul, Sujitra Pharanat, and Chamamas Juntasri

- ประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ของไก่ดำเขาหลักจังหวัดตรัง 59
ณปภัช ช่วยชูหนู, พัทธรา ธนานุรักษ์, ประพจน์ มลิวัลย์, และ สมคิด ชัยเพชร

Reproductive performance of Khaolak black bone chicken, Trang province

Napapach Chuaychu-noo, Pachara Thananurak, Prapot Maliwan and Somkid Chaipetch

- ห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช 66
จวีร์วรรณ จันทรงค์, ณปภัช ช่วยชูหนู และ ประพจน์ มลิวัลย์

Supply Chain of Native Chicken: Case study Nakhon Sri Thammarat Province

Jareewan Chankong, Napapach Chuaychu-noo and Praphot Maliwan

- ปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 74
ของประเทศไทย

ผากจิต ปาลินทร, จันทงรักษ์ อุดมเศรษฐ์ และ ธานินทร์ คงศิลา

Factors affecting the agricultural careers extension of youth in the Northeastern region of the Kingdom of Thailand

Fakjit Palinthom, Jumnonruk Udomsade and Thanin Kongsila

- การยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของเกษตรกรในอำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี 82
พรรษสรณ์ ชาญบัณตตินันท์, เออวดี เปรมษ์เชื้อย และ อภิชาติ ดะลูนเพียร

Adoption of precision agriculture technology of farmers in Phra Phutthabat district Saraburi Province

Pharssorn Chambunditnun, Aerwadee Premashthira and Apichart Daloonpate

- การตรวจสอบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในผักสมุนไพรที่จำหน่ายตามท้องตลาด ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี 91
สุภัทรา กลางประพันธ์, ศรัณย์ ฉวีรักษ์ และ มณฑิรา พาราณสี

Detection of Pesticide Residues in Herbal Vegetables from Markets in Ubon Ratchathani Province

Supattra Klangprapun, Saran Chaweerak and Monthira Paranassee

- ประสิทธิภาพของการต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในช่องปากและทางเดินหายใจของสารสกัดจากผลมะกอกป่าสุก และ 100
ผลกระทบของสารสกัดต่อน้ำยาฆ่าเชื้อบางชนิด

วุฒิศักดิ์ คุณ, สุภาวดี ปาธาธนานนท์, พิบุรณ์ เห่งณี, วราภรณ์ พันธุ์พรหม และ ปราดา เพชรสุก

Antimicrobial Efficacy of Oral and Respiratory Pathogenic Microorganisms of Ripe Wild Olive Fruit Extract and the effect of the extract on some antiseptics

Wuttisak Kunu, Supawadee Patathananone, Piboon Ngcone, Waraporn Phanphrom and Porada Phetsuk

- การเพิ่มอัตราการผสมติดของแม่โคเนื้อด้วยการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบกำหนดเวลาผสมเทียมด้วยโปรแกรมโคซินค์ 109
ประยุกต์

ธีระยุทธ ชาวุฒิ

Optimization of conception rate of beef cows with fix time artificial insemination estrus synchronization by modified Co-synch

Teerayoot Chawut

- ความคงตัวของสีและการเกิดออกซิเดชันของเนื้อระหว่างการเก็บเย็นจากเนื้อที่ได้รับการเสริมผลมังครในน้ำต้ม 114
อุมาพร แพทย์ศาสตร์, ปิยรัตน์ นาควิโรจน์, โอภาส พิมพา, เจษฎา รัตนวุฒิ และ บดี คำสีเขียว

Color and oxidative stabilities of meat during cold storage from broilers supplemented with *Melastoma malabathricum* in drinking water

Umaporn Pastsart, Piyarat Nakawiroj, Opart Pimpa, Jessada Rattanawut
and Bodee Khamseekhiew

- **ต้นแบบ Smart farming สมุนไพร สู่อการขับเคลื่อนเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนพื้นที่ จังหวัดมหาสารคาม** 120
รภัสสา จันทาศรี และ ฉมามาส จันทาศรี

Model of smart farming herbs towards drive sustainable herbal city of Maha Sarakham Province
Rapatsa Junthasri and Chamamas Juntasri

- **ผลของการใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของชีฟ่อนเค้ก** 128
พรพรรณ พัวไพบูลย์, กุสุมาวดี ฐานเจริญ, สุชาลักษณ์ ธรรมดวงศรี, ธนิชฐนันท์ บุญศรีชนะ,
กมลรัตน์ พลพิมพ์ และ อารยา ตะนัยศรี

Effects of substitution of wheat flour with Hom-Nil rice flour on the quality of
chiffon cake

Pornpan Phuapaboon, Kusumawadee Thancharoen, Suchaluk Thamaduengsri,
Thanitnan Boonsrichana, Kamonrat Phonphim and Arya Tahnaisee

- **ผลการเสริมน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควันไม้ และกรดอินทรีย์ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่** 138
เจษฎา รัตนวุฒิ, บดี คำสีเขียว, อุมพร แพทย์ศาสตร์, โอภาส พิมพ์า และ อารีรัตน์ ทศดี

Effect of dietary supplementation of artificial vinegar, wood vinegar and organic acids on production
performance and egg quality in laying hens

Jessada Rattanawut, Bodee Khamseekhiew, Umaporn Pastsart, Opart Pimpa
and Areerat Todsadee

- **การพัฒนาาระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับความผิดปกติของน้ำในท่อประปาภูเขา ด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่อการเกษตรและอุปโภค** 143
ของชุมชนตาตรินทอง จังหวัดชัยภูมิ

สามารถ ลินทร; สิทธิชัย บุขหมั่น, ประมุข ศรีชัยวงศ์, สมโภช ทองน้ำเที่ยง และ ชนัญชิดา ของผม

Development of a sensor system to detect abnormalities of water in mountain water pipes with IoT
technology for agriculture and consumption of Tadrinthong Community, Chaiyaphum Province

Samart Sinton; Sittichai Budsmun, Pramuk Sichaiwong, Sompoch Tongnamtiang
and Chanunchida Songphum

- **การศึกษาคุณภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยคั้นสด** 150
ธีระรัตน์ ชิมแสน, ภาควงศ์ ถิ่นคำ, แสงเดือน ชนะชัย และ ปิยะรัตน์ จังพล

A study on quality and sensory attributes of fresh sugarcane juice

Theerarat Chinnasaen, Parkpoom Thinkum, Sangduan Chanachai and Piyarat Jungpol

- **การประเมินมูลค่าเศรษฐกิจป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี** 159
มนัส ศรีเปารยะ เทัญพงษ์, และ ดาริน รุ่งกลิ่น

Economic valuation of Chaloe Phra Kiat community forest Ban KhuanYung Surat Thani Province

Manolee Sripaoraya Penpong and Darin Rungklin

- **ผลของชนิดวัสดุห่อต่อคุณภาพผลผลิตมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คแจ็ค** 166
ศิวดล แจ่มจำรัส และ นุชจรี สิงห์พันธ์

Effect of Bagging Materials on Quality of Black jack Fig

Siwadol Chaemchamrat and Nootjaree Singpan

- **Bio-active compounds and antioxidant activity in flowers and seeds of Sunn hemp** 172
Sumran Pimratch, Pornpisanu Thammapat and Tantika Mungkunkamchao



บทความวิจัย

การคัดแยกและจำแนกพลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. คัดแยกจากอาหารหมักท้องถิ่นภาคใต้

ศุภชัย นิตินันท์^{1*} และ ประมวล ทราหยทอง²

¹ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีจุลินทรีย์เพื่อการเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210

²สถาบันคั้นควาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10900

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 28 มิถุนายน 2565
 แก้ไข: 16 สิงหาคม 2565
 ตอบรับการตีพิมพ์: 20 สิงหาคม 2565
 ตีพิมพ์ออนไลน์: 31 สิงหาคม 2565

คำสำคัญ

พลาสมิดดีเอ็นเอ
 โปรตีนลูกผสม
 วัคซีน
 แบคทีเรียกรดแลคติก
 อาหารหมัก

บทคัดย่อ

จีโนม *Lactobacillus* เป็นหนึ่งในแบคทีเรียกรดแลคติกที่พบได้ในอาหารหมักหลากหลายชนิด ในปัจจุบันมีการนำแบคทีเรีย *Lactobacillus* มาใช้เป็นเซลล์เจ้าบ้านสำหรับผลิตโปรตีนลูกผสม (recombinant protein) เพื่อเป็นเอนติเจนที่สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อโรคต่าง ๆ พลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Lactobacillus* มีความจำเพาะแตกต่างของแบคทีเรียแกรมลบ จึงมีการค้นหาและพัฒนาพลาสมิดดีเอ็นเอชนิดใหม่ขึ้นมาใช้ ส่วนใหญ่พลาสมิดดีเอ็นเอเหล่านี้มีการจัดลิขัณที่ควบคุมการอยู่รอดในหลาย ๆ ประเทศ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกและศึกษาความหลากหลายของพลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. คัดแยกได้จากอาหารหมักของท้องถิ่นภาคใต้ เช่น ปลาต้ม ปลาตุ๋น ร้า ปลาแป้นแดง กุ้งส้ม และแหนมเห็ด เป็นต้น จากทั้งหมด 89 ไอโซเลต สามารถสกัดแยกพลาสมิดดีเอ็นเอได้ 20 ไอโซเลต พบพลาสมิดดีเอ็นเอทั้งหมดจำนวน 34 พลาสมิด จากแบคทีเรีย *L. plantarum*, *L. lactis*, *L. acidophilus* และ *L. casei* มีจำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 3 พลาสมิดต่อไอโซเลต ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 2.5 ถึง 15 กิโลเบส (kb) จากการจำแนกด้วยวิธี restriction fragment length polymorphism (RFLP) แสดงให้เห็นว่าพลาสมิดดีเอ็นเอทั้งหมดมีตำแหน่งจดจำของเอนไซม์ *EcoRI* *HindIII* และ *BamHI* ทั้งหมด 8 รูปแบบ

บทนำ

พลาสมิดดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรมที่อยู่นอกโครโมโซมสามารถจำลองตัวเองได้อย่างอิสระเพราะมีตำแหน่งเริ่มต้นของการจำลองตัวเอง (origin of replication) พลาสมิดดีเอ็นเออาจมีตำแหน่งยีนของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจำลองตัวเอง (replication protein) เช่น *repA*, *repB* และ *repC* (Jie et al., 2017) ยีนของโปรตีนที่ทำหน้าที่ส่งผ่านพลาสมิดดีเอ็นเอไปยังเซลล์แบคทีเรียผู้รับด้วยกระบวนการ conjugation เช่น *Mob* (mobilization protein) (Asteri et al., 2010) บางชนิดอาจพบยีนดื้อยาปฏิชีวนะ (Feld et al., 2009) และยีนของการสร้าง bacteriocin (Van Reene et al., 2003) เป็นต้น พลาสมิดดีเอ็นเอมีความสำคัญกับการสร้างโปรตีนลูกผสม (recombinant protein) ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง (vector) สำหรับถ่ายโอนยีนเข้าสู่เซลล์ผู้รับส่วนใหญ่นิยมใช้เซลล์ผู้รับเป็นแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* สายพันธุ์ต่าง ๆ เช่น DH5, JM109 หรือ TOP10 เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำแบคทีเรียกรดอาหาร (food grade bacteria) เช่น *Lactobacillus plantarum* (Suphatphirapol et al., 2019)

L. curieae (Zhu et al., 2020) *L. casei* (Zhang et al., 2019; Hua et al., 2021) และ *L. acidophilus* (Zang et al., 2020) ใช้เป็นเซลล์ผู้รับสำหรับผลิตโปรตีนลูกผสมแต่แบคทีเรีย *Lactobacillus* ต้องการพลาสมิดดีเอ็นเอที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว มีรายงานการพบพลาสมิดดีเอ็นเอจาก *Lactobacillus* มากกว่า 22 สายพันธุ์ มีขนาดหลากหลายตั้งแต่ 1.81 – 242.96 kb จำนวนตั้งแต่ 1 – 10 พลาสมิดต่อสายพันธุ์ *L. plantarum* เป็นแบคทีเรียที่พบในอาหารหมัก เช่น ซาวเคราท์ (sauerkraut) กิมจิ (kimchi) และ ขนมปังขาวโดว์จ์ (sourdough bread) (Siezen & Van Hylckama Vlieg, 2011) มีการรายงานลำดับนิวคลีโอไทด์ของพลาสมิดดีเอ็นเอจาก *L. plantarum* มากกว่า 56 ชนิด ในฐานข้อมูลสาธารณะและมีการวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนต่าง ๆ บนพลาสมิดดีเอ็นเอ ส่วนใหญ่เป็นยีนของโปรตีนที่ยังไม่ทราบหน้าที่ (putative protein) มีเพียงบางพลาสมิดดีเอ็นเอที่พบตำแหน่งของยีนเกี่ยวกับการดื้อยาปฏิชีวนะ (Feld et al., 2009) การสังเคราะห์ exopolysaccharide (Crowley et al., 2013) การนำ chloride และ potassium เข้าเซลล์ (Chen et al., 2012) ด้านทานต่อ bacteriophage (Eguchi et al., 2000)

*Corresponding author

E-mail address: nisupachai@tsu.ac.th (S. Nitipan)

Online print: 31 August 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.2022.13>

และยีนของการสร้าง bacteriocin (van Reene et al., 2003) พลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Lactobacillus* มีคุณสมบัติแตกต่างจากพลาสมิดดีเอ็นเอของ *E. coli* โดยเฉพาะตำแหน่งเริ่มต้นของการจำลองตัวเอง (ori: origin of replication) เป็นส่วนสำคัญของการจำลองตัวเอง พลาสมิดดีเอ็นเอขนาดเล็กมีการจำลองตัวเองแบบ rolling-circle replication (RCR) ในขณะที่พลาสมิดดีเอ็นเอขนาดใหญ่ เช่น pMD5057, pWCF5103 และ pST-III มีการจำลองแบบ theta replication (Pan et al., 2011; Cho et al., 2013) พลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* หลายชนิดถูกพัฒนาใช้สำหรับการผลิตโปรตีนลูกผสม เพื่อใช้เป็นแอนติเจนป้องกันโรค ตัวอย่างเช่น *L. plantarum* NC8 ผลิตโปรตีน goose parvovirus VP2 (Liu et al., 2017) *L. lactis* ผลิตโปรตีน type 3 capsular polysaccharide (Gilbert et al., 2000) *Lactobacillus* strains LA4356-pH และ DLD17-pH ผลิตโปรตีน HPAI virus protein hemagglutinin 1 (Wang et al., 2012) และ *L. plantarum* TLG02 (WCFS1 derivative, D-alanine auxotroph) ผลิตโปรตีนลูกผสม KU_Sej_LRR_2012 (Nitipan et al., 2013; Suphatpahirapol et al., 2019) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการสร้างโปรตีนลูกผสมด้วยพลาสมิดดีเอ็นเอและแบคทีเรีย *Lactobacillus* ที่กล่าวมาข้างต้นยังคงมีข้อจำกัดเนื่องจากพลาสมิดดีเอ็นเอเหล่านี้มีการปรับเปลี่ยนข้อมูลนิวคลีโอไทด์ให้เหมาะสมกับเซลล์เจ้าบ้านโดยนักวิจัยจากต่างประเทศ และมีการคุ้มครองสิทธิไว้ในหลาย ๆ ประเทศ ทำให้การใช้พลาสมิดดีเอ็นเอเหล่านี้ต้องขออนุญาตและมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของพลาสมิดดีเอ็นเอดั้งเดิมจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. ที่คัดแยกได้จากอาหารหมักหลายชนิด จัดจำแนกชนิดของแบคทีเรียด้วยการทดสอบความสามารถในการย่อยแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน (API50 CHL kit) และยืนยันผลด้วยข้อมูลของยีน *16S rRNA* แล้วสกัดแยกพลาสมิดเพื่อศึกษาความหลากหลายด้วยเทคนิค restriction fragment length polymorphism (RFLP) ด้วยเอนไซม์ *EcoRI*, *HindIII* และ *BamHI* เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนำไปใช้พัฒนาเป็นพลาสมิดดีเอ็นเอสร้างโปรตีนลูกผสมในแบคทีเรียกรดอาหารต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การคัดแยกแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. จากอาหารหมัก

คัดแยกแบคทีเรียกรดแลคติกจากอาหารหมัก ได้แก่ ปลาสาม ปลาตุ๋น ปลาแป้งแดง กุ้งส้ม แหนมเห็ดนางฟ้า บูดู ไตปลา และปลาเค็ม โดยนำตัวอย่างปลาสามตัวอย่างละ 25 g บดย่อยในสารละลาย 0.85% NaCl ปริมาตร 225 ml จากนั้นทำการเจือจางด้วยวิธี 10-fold serial dilution จนได้ความเข้มข้นเป็น 10^{-6} ดูดส่วนใสจากความเข้มข้นที่ 10^{-3} – 10^{-6} ปริมาตร 100 μ l ทดลงในอาหาร MRS (Man, Rogosa and Sharpe) agar ที่ผสม 0.2% bromocresol purple จากนั้นเลี้ยงในโถไร้อากาศ (anaerobic jar) บ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เลือกแบคทีเรียกรดแลคติกที่แสดงลักษณะวงใสสีเหลือง นำไป re-streak บนอาหารแข็ง MRS อีกครั้ง ทดสอบคุณสมบัติทางเคมีเบื้องต้นของแบคทีเรียกรดแลคติก ได้แก่ ย้อมติดสีแกรม ทดสอบการสร้างเอนไซม์แคตาเลส

ตามวิธีมาตรฐาน AOAC (2005) และทดสอบการย่อยน้ำตาลด้วยชุดทดสอบ API 50CHL แล้วยืนยันผลด้วยข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *16S rRNA*

การจำแนกแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. ด้วยชุดทดสอบ API50 CHL และวิธี *16S rRNA*

ดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิต (Biomérieux, France) โดยมีวิธีดังนี้ เลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเหลว MRS บ่มเก็บเซลล์แบคทีเรียที่ความเร็ว 3,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที ล้างด้วย 0.85% NaCl จำนวน 2 ครั้ง นำเซลล์แบคทีเรียมาเจือจางด้วย API 50 CHL medium ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 2.0 McFarland แบ่งเซลล์แบคทีเรียใส่ลงใน strip ของชุดทดสอบ จำนวนทั้งหมด 50 ช่อง ปิดทับผิวหน้าของแต่ละช่องด้วย paraffin oil บ่มที่อุณหภูมิ 37 ± 2 °C สังเกตการเปลี่ยนแปลงในช่วงวันที่ 24 และ 48 โดยช่องที่มีการกักขังจะเปลี่ยนสีจากน้ำเงิน-ม่วงเป็นสีเหลือง จากนั้นนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล apiweb (<https://apiweb.biomérieux.com/servlet/Identify>) เพื่อยืนยันชนิดของแบคทีเรีย

สกัด gDNA ของแบคทีเรียด้วยชุดทดสอบ PureLink genomic DNA mini kit (Invitrogen, USA) ดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพิ่มปริมาณยีน *16S rRNA* ด้วยไพรเมอร์ 27f (5'-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-3') และ 1525r (5'-AAGGAGGTGTTCARCC-3') (Lane, 1991) เตรียมส่วนผสมปฏิกิริยา 25 μ l ประกอบด้วย 2X OnePCR™ Plus master mix (GeneDireX, USA) ปริมาตร 12.5 μ l ไพรเมอร์แต่ละชนิดความเข้มข้น 25 mM ปริมาตร 0.3 μ l และ gDNA ต้นแบบ 10 ng ปรับปริมาตรด้วย nuclease-free sterile water ให้ได้ 25 μ l จากนั้นนำตัวอย่างไปดำเนินการต่อโดยใช้ thermal cycler โดยใช้อุณหภูมิดังต่อไปนี้ 95 °C 5 นาที แล้วต่อด้วย 35 รอบ ของ 95 °C 45 วินาที 55 °C 30 วินาที และ 72 °C 30 วินาที หลังจากครบ 35 รอบใช้อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นวิเคราะห์ผลผลิตจากการทำ PCR ด้วย 1.5% agarose gel electrophoresis ให้ไฟฟ้าความต่างศักย์ 100 โวลต์ 30 นาที ย้อมด้วย SyBr® gold (GeneDireX, USA) จากนั้นนำไปถ่ายภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพ ChemiDoc™ MP system (BIO-RAD, USA) แล้วส่งวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *16S rRNA* จากนั้นนำรหัสพันธุกรรมที่ได้มาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank ด้วยวิธี BLAST

การคัดแยกพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp.

การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. ด้วยวิธีดัดแปลงจาก alkaline-detergent lysis (Klaenhammer, 1984) ตะกอนเซลล์แบคทีเรียเลี้ยงในอาหาร MRS ปริมาตร 2 ml ปั่นเหวี่ยงที่ 3000 x g ละลายตะกอนเซลล์ด้วยสารละลาย 25% sucrose ที่เติม 30 mg/ml บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเติมสารละลาย alkaline SDS (ประกอบด้วย 0.2 N NaOH และ 3% SDS) บ่มเป็นเวลา 7 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เติม 3 M sodium acetate (pH 4.8) ที่เย็นจัด แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 x g ที่ 4 °C นาน 15 นาที ย้ายส่วนใสในหลอดใหม่แล้วเติมฟีนอล คลอโรฟอร์มและไอโซโพรพานอล (phenol: chloroform: isopropanol (25:24:1)) ผสมให้เข้ากัน ปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 x g ที่ 4 °C นาน 10 นาที ย้ายส่วนใสในหลอดใหม่แล้วเติม 95% เอทานอล (เย็นจัด) ปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 x g ที่ 4 °C นาน 10 นาที จากนั้นทำให้

บริสุทธิ์ ด้วยชุดสกัด QIAprep spin miniprep kit (QIAGEN, Germany) ย้ายส่วนใสลงในคอลัมน์ QIAprep spin column ปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 x g ที่ 4 °C นาน 1 นาที เติมน้ำ PE buffer ปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 x g ที่ 4 °C นาน 1 นาที ที่ส่วนใส ย้ายคอลัมน์ใสในหลอดใหม่ เติมน้ำ EB buffer 50 µl บ่มที่อุณหภูมิห้อง 2 นาที ปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 x g ที่ 4 °C นาน 1 นาที เก็บส่วนใสที่มีพลาสมิดดีเอ็นเอไว้สำหรับวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

จัดกลุ่มพลาสมิดดีเอ็นเอที่ได้ด้วยวิธี RFLP

แบ่งกลุ่มพลาสมิดดีเอ็นเอที่ได้ตามขนาดด้วยวิธี 1.5% agarose gel electrophoresis และแยกความแตกต่างของพลาสมิดดีเอ็นเอด้วยวิธี RFLP ตัดพลาสมิดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *EcoRI*, *HindIII* และ *BamHI* (ThermoFisher Scientific, USA) มีองค์ประกอบดังนี้ 10X FastDigest® Green buffer ปริมาตร 2 µl FastDigest® enzyme ปริมาตร 1 µl และพลาสมิดดีเอ็นเอ 1 µg แล้วปรับปริมาตรด้วย nuclease-free sterile water ให้ได้ 20 µl บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 90 นาที จากนั้นหยุดกิจกรรมของเอนไซม์ด้วยการบ่มที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้วตรวจสอบผลการตัดด้วย 2.0% agarose gel electrophoresis ย้อมด้วยสี SyBr gold (GeneDireX, USA)

ผลการวิจัย

การคัดแยกและจำแนกชนิดของแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp.

แบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. จำนวน 89 ไอโซเลต (Table 1) คัดแยกได้จากตัวอย่าง ปลาสด (45 ไอโซเลต) ปลาตุ๋น (12 ไอโซเลต) ปลาแปงแดง (18 ไอโซเลต) กุ้งส้ม (4 ไอโซเลต) แหนมเห็ดนางฟ้า (3 ไอโซเลต) บูดู (2 ไอโซเลต) ปลาเค็ม (3 ไอโซเลต) และโตปลา (2 ไอโซเลต) ทั้งหมดเป็นแบคทีเรียรูปท่อนสั้น (short rod) ติดสีย้อมแกรมบวก และสร้างเอนไซม์เคตาเลส จากการจำแนกโดยใช้ข้อมูลของยีน *16S rRNA* เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล สามารถจำแนกได้ทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ *L. plantarum* (39 ไอโซเลต) *L. lactis* (24 ไอโซเลต) *L. amylovorus* (12 ไอโซเลต) *L. casei* (7 ไอโซเลต) *L. acidophilus* (4 ไอโซเลต) *L. farciminis* (2 ไอโซเลต) และ *L. graminis* (1 ไอโซเลต) คิดเป็น 43.8, 26.9, 13.5, 7.9, 4.6, 2.2 และ 1.1% ตามลำดับ ผลการทดสอบการย่อยแหล่งคาร์บอนต่างชนิดด้วยชุดทดสอบ API50CHL เปรียบเทียบผลกับฐานข้อมูลใน APIweb™ พบว่าตัวแทนของแต่ละกลุ่มให้ผลการทดสอบสอดคล้องกับการจำแนกด้วยวิธี 16S rDNA

การคัดแยกและจำแนกชนิดของพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรียที่คัดแยกได้

การคัดแยกพลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp ด้วยวิธี alkaline-detergent lysis และทำบริสุทธิ์ด้วยชุดสกัด QIAprep miniprep plasmid purification kit (QIAGEN, Germany) พบพลาสมิดดีเอ็นเอจำนวนทั้งหมด 34 พลาสมิด (Table 2) จากแบคทีเรีย *L. plantarum* (12 ไอโซเลต) *L. lactis* (5 ไอโซเลต) *L. acidophilus* (2 ไอโซเลต) และ *L. casei* (1 ไอโซเลต) จำนวนพลาสมิด 19, 10, 4 และ 1 พลาสมิด ตามลำดับ (Table 2) จากการวิเคราะห์ขนาดของพลาสมิดดีเอ็นเอด้วยวิธี 2% agarose gel electrophoresis แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ พลาสมิดขนาดเล็กมีขนาดประมาณ 2.5, 3.0 และ 3.5 kb และขนาดใหญ่ประมาณ 15 kb พลาสมิดดีเอ็นเอทั้งหมดจำนวน 34 พลาสมิด ประกอบด้วยขนาด 2.5 kb จำนวน 19 พลาสมิด ขนาด 3.0 kb จำนวน 11 พลาสมิด ขนาด 3.5 kb จำนวน 2 พลาสมิด และขนาด 15 kb จำนวน 2 พลาสมิด (Figure 1 และ Table 3)

การจัดกลุ่มพลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. ด้วยวิธี RFLP

การจัดกลุ่มพลาสมิดดีเอ็นเอด้วยวิธี RFLP โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ 3 ชนิด คือ *EcoRI*, *HindIII* และ *BamHI* พบความแตกต่างทั้งหมด 8 รูปแบบ ดังนี้ รูปแบบที่ 1 ตัดด้วยเอนไซม์ *HindIII* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 0.8 และ 1.7 kb รูปแบบที่ 2 ตัดด้วยเอนไซม์ *HindIII* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 0.5, 0.6 และ 1.9 kb รูปแบบที่ 3 ตัดด้วยเอนไซม์ *HindIII* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 0.6, 1.0 และ 1.4 kb รูปแบบที่ 4 ตัดด้วยเอนไซม์ *HindIII* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 0.8 และ 2.7 kb รูปแบบที่ 5 ตัดด้วยเอนไซม์ *EcoRI* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 0.6 และ 1.9 kb รูปแบบที่ 6 ตัดด้วยเอนไซม์ *BamHI* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 0.5 และ 2.5 kb รูปแบบที่ 7 สามารถตัดด้วยเอนไซม์ 2 ชนิด (ตัดคนละครั้ง) คือ *EcoRI* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 0.2 และ 2.3 kb และ *HindIII* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 0.7 และ 1.8 kb และรูปแบบที่ 8 สามารถตัดด้วยเอนไซม์ 2 ชนิด (ตัดคนละครั้ง) คือ *HindIII* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 1.1, 1.5, 2.5 และ 9.9 kb และเอนไซม์ *BamHI* ได้ชิ้นส่วน DNA ขนาดประมาณ 1.8, 3.3 และ 9.9 kb รายละเอียดแสดงใน Figure 2 และ Table 4

Table 1 Isolation of *Lactobacillus* spp. from fermented food

Fermented food	Lp	Ll	Lam	Lc	Lac	Lf	Lg	Total
Pla-som	18	10	9	5	–	2	1	45
Pla-duk-ra	6	6	–	–	–	–	–	12
Pla-pang-dang	6	6	3	2	1	–	–	18
Kung-som	2	–	–	–	2	–	–	4
Nham-hed-nang-fa	3	–	–	–	–	–	–	3
Budu	1	–	–	–	1	–	–	2
Pla kem	1	2	–	–	–	–	–	3
Tai pla	2	–	–	–	–	–	–	2
Total	39	24	12	7	4	2	1	89

Lp: *L. plantarum*, Ll: *L. lactis*, Lam: *L. amylovorus*, Lc: *L. casei*, Lac: *L. acidophilus*, Lf: *L. farciminis*, Lg: *L. graminis*

Table 2 The number of *Lactobacillus* spp. isolates containing DNA plasmids

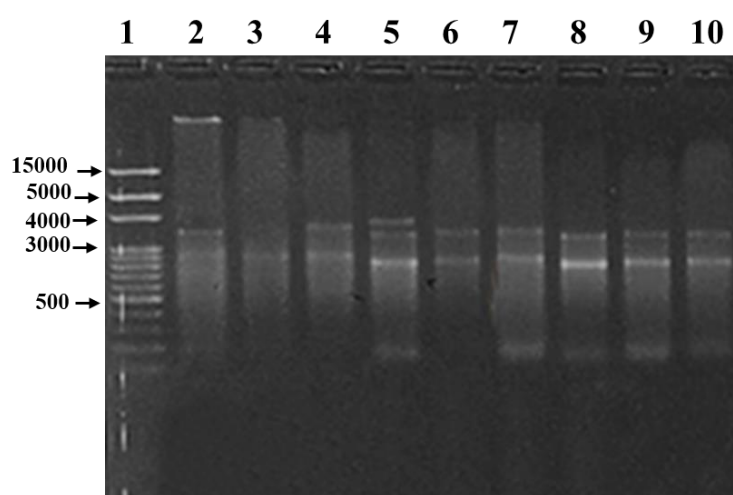
Name (n: total isolates)	Number of isolates			
	No plasmid	1 plasmid	2 plasmids	3 plasmids
<i>L. plantarum</i> (n=41)	27	5	4	2
<i>L. lactis</i> (n=24)	19	3	2	1
<i>L. amylovorus</i> (n=13)	12	–	–	–
<i>L. acidophilus</i> (n=7)	5	–	2	–
<i>L. farciminis</i> (n=3)	3	–	–	–
<i>L. casei</i> (n=2)	2	1	–	–
<i>L. graminis</i> (n=1)	1	–	–	–
Total	69	9	8	3

Table 3 The DNA plasmids isolated from *Lactobacillus* spp.

No.	Isolates Name	Plasmid name	Plasmid size (kb)	Sources	Organisms
1	Lp72/12	pLP2.5–1	2.5	Pla-som	<i>L. plantarum</i>
2	Lp72/19	pLP2.5–2	2.5	Pla-som	<i>L. plantarum</i>
3	Lp120/13	pLP2.5–3	2.5	Pla-som	<i>L. plantarum</i>
4	Lp120/17	pLP2.5–7	2.5	Pla-som	<i>L. plantarum</i>
5	LpPD04	pLP2.5–4	2.5	Pla-pang-dang	<i>L. plantarum</i>
6	Ll48/5	pLL2.5–2	2.5	Pla-som	<i>L. lactis</i>
7	Ll72/9	pLL2.5–5	2.5	Pla-som	<i>L. lactis</i>
8	Ll72/13	pLL2.5–6	2.5	Pla-som	<i>L. lactis</i>
9	Lc48/2	pLC3.0–1	3.0	Pla-som	<i>L. casei</i>
10	Lp72/27	pLP2.5–11, pLP3.0–4	2.5, 3.0	Pla-som	<i>L. plantarum</i>
11	Lp96/14	pLP2.5–5, pLP3.0–2	2.5, 3.0	Pla-som	<i>L. plantarum</i>
12	Lp96/17	pLP2.5–6, pLP3.0–3	2.5, 3.0	Pla-som	<i>L. plantarum</i>
13	LlPD01	pLL2.5–4, pLL3.0–3	2.5, 3.0	Pla-pang-dang	<i>L. lactis</i>
14	LlPD06	pLL2.5–1, pLL3.0–1	2.5, 3.0	Pla-pang-dang	<i>L. acidophilus</i>
15	LackS01	pLA2.5–1, pLA3.0–1	2.5, 3.0	Kung-som	<i>L. plantarum</i>
16	LpPD06	pLP2.5–9, pLP3.0–5	2.5, 3.5	Pla-pang-dang	<i>L. plantarum</i>
17	LackS02	pLA2.5–2, pLA3.5–1	2.5, 3.5	Kung-som	<i>L. acidophilus</i>
18	LlPR03	pLL2.5–3, pLL3.0–2, pLL3.5–1	2.5, 3.0, 3.5	Pla-duk-ra	<i>L. lactis</i>
19	Lp72/29	pLP2.5–8, pLP3.0–1, pLP15–1	2.5, 3.0, 15	Pla-som	<i>L. plantarum</i>
20	Lp120/31	pLP2.5–10, pLP3.0–6, pLP15–2	2.5, 3.0, 15	Pla-som	<i>L. plantarum</i>

Table 4 The approximate fragments size of the extracted plasmids DNA from RFLP classification

Groups	Plasmid name	Plasmid size (bp)	Fragment DNA size (bp)		
			<i>Hind</i> III	<i>Eco</i> RI	<i>Bam</i> HI
1	pLP2.5-1	2500	800, 1700	–	–
	pLP2.5-2	2500	800, 1700	–	–
	pLP2.5-3	2500	800, 1700	–	–
	pLP2.5-7	2500	800, 1700	–	–
	pLP2.5-11	2500	800, 1700	–	–
	pLL2.5-2	2500	800, 1700	–	–
	pLL2.5-3	2500	800, 1700	–	–
	pLL2.5-5	2500	800, 1700	–	–
	pLL2.5-6	2500	800, 1700	–	–
	pLA2.5-1	2500	800, 1700	–	–
2	pLA2.5-2	2500	800, 1700	–	–
	pLP3.0-1	3000	500, 600, 1900	–	–
	pLP3.0-2	3000	500, 600, 1900	–	–
	pLP3.0-3	3000	500, 600, 1900	–	–
	pLP3.0-5	3000	500, 600, 1900	–	–
	pLL3.0-1	3000	500, 600, 1900	–	–
3	pLL3.0-3	3000	500, 600, 1900	–	–
	pLA3.0-1	3000	600, 1000, 1400	–	–
4	pLL3.5-1	3500	800, 2700	–	–
	pLA3.5-1	3500	800, 2700	–	–
5	pLP2.5-4	2500	–	600, 1900	–
	pLP2.5-5	2500	–	600, 1900	–
	pLP2.5-6	2500	–	600, 1900	–
	pLP2.5-9	2500	–	600, 1900	–
	pLL2.5-1	2500	–	600, 1900	–
	pLL2.5-4	2500	–	600, 1900	–
	pLP3.0-4	3000	–	600, 1900	–
	pLP3.0-6	3000	–	600, 1900	–
6	pLL3.0-2	3000	–	600, 1900	–
	pLC3.0-1	3000	–	–	500, 2500
7	pLP2.5-8	2500	700, 1800	200, 2300	–
	pLP2.5-10	2500	700, 1800	200, 2300	–
8	pLP15-1	15000	1100, 1500, 2500, 9900	–	1800, 3300, 9900
	pLP15-2	15000			

**Figure 1** Plasmid profile of *Lactobacillus* spp.: lane 1 molecular mass marker 1 kb plus, lane 2 *L. plantarum* Lp72/29, lane 3 *L. plantarum* Lp72/12, lane 4 *L. plantarum* Lp96/14, lane 5 *L. lactis* LIPR03, lane 6 *L. lactis* LIPD01, lane 7 *L. lactis* LIPD06, lane 8 *L. plantarum* Lp72/27, lane 9 *L. plantarum* Lp96/17, lane 10 *L. acidophilus* LackS01

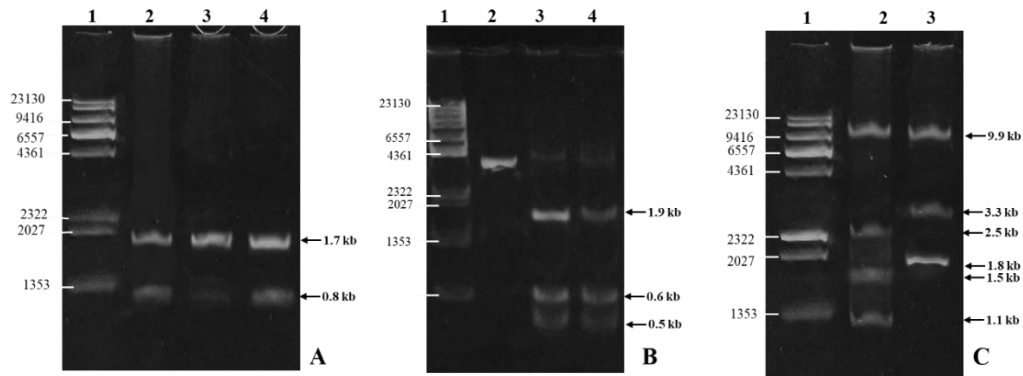


Figure 2 Restriction pattern of *Lactobacillus* plasmids, (A) lane 2 *Hind*III digested pLP2.5-1 plasmid, lane 3 *Hind*III digested pLL2.5-2, lane 3 *Hind*III digested pLA2.5-1, (B) lane 2 pLP3.0-2 (uncut), lane 3 *Hind*III digested pLP3.0-1, lane 4 *Hind*III digested pLL3.0-1, (C) lane 2 *Hind*III digested pLP15-1, lane 3 *Bam*HI digested pLP15-1, and lane 1 of all molecular mass marker Lambda DNA *Hind*III

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษานี้สามารถคัดแยกพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* ด้วยวิธี alkaline-detergent lysis ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานของการสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* (Lin et al., 2001; Jie et al., 2017) และคัดแยกชิ้นตอนการทำบริสุทธิ์พลาสมิดดีเอ็นเอด้วย QIAprep spin miniprep kit (Weber et al., 1998) พบพลาสมิดดีเอ็นเอได้ทั้งหมด 34 พลาสมิด จากแบคทีเรีย *L. plantarum*, *L. lactis*, *L. acidophilus* และ *L. casei* มีขนาดตั้งแต่ 2.5 – 15 kb พลาสมิดดีเอ็นเอสูงสุดจำนวน 3 พลาสมิดต่อไอโซเลต จากแบคทีเรีย *L. plantarum* (Lp72/29 และ Lp120/31) และ *L. lactis* (LIPR03) แสดงถึงความหลากหลายต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานก่อนหน้านี้ เช่น พลาสมิดดีเอ็นเอของ *L. plantarum* strain 16 มีจำนวนมากถึง 10 พลาสมิด (pLp16A – pLp16L) ขนาดตั้งแต่ 6.46 – 74.08 kb (Crowley et al., 2013) *L. plantarum* ไอโซเลต A15, F31, F32, F33, F34 และ F35 คัดแยกจากตัวอย่างหมักของประเทศไทยมีพลาสมิดดีเอ็นเอจำนวน 6 – 8 พลาสมิดต่อไอโซเลต มีขนาดตั้งแต่ 1 – 19.3 kb (Auputinan et al., 2011) พลาสมิดดีเอ็นเอของ *L. reuteri* KCTC 3678 พบทั้งหมด 6 (Moon et al., 2008) และ *L. plantarum* WCFS1 พบ 3 พลาสมิด ได้แก่ pWCFS101, pWCFS102 และ pWCFS103 ขนาด 1.917, 2.365 และ 36.07 kb (Kranenburg et al., 2005) เป็นต้น แบคทีเรียที่คัดแยกได้จากการศึกษานี้ส่วนใหญ่มีพลาสมิดเพียง 1 หรือ 2 พลาสมิดต่อไอโซเลต สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ เช่น แบคทีเรีย *L. acidophilus* คัดแยกจากนมหมักของประเทศปากีสถานมีพลาสมิดดีเอ็นเอเพียง 2 พลาสมิด ขนาด 2.3 และ 23 kb แบคทีเรีย *L. casei* พบพลาสมิดดีเอ็นเอเพียง 1 พลาสมิดต่อไอโซเลต ขนาด 6.5 และ 20 kb ตามลำดับ (Soomro & Masud, 2007) *L. acidophilus* ACA-DC 1533 พบพลาสมิด pLAC1 ขนาด 3.5 kb (Asterie et al., 2010) *L. plantarum* NC7 พบพลาสมิด p256 ขนาด 7.2 kb (Sorvig et al., 2005) และ *L. sakei* RV332 พบพลาสมิด pRV500 ขนาด 13 kb (Alpert et al., 2003) เป็นต้น ทั้งนี้ ความแตกต่างของจำนวนพลาสมิดในแบคทีเรียอาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมที่อาศัยต่างกันจึง

มีถิ่นที่เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมต่างกัน เช่น ถิ่นที่เกี่ยวกับการเมทาบอลิซึม (promoting growth trait) ถิ่นด้านทานความเครียดจากสิ่งแวดล้อม (environmental stress resistant genes) และยีนของการสร้างแบคทีริโอซิน (bacteriocin production gene) ส่วนใหญ่ยีนเหล่านี้มีตำแหน่งอยู่บนพลาสมิดดีเอ็นเอ (Mills et al., 2006)

พลาสมิดดีเอ็นเอที่แยกได้มีความแตกต่างของตำแหน่งจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะ 3 ชนิด คือ *Eco*RI (GAATTC), *Hind*III (AAGCTT) และ *Bam*HI (GGATCC) เป็นเอนไซม์ที่มีตำแหน่งจดจำแบบ 6 นิวคลีโอไทด์ (6 cutter) มีรายงานการใช้เอนไซม์ทั้งสามชนิดในการศึกษาความหลากหลายของพลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Vibrio anguillarum* (Pedersen et al., 1996) จากการวิเคราะห์พบความแตกต่างของการตัดทั้งหมด 8 รูปแบบ แบ่งเป็นมีตำแหน่งจดจำของเอนไซม์เพียงชนิดเดียว คือ *Hind*III (4 รูปแบบ) *Eco*RI (1 รูปแบบ) และ *Bam*HI (1 รูปแบบ) และมีตำแหน่งจดจำของเอนไซม์ 2 ชนิด คือ *Hind*III กับ *Eco*RI (1 รูปแบบ) และ *Hind*III กับ *Bam*HI (1 รูปแบบ) แสดงให้เห็นว่าพลาสมิดดีเอ็นเอของแบคทีเรีย *Lactobacillus* มีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับในปัจจุบันมีการรายงานลำดับนิวคลีโอไทด์ของพลาสมิดดีเอ็นเอไว้มากกว่า 50 ชนิด (Gao et al., 2011; Siezen et al., 2010; Panya et al., 2012)

สรุปผลการวิจัย

พลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* spp. คัดแยกได้จากอาหารหมักท้องถิ่นของภาคใต้ มีทั้งหมด 4 ขนาด คือ 2.5, 3.0, 3.5 และ 15 kb แบคทีเรีย *L. plantarum* และ *L. lactis* เป็นสายพันธุ์ที่พบพลาสมิดดีเอ็นเอมากที่สุด มีจำนวน 1 ถึง 3 พลาสมิดต่อไอโซเลต มีความหลากหลายของลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยเฉพาะตำแหน่งจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Eco*RI, *Hind*III และ *Bam*HI แตกต่างกันทั้งหมด 8 รูปแบบ อย่างไรก็ตามต้องมีการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของพลาสมิดดีเอ็นเอ วิเคราะห์ตำแหน่งของยีนบนพลาสมิดและประเมินความปลอดภัยของพลาสมิดดีเอ็นเอก่อน จึงจะระบุได้ว่าพลาสมิดเหล่านี้สามารถใช้สำหรับการผลิตโปรตีนลูกผสมในแบคทีเรียกรดอาหารได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ

References

- Alpert, C. A., Crutz-Le Coq, A. M., Malleret, C., & Zagorec, M. (2003). Characterization of a theta-type plasmid from *Lactobacillus sakei*: a potential basis for low-copy-number vectors in Lactobacilli. *Applied Environmental Microbiology*, 69(9), 5574–5584.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *FDA bacteriological analytical manual*. 18th ed. Washington DC.
- Asteri, I. A., Papadimitriou, K., Boutou, E., Anastasiou, R., Pot, B., Vorgias, C. E., & Tsakalidou, E. (2010). Characterization of pLAC1, a cryptic plasmid isolated from *Lactobacillus acidipiscis* and comparative analysis with its related plasmids. *International Journal of Food Microbiology*, 141(3), 222–228.
- Auputinan, P., Tragoolpua, Y., Pruksakorn, S., & Thongwei, N. (2011). Profile of plasmids in Lactobacilli isolated from fermented food. *Chiang Mai Journal of Science*, 38(4), 648–652.
- Chen, C., Ai, L. Z., Zhou, F., Ren, J., Sun, K., Zhang, H., Chen, W., & Guo, B. (2012). Complete nucleotide sequence of plasmid pST-III from *Lactobacillus plantarum* ST-III. *Plasmid*, 67(3), 236–244.
- Cho, G. S., Huch, M., Mathara, J. M., Van Belkum, M. J., & Franz, C. M. A. P. (2013). Characterization of pMRI 5.2, a rolling-circle-type plasmid from *Lactobacillus plantarum* BFE 5092 which harbours two different replication initiation genes. *Plasmid*, 69(2), 160–171.
- Crowley, S., Bottacini, F., Mahony, J., & Van Sinderen, D. (2013). Complete genome sequence of *Lactobacillus plantarum* strain 16, a broad-spectrum antifungal-producing lactic acid bacterium. *Genome Announcement*, 1(4), e00533–13.
- Eguchi, T., Doi, K., Nishiyama, K., Ohmomo, S., & Ogata, S. (2000). Characterization of a phage resistance plasmid, pLKS, of silage – making *Lactobacillus plantarum* NGR10101. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 64(4), 751–756.
- Feld, L., Bielak, E., Hammer, K., & Wilcks, A. (2009). Characterization of a small erythromycin resistance plasmid pLFE1 from the food-isolate *Lactobacillus plantarum* M345. *Plasmid*, 61(3), 159–170.
- Gao, Y., Lu, Y., Teng, K. L., Chen, M. L., Zheng, H. J., Zhu, Y. Q., & Zhong, J. (2011). Complete genome sequence of *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* CV56, a probiotic strain isolated from the vaginas of healthy women. *Journal of Bacteriology*, 193(11), 2886–2887.
- Gilbert, C., Robinson, K., Le Page, R. W., & Wells, J. M. (2000). Heterologous expression of an immunogenic pneumococcal type 3 capsular polysaccharide in *Lactococcus lactis*. *Infection and Immunity*, 68(6), 3251–3260.
- Hua, X., Zhou, Y., Feng, Y., Duan, K., Ren, X., Sun, J., Gao, S., Wang, N., Li, J., Yang, J., Xia, D., Li, C., Guan, X., Chi, W., & Liu, M. (2021). Oral vaccine against IPNV based on antibiotic-free resistance recombinant *Lactobacillus casei* expressing CK6-VP2 fusion protein. *Aquaculture*, 535, 736425. doi: 10.1016/j.aquaculture.2021.736425
- Jie, L., Zhang, H., Zhang, J., Jin, J., Lui, H., & Xie, Y. (2017). Characterization of four novel plasmids from *Lactobacillus plantarum* BM4. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 10(11), e12894. doi: 10.5812/jjm.12894
- Klaenhammer, T. R. (1984). A general method for plasmid isolation in lactobacilli. *Current Microbiology*, 10, 23–28. doi: 10.1007/BF01576043
- Lane, D. J. (1991). 16S/23S rRNA sequencing. In E. Stackebrandt and M. Goodfellow (eds.), *Nucleic acids techniques in bacterial systematics* (pp. 115–175), New York: John Wiley & Sons.
- Lin, C. F., Ho, J. L., & Chung, T. C. (2001). Characterization of the replication region of the *Lactobacillus reuteri* plasmid pTC82 potentially used in the construction of cloning vector. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 65(7), 1495–1503.
- Liu, Y. Y., Yang, W. T., Shi, S. H., Li, Y. J., Zhao, L., Shi, C. W., Zhou, F. Y., Jiang, Y. L., Hu, J. T., Gu, W., Yang, G. L., & Wang, C. F. (2017). Immunogenicity of recombinant *Lactobacillus plantarum* NC8 expressing goose parvovirus VP2 gene in BALB/c mice. *Journal of Veterinary Science*, 18(2), 159–167.
- Mills, S., McAuliffe, O. E., Coffey, A., Fitzgerald, G. F., & Ross, R. P. (2006). Plasmids of lactococci—genetic accessories or genetic necessities? *FEMS Microbiology Reviews*, 30(2), 243–273.
- Moon, G. S., Lee, Y. D., & Kim, W. J. (2008). Screening of a novel lactobacilli replicon from plasmids of *Lactobacillus reuteri* KCTC 3678. *Food Science and Biotechnology*, 17(2), 438–441.
- Nitipan, S., Sritrakul, T., Kunjantarachot, A., & Prapong, S. (2013). Identification of epitopes in *Leptospira borgpetersenii* leucine-rich repeat proteins. *Infection, Genetics and Evolution*, 14, 46–57.
- Pan, Q., Zhang, L., Li, J., Chen, T., Chen, W., Wang, G., & Yin, J. (2011). Characterization of pLP18, a novel cryptic plasmid of *Lactobacillus plantarum* PC518 isolated

- from Chinese pickle. *Plasmid*, 65(3), 204–209.
- Panya, M., Lulitanond, V., Tangphatsornruang, S., Namwat, W., Wannasutta, R., Suebwongsa, N., & Mayo, B. (2012). Sequencing and analysis of three plasmids from *Lactobacillus casei* TISTR1341 and development of plasmid-derived *Escherichia coli*-*L. casei* shuttle vectors. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 93(1), 261–272.
- Pedersen, K., Tiainen, T., & Larsen, J. L. (1996). Plasmid profiles, restriction fragment length polymorphisms and O-serotypes among *Vibrio anguillarum* isolates. *Epidemiology and Infection*, 117(3), 471–478.
- Siezen, R. J., Bayjanov, J., Renckens, B., Wels, M., Van Hijum, S. A. F. T., Molenaar, D., & Van Hylckama Vlieg, J. E. T. (2010). Complete genome sequence of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* KF147, a plant-associated lactic acid bacterium. *Journal of Bacteriology*, 192(10), 2649–2650.
- Siezen, R. J., & Van Hylckama Vlieg, J. E. T. (2011). Genomic diversity and versatility of *Lactobacillus plantarum*, a natural metabolic engineer. *Microbial Cell Factories*, 10(Suppl 1), S3. doi: 10.1186/1475–2859–10–S1–S3
- Soomro, A. H., & Masud, T. (2007). Protein pattern and plasmid profile of lactic acid bacteria isolated from Dahi, a traditional fermented milk product of Pakistan. *Food Technology and Biotechnology*, 45(4), 447–453.
- Sorvig, E., Mathiesen, G., Naterstad, K., Eijsink, V. G. H., & Axelsson, L. (2005). High-level, inducible gene expression in *Lactobacillus sakei* and *Lactobacillus plantarum* using versatile expression vectors. *Microbiology (Reading)*, 151(Pt7), 2439–2449.
- Suphatpahirapol, C., Nguyen, T. H., Tansiri, Y., Yingchutrakul, Y., Roytrakul, S., Nitipan, S., Wajjwalkul, W., Haltrich, D., Prapong, S., & Keawsompong, S. (2019). Expression of a leptospiral leucine-rich repeat protein using a food-grade vector in *Lactobacillus plantarum*, as a strategy for vaccine delivery. *3 Biotech*, 9, 324. doi: 10.1007/s13205–019–1856–8
- Van Reenen, C. A., Chikindas, M. L., Van Zyl, W. H., & Dicks, L. M. T. (2003). Characterization and heterologous expression of a class IIa bacteriocin, plantaricin 423 from *Lactobacillus plantarum* 423, in *Saccharomyces cerevisiae*. *International Journal of Food Microbiology*, 81(1), 29–40.
- Wang, Z., Yu, Q., Gao, J., & Yang, Q. (2012). Mucosal and systemic immune responses induced by recombinant *Lactobacillus* spp. expressing the hemagglutinin of the avian influenza virus H5N1. *Clinical and Vaccine Immunology*, 19(2), 174–179.
- Weber, S., Horn, R., & Friedt, W. (1998). Isolation of a low-copy plasmid from agrobacterium using QIAprep technology. QIAGEN News No. 5 1998, 7.
- Zang, Y., Tian, Y., Li, Y., Xue, R., Hu, L., Zhang, D., Sun, S., Wang, G., Chen, J., Lan, Z., Lin, S., & Jiang, S. (2020). Recombinant *Lactobacillus acidophilus* expressing S1 and S2 domains of porcine epidemic diarrhea virus could improve the humoral and mucosal immune levels in mice and sows inoculated orally. *Veterinary microbiology*, 248, 108827.
- Zhang, Z., Man, C., Sun, L., Yang, X., Li, M., Zhang, W., & Jiang, Y. (2019). Short communication: Complete genome sequence of *Lactobacillus plantarum* J26, a probiotic strain with immunomodulatory activity. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 10838–10844. doi: 10.1016/j.jvetmic.2020.108827
- Zhu, J., Sun, J., Tang, Y., Xie, J., & Wei, D. (2020). Expression, characterization and structural profile of a heterodimeric β -galactosidase from the novel strain *Lactobacillus curieae* M2011381. *Process Biochemistry*, 97, 87–95.

Research article

Isolation and identification of DNA plasmids of *Lactobacillus* spp. isolated from traditional food in Southern Thailand

Supachai Nitipan^{1*} and Pramuan Saithong²

¹Microbial Technology for Agriculture, Food and Environment Research Center, Thaksin University, Phatthalung campus, Phapayom, Phatthalung, 93210

²Department of Applied Microbiology, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok, 10900

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 28 June 2022

Revised: 16 August 2022

Accepted: 20 August 2022

Online published: 31 August 2022

Keyword

DNA Plasmid
recombinant protein
vaccine
lactic acid bacteria
fermented food

ABSTRACT

Lactobacillus is lactic acid bacteria (LAB), which have been found in various fermented foods. Recently, *Lactobacillus* was used as a host-cell bacteria to produce the recombinant protein. These proteins were antigens that could produce the immunity against several diseases. Additionally, antigen-producing *Lactobacillus* could use directly as edible vaccine via mixing with feed and drinking water, reducing the protein purification process. DNA plasmids of *Lactobacillus* were specific and different with plasmid of gram's negative bacteria. The novel DNA plasmids were found and developed. The most of those plasmid DNA are patented in many countries. The aims of this research were to isolate and classify the DNA plasmids of *Lactobacillus* isolated from traditional fermented foods sampling around Southern area of Thailand namely Pla-som, Pla-duk-ra, Pla-pang-dang, Kung-som and Nham-hed. The twenty of eighty-nine isolates were isolated DNA plasmid. A total thirty-four DNA plasmids were found in *L. plantarum*, *L. lactis*, *L. acidophilus* and *L. casei*. There were one to three DNA plasmids per isolate, with DNA plasmid sizes ranging between 2.5 to 15 kb. Restriction fragment length polymorphism (RFLP) identification revealed that all DNA plasmids had eight distinct enzyme recognition sites for *EcoRI*, *HindIII* and *BamHI*.

*Corresponding author

E-mail address: nisupachai@tsu.ac.th (S. Nitipan)

Online print: 31 August 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.2022.13>



บทความวิจัย

ผลของการเสริมสารสกัดจากเศษเหลือเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) ในอาหารต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบเลือด การตอบสนองภูมิคุ้มกัน และการป้องกันภาวะเครียดออกซิเดชันของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*)

กรกฎ สันตการ¹ สุณีย์ หวันเหล็ม² Md Arefin Rahman³ และ มณี ศรีชนะนันท์^{1*}

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

²คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

³สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 22 มิถุนายน 2565

แก้ไข: 25 กรกฎาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 26 กรกฎาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 1 กันยายน 2565

คำสำคัญ

สารสกัดเศษเหลือเห็ดแครง

ปลากะพงขาว

สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

การป้องกันภาวะเครียดออกซิเดชัน

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมสารสกัดจากเศษเหลือเห็ดแครงด้วยตัวทำละลายน้ำ (*Schizophyllum commune* extracted with water, SCW) ต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร การตอบสนองด้านเลือด ระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ และการป้องกันภาวะเครียดแบบออกซิเดชันในปลากะพงขาว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยอาหารที่เสริมสารสกัด SCW ที่ 4 ระดับคือ 0% (ควบคุม), 0.25%, 0.50% และ 1% ทำการทดลองชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ในตู้กระจกที่มีความจุน้ำ 120 ลิตร ใช้ปลา 6 ตัว/ตู้ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 72.93 ± 0.17 กรัม/ตัว ให้ปลากินอาหารจนอิ่ม 3 มื้อ/วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองชั่งน้ำหนักปลา รายตัว สุ่มเก็บตัวอย่างเลือด วัดปริมาณเม็ดเลือดแดงรวม เม็ดเลือดขาวรวม กิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์ และเก็บตัวอย่างตับวัดปริมาณกลูตาไธโอน และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (Malondialdehyde, MDA) ผลการศึกษพบว่า การเสริมสารสกัด SCW ในอาหารไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร ($p > 0.05$) แต่ส่งผลต่อปริมาณเม็ดเลือด โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัด SCW ที่ระดับ 0.50% และ 1% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวม และกิจกรรมไลโซไซม์ เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับระดับกลูตาไธโอนที่พบว่ามีค่าสูงขึ้นในปลาที่ได้รับอาหารเสริม SCW ระดับ 1% ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณ MDA พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากการศึกษาสรุปได้ว่าการเสริมสารสกัด SCW ระดับ 0.50% - 1% ในอาหารมีประสิทธิภาพในการเป็นสารเสริมให้กับปลากะพงขาวโดยมีผลเพิ่มการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันไม่จำเพาะและความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระในปลากะพงขาวได้

บทนำ

เห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) มีชื่อสามัญว่า split gill mushroom เป็นเห็ดที่มีศักยภาพสูง และได้รับการพัฒนาให้เป็นเห็ดเศรษฐกิจ เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีคุณสมบัติทางยา เช่น ด้านเนื้องอก ต้านมะเร็ง และมีคุณสมบัติในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน โดยมีผลในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของเซลล์ เช่น เม็ดเลือดขาว และมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูง (Mongkontanawat, 2014) โดยสารต้านอนุมูลอิสระในเห็ดประกอบด้วยกลุ่มของสาร phenolic compounds, ascorbic acid, polysaccharides, tocopherol, ergosterol, β -carotene และ lycopene (Sanchez, 2017) จึงมีการเพาะขยายพันธุ์เห็ดแครงมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ เนื่องจากมีสภาพอากาศเหมาะสม สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี

(Sarawut et al., 2014) ในกระบวนการผลิตเกษตรกรรมจะต้องมีการตัดแต่งเห็ดก่อนจำหน่าย ทำให้มีเศษเห็ดเหลือทิ้งเกิดขึ้น ประกอบด้วย ส่วนของโคนเห็ดเหลือทิ้ง และดอกเห็ดที่บานเกินไป ซึ่งเศษเหลือเหล่านี้ไม่มีมูลค่าทางตลาด แต่ยังมีสารอาหารและสารสำคัญอยู่ โดยจากน้ำเศษเหลือเห็ดแครง (*S. commune* by-product) มาเป็นวัตถุดิบทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิล (*Oreochromis niloticus*) พบว่ายังมีโปรตีนที่ระดับ 19.79% ซึ่งมีค่าสูงกว่าเศษเหลือจากเห็ดนางฟ้า (*Pleurotus sajor-caju*) และสามารถแทนที่โปรตีนจากปลาป่นได้ถึง 20% (Srichanun et al., 2017) นอกจากนั้นในการศึกษาคุณสมบัติของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยตัวทำละลายต่างกันคือน้ำและเมทานอล พบว่าการใช้ตัวทำละลายน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH สูงกว่า

*Corresponding author

E-mail address: manee.s@rmutsv.ac.th (M. Srichanun)

Online print: 1 September 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.2022.14>

ตัวทำลายลาย เมทานอล (Suntadkarn et al., 2021)

ปลากะพงขาวเป็นปลาสำคัญทางเศรษฐกิจ และมีความต้องการของผู้บริโภคสูงทั้งในและต่างประเทศ โดยในปี 2563 พบว่ามูลค่าการผลิตปลากะพงขาวสูงถึง มี 4,561 ล้านบาท (Department of Fisheries, 2021) ในการเลี้ยงปลากะพงขาวในภาคใต้ของประเทศไทยนิยมเลี้ยงในกระชังเนื่องจากมีลักษณะพื้นที่เป็นปากแม่น้ำ คลอง และทะเล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำส่งผลให้ปลาเกิดความเครียดส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระ (Free radical) ขึ้นในร่างกาย เมื่อมีปริมาณอนุมูลอิสระสูงกว่าอนุมูลอิสระในร่างกายส่งผลให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันลดลง ส่งผลให้ปลาอ่อนแอและง่ายต่อการติดเชื้อก่อโรคต่าง ๆ ได้ (Sakunphueak, 2016) ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตปลากะพงขาวได้ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากเศษเหลือหัตถ์เครื่องต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบเลือด ความสามารถในการเป็นสารเสริมเพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และการป้องกันภาวะเครียดออกซิเดชันในกะพงขาว อันจะเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือหัตถ์เครื่อง และลดการใช้จ่ายปุ๋ยชีวและสารเคมีสังเคราะห์ในการเลี้ยงปลากะพงขาวได้

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมสารสกัดจากเศษเหลือหัตถ์เครื่อง และการทดสอบการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

นำเศษเหลือหัตถ์เครื่องที่ ประกอบไปด้วยส่วนของดอกเห็ดที่บานเกินไป และเท้าเห็ดที่เป็นส่วนเหลือทิ้ง มาล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม และนำตัวอย่างมาอบที่อุณหภูมิ 50 °C จนแห้ง แล้วนำตัวอย่างบดให้ละเอียด จากนั้นนำตัวอย่างมาสกัดด้วยน้ำ (*Schizophyllum commune* extracted with water, SCW) โดยใช้ในอัตราส่วน 1:10 แช่ในน้ำเป็นระยะเวลา 3 วัน โดยทำการกวนสารทุก ๆ 4 ชั่วโมง (Chong et al., 2016) เมื่อครบเวลานำมารองด้วยระบบสุญญากาศ นำสารสกัดไประเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 60 °C จนแห้ง นำตัวอย่างสารสกัดทดสอบการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วย คือวิธี DPPH radical scavenging activity ตามวิธีของ Shimada et al. (1992) โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Butylated hydroxyl toluene (BHT) และ L-Ascorbic acid เป็นกระบวนการทดสอบความสามารถในการดักจับอิเล็กตรอนจากอนุมูลอิสระ วิธี Scavenging activity of ABTS radical ตามวิธีของ Re et al. (1999) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน hydroxy-2, 5, 7, 8 – tetramethylchroman-2 – carboxylic acid (Trolox) เป็นกระบวนการทดสอบความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ โดยจากให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่อนุมูลอิสระ และวิธีการ Metal chelating activity ตามวิธีของ Dinis et al. (1994) โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) เป็นกระบวนการดักจับโลหะหนักซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized designs, CRD) ประกอบด้วยอาหารทดลอง 4 สูตรที่มีการเสริมสารสกัด SCW ที่ระดับแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0%, 0.25%, 0.50% และ 1% ทำการทดลองชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ

การเตรียมอาหารทดลอง

คำนวณสูตรอาหารปลากะพงขาวให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ใกล้เคียงกัน มีระดับโปรตีน 42% และไขมัน 12% (Table 1) (ดัดแปลงจากสูตรของ Rahman et al. (2021) โดยนำวัตถุดิบอาหารแต่ละชนิดมาบดให้ละเอียดโดยผ่านตะแกรงร่อน ซึ่งและผสมวัตถุดิบอาหารให้เป็นเนื้อเดียวหลังจากนั้นนำสารสกัด SCW มาผสมในอาหารที่ระดับต่าง ๆ อัตราด้วยเครื่อง Hobart รุ่น Legacy หน้าแวนขนาด 3 มม. และตัดให้อาหารมีความยาวขนาดเฉลี่ย 0.5 – 1 ซม. แล้วนำอาหารไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เก็บอาหารที่ผลิตได้ใส่ถุงและเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °C จนกว่าจะเริ่มการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารปลาเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วย โปรตีน และไขมัน (ส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด) เถ้า และความชื้นวิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (1999)

การเตรียมสัตว์ทดลอง และตู้ทดลอง

นำปลากะพงขาวน้ำหนักเฉลี่ย 30 กรัม/ตัว จำนวน 500 ตัว จากศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรมสัตว์น้ำชายฝั่ง (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา) เลี้ยงในถังไฟเบอร์ขนาด 800 ลิตร ให้ปลากินอาหารเม็ดสำเร็จรูป หลังจากนั้นฝึกให้กินอาหารเม็ดจม (สูตรควบคุม) ให้อาหารวันละ 3 มื้อโดยให้กินจนอิ่ม เปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน เมื่อปลาเริ่มมีขนาดประมาณ 70 กรัม จึงคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 8 ตัว/ตู้ ใส่ในตู้ทดลองขนาดความจุ 120 ลิตร เติมน้ำปริมาตร 100 ลิตร จำนวน 12 ตู้ พร้อมติดตั้งระบบให้อากาศ ให้อาหารสูตรควบคุมเพื่อปรับสภาพให้ปลาคู่ชินกับตู้ทดลองนาน 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นคัดปลาจำนวน 6 ตัว/ตู้ และชั่งน้ำหนักปลาเริ่มทดลอง โดยปลามีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 72.93 ± 0.17 กรัม/ตัว และเริ่มให้อาหารทดลองวันละ 3 มื้อ ในเวลา 09.00 12.00 และ 17.00 น. ระหว่างทดลองสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของปลา บันทึกน้ำหนักอาหารที่ปลากินทุกวัน และชั่งผลการเจริญเติบโตทุก ๆ 2 สัปดาห์ ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ใบอนุญาตใช้สัตว์เลขที่ U1-02726-2559)

การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

การเจริญเติบโต

นำค่าน้ำหนักปลาตามค่าน้ำหนักปลาเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และ น้ำหนักอาหารที่ปลากินเฉลี่ยรายตัวตามค่าน้ำหนักปลาเฉลี่ยต่อวัน อาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Steffens, 1989)

ปริมาณเม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาว

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มปลาจำนวน 2 ตัว/ตู้ สลบด้วยน้ำมันกานพลู เมื่อปลาสลบเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำบริเวณคอทาง (Caudal blood vessels) โดยใช้กระบอกฉีดยาขนาด 1 mL ที่เคลือบด้วยสาร EDTA เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด นำตัวอย่างเลือดใส่ลงใน Microcentrifuge tube ขนาด 1.5 mL ย้อมเม็ดเลือดด้วยสี ย้อม Yokoyama's fluid ตามวิธีการของ Supamattaya (1995) ในการนับเม็ดเลือดแดงทำการเจือจางเลือดในอัตราส่วน 1:200 เม็ดเลือดขาวรวมเจือจางใน อัตราส่วน 1:50 นำเลือดที่ผ่านเจือจางแล้วหยดลงบนสไลด์นับเม็ดเลือด เพื่อนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า

ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น

การวิเคราะห์ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (hematocrit) ดัดแปลงวิธีตาม Sukrakanchana et al. (2011) โดยนำเลือดปลาใส่ในหลอด Na-heparinized capillary tube ประมาณ 75% ของหลอด และจึงนำหลอดที่มีเลือดของปลาอยู่แล้วไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบ/นาที นาน 5 นาที จากนั้นนำข้อมูลไปคำนวณหา ค่า % เม็ดเลือดแดงอัดแน่น

กิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์

ดัดแปลงจากวิธีการของ Suwannasang et al. (2014) โดยใช้ตัวอย่างซีรัมจากเลือดปลาปริมาณ 25 μ L ผสมกับ 175 μ L ของ *Micrococcus lysodeikticus* (Sigma) ที่ความเข้มข้น 0.2 mg/mL วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 nm ทุก ๆ 30 วินาที เป็นเวลา 5 นาที โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Hen egg white lysozyme วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของ Serum โดยวิธี Lowry method และรายงานผลในหน่วยกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ (Unit/mg protein)

การวัดปริมาณกลูตาไธโอนรวม

วัดปริมาณกลูตาไธโอนรวมชนิด GSSG+GSH ด้วยชุดน้ำยาสำเร็จรูป Glutathione Assay Kit (Sigma-Aldrich CS 0260) โดยวิเคราะห์จากตัวอย่างปลาชุดการทดลองละ 6 ซ้ำ ผ่าตัดตับและล้างด้วย PBS buffer ซ้ำน้ำหนัก 30 mg ลงในหลอด microtube และแช่ตัวอย่างในอ่างน้ำแข็งแห้งเพื่อให้ตัวอย่างแข็งทันที สกัดตัวอย่างและวัดปริมาณกลูตาไธโอนรวมตามวิธีการของชุดน้ำยาสำเร็จรูป คำนวณค่า Total glutathione (GSH) โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานของ GSH standard stock solution

การวัดปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์

ดัดแปลงตามวิธีการของ Shahidi & Zhong (2005) โดยวิเคราะห์จากตัวอย่างตับปลาชุดการทดลองละ 6 ซ้ำ ผ่าตัดตับน้ำหนัก 100 mg เติมน้ำละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7.5 บดให้ละเอียดด้วยแท่งบดภายใต้ความเย็น และหมุนเหวี่ยงเพื่อนำสารสกัดที่ได้ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 0.375% TBARS (ที่ละลายใน 15 % TCA และ 0.25 N HCl) แล้วนำตัวอย่างแช่ในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 90°C เป็นเวลา 10 นาทีเมื่อครบเวลา ทำให้เย็นโดยให้น้ำไหลผ่าน และนำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 1600 g ที่ 4 °C เป็นเวลา 10 นาที และนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 nm โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานมาลอนไดอัลดีไฮด์ (Malonaldehyde, MDA) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณของ MDA

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลการเจริญเติบโตของปลา ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณเม็ดแดงรวม ปริมาณเม็ดขาวรวม ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น กิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์ ปริมาณกลูตาไธโอนรวม และปริมาณ MDA ของปลาที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสารสกัดเห็ดเห็ดแดงที่ระดับแตกต่างกัน มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way-ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

ปริมาณสารสกัดเห็ดแดงที่ได้ และคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด

ปริมาณสารสกัดเห็ดแดงที่ได้คิดเป็น 18.57% เมื่อนำสารสกัด SCW มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าค่า IC50 ของการทดสอบด้วยวิธี DPPH activity เท่ากับ 0.70 ± 0.05 mg/mL ด้วยวิธี ABTS Scavenging activity มีค่าเท่ากับ 2.64 ± 0.23 mg/mL ด้วยวิธี Metal chelating activity มีค่าเท่ากับ 129.93 ± 3.99 mg/mL

การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร

การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลากะพงขาวที่ได้รับการเสริมสารสกัด SCW ระดับต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละชุดการทดลอง ($p > 0.05$) โดยมีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในช่วง $82.07 \pm 8.21 - 86.83 \pm 7.51$ กรัม/ตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันอยู่ในช่วง $1.47 \pm 0.15 - 1.55 \pm 0.13$ กรัม/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอยู่ในช่วง $1.35 \pm 0.11 - 1.41 \pm 0.13$ %/วัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออยู่ในช่วง $1.42 \pm 0.20 - 1.52 \pm 0.12$ ประสิทธิภาพอาหารอยู่ในช่วง $0.66 \pm 0.05 - 0.71 \pm 0.12$ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนอยู่ในช่วง $1.57 \pm 0.12 - 1.70 \pm 0.23$ (Table 2)

พารามิเตอร์เลือด

การเสริมสารสกัด SCW ระดับต่างกันให้อาหารปลากะพงขาว ไม่ส่งผลต่อปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น และเม็ดเลือดแดงรวมของปลา ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง $35.40 \pm 1.35 - 38.13 \pm 4.68\%$ และ $2.60 \pm 0.86 - 3.20 \pm 0.14 \times 10^6$ เซลล์/ mm^3 ตามลำดับ แต่การเสริมสารสกัด SCW ส่งผลต่อปริมาณเม็ดเลือดขาวรวม ($p < 0.05$) โดยปลาที่ได้รับการเสริม SCW ที่ระดับ 1% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงสุด รองลงมาคือปลาที่ได้รับ การเสริม SCW ที่ระดับ 0.50% และ 0.25 % และปลาชุดควบคุมมีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมต่ำที่สุด (Table 3)

กิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์

การวัดกิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์ในปลาเป็นค่าการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของสารน้ำในซีรัม พบว่าการเสริมสารสกัด SCW ส่งผลต่อกิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์ โดยไปเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ไลโซไซม์ในปลากลุ่มที่ได้รับสารสกัด SCW ที่ระดับ 0.50% และ 1% โดยมีระดับของกิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์คือ $2,056 \pm 277.28$ และ $2,335.90 \pm 280.75$ Unit/mg protein ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมสารสกัดที่ระดับ 0.25% และสูตรควบคุมที่มีค่า $1,049.50 \pm 378.39$ และ 575.00 ± 111.75 Unit/mg protein ตามลำดับ ($p < 0.05$) (Figure 1)

ระบบต้านอนุมูลอิสระ

ปริมาณกลูตาไธโอนรวม

การวัดปริมาณกลูตาไธโอนรวม เป็นการวัดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระรวมชนิด GSSG+GSH ของปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่เสริมของสารสกัด SCW ที่ระดับต่างกันเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าปลาที่ได้รับสารสกัด SCW ที่ระดับ 1% มีระดับของกลูตาไธโอนรวมสูงที่สุด โดยมีค่า 65.58 ± 7.43 nmol GSH/mL sample ($p < 0.05$) (Table 4)

มาลอนไดอัลดีไฮด์

การวัดปริมาณ MDA เป็นการประเมินภาวะเครียดออกซิเดชันซึ่งเป็นสาเหตุมาจากการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน พบว่าการเสริมสารสกัด SCW ไม่ส่งผลต่อระดับการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมที่ระดับ 1% ของอาหาร มีค่าต่ำที่สุด อยู่ในช่วง $13.52 \pm 3.43 - 16.85 \pm 2.52$ nmole/g sample ($p > 0.05$) (Table 4)

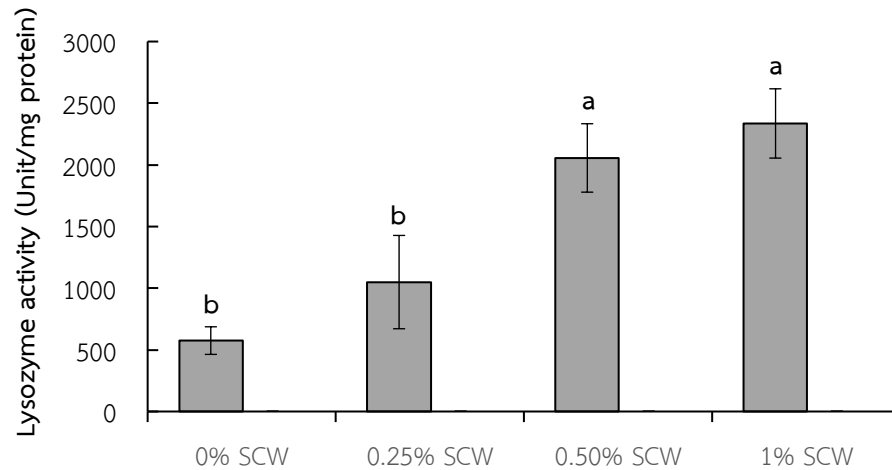


Figure 1. Lysozyme activity (Unit/ mg protein) of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fed diet containing different SCW level for 8 weeks. Value over the bar with different superscripts (a, b) are significantly different ($p<0.05$).

Table 1 Ingredients (g/100g feed) and proximate composition (% as fed basis) of the experimental diets

Ingredients (g/100 g feed)	1 0% SCW	2 (0.25% SCW)	3 (0.50% SCW)	4 (1% SCW)
Fish meal	25.00	25.00	25.00	25.00
Poultry meal	30.00	30.00	30.00	30.00
Soybean meal	19.43	19.43	19.43	19.43
Wheat flour	12.00	12.00	12.00	12.00
Palm oil: Fish oil (1:1)	6.24	6.24	6.24	6.24
Vitamins and minerals premix ¹	1.00	1.00	1.00	1.00
NaCl	0.20	0.20	0.20	0.20
Sodium carboxymethyl cellulose (CMC)	2.50	2.50	2.50	2.50
Ground rice husk	3.63	3.38	3.13	2.63
SCW ²	0.00	0.25	0.50	1.00
Proximate composition (%) (as-fed basis)				
Protein ³	41.95	42.05	41.85	41.98
Fat ³	12.13	12.03	11.93	12.05
Moisture	8.15±0.25	8.95±0.43	8.25±0.35	7.55±0.65
Ash	14.15±0.53	14.08±0.37	13.78±0.25	13.57±0.35

¹Vitamin and mineral premix donated by Thai Union Feedmill Co. Ltd.

²*Shizophylume commune* extracted with water.

³Value reported from Central Laboratory Thailand Comp. Ltd.

Table 2 Weight gain (WG), average daily gain (ADG), specific growth rate (SGR), feed conversion rate (FCR), feed efficiency ratio (FER) and protein efficiency ratio, (PER) of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fed diet containing different levels of SCW for 8 Weeks

Diets	WG	ADG	SGR	FCR	FER	PER
1.0 % SCW	83.79±8.94 ^a	1.50±0.16 ^a	1.38±0.10 ^a	1.42±0.20 ^a	0.71±0.10 ^a	1.70±0.23 ^a
2.0.25 % SCW	82.63±9.60 ^a	1.48±0.17 ^a	1.35±0.11 ^a	1.49±0.14 ^a	0.67±0.06 ^a	1.61±0.15 ^a
3.0.50 % SCW	82.07±8.21 ^a	1.47±0.15 ^a	1.34±0.09 ^a	1.52±0.12 ^a	0.66±0.05 ^a	1.57±0.12 ^a
4.1.00 % SCW	86.83±7.51 ^a	1.55±0.13 ^a	1.41±0.13 ^a	1.45±0.28 ^a	0.71±0.12 ^a	1.68±0.30 ^a

Values are presented as mean±SD, where n=3. Means of main effects in the same column with same superscripts are not significantly different ($p>0.05$).

Table 3 Hematocrit, total erythrocyte and total leukocyte count of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fed diet containing different levels of SCW for 8 weeks

Diets	Hematocrit (%)	Total erythrocyte count ($\times 10^6 / \text{mm}^3$)	Total leukocyte count ($\times 10^5 / \text{mm}^3$)
1. 0% SCW	38.13±4.68 ^a	3.00±0.10 ^a	1.10±0.00 ^c
2. 0.25 % SCW	37.10±1.73 ^a	3.10±0.38 ^a	1.30±0.12 ^{bc}
3. 0.50 % SCW	35.40±1.35 ^a	2.60±0.86 ^a	1.30±1.15 ^b
4. 1 % SCW	35.80±3.38 ^a	3.20±0.14 ^a	1.74±0.05 ^a

Values are presented as mean±SD, where n=6. Means of main effects in the same column with different superscripts (a, b, c) are significantly different ($p<0.05$).

Table 4 Glutathione (GSH) and malondialdehyde level from the liver of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fed diet containing different SCW levels for 8 weeks

Diets	Glutathione (GSH) level (nmol GSH/mL sample)	malondialdehyde level (nmole/ g sample)
1. 0% SCW	51.55±8.51 ^b	14.10±2.77 ^a
2. 0.25 %SCW	48.99±8.92 ^b	16.23±2.94 ^a
3. 0.50 % SCW	49.67±4.08 ^b	16.85±2.52 ^a
4. 1.00 % SCW	65.58±7.43 ^a	13.52±3.43 ^a

Values are presented as mean±SD, where n=6. Means of main effects in the same column with different superscripts (a, b) are significantly different ($p<0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดของเศษเหลือหัตถ์ด้วยตัวทำละลายน้ำ (SCW) พบว่าสารสกัด SCW มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่าความเข้มข้นของสารที่ทำให้ DPPH ลดลง 50% (IC50) เท่ากับ 0.70 ± 0.05 mg/mL ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าในเศษเหลือหัตถ์นางฟ้าภูฐาน (*Pleurotus pulmonarius*) ที่สกัดด้วยน้ำร้อนที่มีค่า IC50 เท่ากับ 1.041 mg/mL (Ahmed et al., 2014) แต่มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในดอกเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) สกัดด้วยน้ำร้อน มีค่าเท่ากับ 0.80 mg/mL (Klaus et al., 2011) นอกจากนี้ การศึกษาฤทธิ์ต้านด้วยวิธี ABTS Scavenging activity พบว่ามีค่า IC50 เท่ากับ 2.64 ± 0.23 mg/mL ซึ่งมีค่าสูงกว่าในเห็ดหอม (*Lentinula edodes*) (สกัดด้วยน้ำร้อน) มีค่าเท่ากับ 19.00 ± 0.57 mg/mL (Sudaha et al., 2012) แต่ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Metal chelating activity มีปริมาณต่ำ โดยพบว่ามีค่า IC50 เท่ากับ 129.93 ± 3.99 mg/mL ซึ่งน้อยกว่าในเห็ดหอมที่ผ่านการสกัดด้วยเมทานอล มีค่าเท่ากับ 5.6 ± 0.13 mg/mL (Sudaha et al., 2012) เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้ง 3 วิธีพบว่าสารสกัด SCW มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงที่สุด ซึ่งหมายถึงสารสกัดสามารถกำจัดอนุมูลอิสระโดยให้ไฮโดรเจนอะตอมกับ DPPH ได้ดี ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากองค์ประกอบของสารสกัดอาจมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกสูง จากการศึกษา Boonthatui et al. (2021) ได้รายงานไว้ในเห็ดแครงมีค่าฟีนอลิกรวม 18.92 ± 0.14 mg GAE/g DW จึงส่งผลให้เห็ดแครงมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

การเสริมสารสกัด SCW ในอาหารปลากระพงขาวในระดับ 0.25 – 1% ของอาหาร พบว่าไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการให้อาหารของปลากระพงขาว ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากสูตรอาหารมีการคำนวณให้มีความเหมาะสมทางสารอาหารที่ใกล้เคียงกันและตรงกับความต้องการสารอาหารของปลากระพงขาว และสารสกัดอาจไม่ส่งผลต่อกระบวนการย่อยและการดูดซึมสารอาหารไปใช้ประโยชน์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rattanachan et al. (2020)

ที่ศึกษาการเสริมสารสกัดจากเห็ดนางฟ้า และสารเบต้ากลูแคนในอาหารปลาแพนซีคาร์ป (*Cyprinus carpio*) และจากทดลองของ Ching et al. (2021) ใช้โคนเห็ดนางฟ้าภูฐาน (*Pleurotus pulmonarius* stalk waste) ที่สกัดด้วยน้ำร้อนเสริมในสูตรอาหารปลานิลแดงพันธุ์ผสม (*Oreochromis* sp.) สูงสุดถึงระดับ 1% ของสูตรอาหาร รวมทั้งการทดลองของ Bao et al. (2009) ทดลองสกัดเห็ดเหิมทอง (*Flammulina velutipes*) ด้วยตัวทำละลายน้ำ เสริม

ในอาหารปลาหางเหลือง (*Seriola quinqueradiata*) พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมสารสกัดจากเศษเหลือหัตถ์เหิมทอง ที่ระดับ 2% มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ในขณะที่การศึกษาการเสริมสารสกัดจากเห็ดหอม (*Lentinus edodes*) ส่งผลให้ปลาสเตอร์เจียน (*Huso huso*) และปลาเรนโบว์เทราต์ (*Oncorhynchus mykiss*) (Baba & Ulukoy, 2022) มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสารสกัดที่ระดับ 2% (Chitsaz et al., 2018)

การเสริมสารสกัด SCW ไม่ส่งผลต่อปริมาณฮีมาโตคริต และปริมาณเม็ดเลือดแดงรวม แต่ส่งผลให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมและค่ากิจกรรมของเอนไซม์ไลโซไซม์ในซีรัมเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมสารสกัด ซึ่งการวัดกิจกรรมไลโซไซม์เป็นการศึกษาการตอบสนองของภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของปลา (Chitmanat, 2015) โดยปลากระพงขาวที่ได้รับอาหาร SCW ที่ระดับ 1% มีค่าสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในปลานิลที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัด SCW ในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 0.125, 0.25 และ 0.50% ในอาหารเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสารสกัดระดับ 0.50% มีระดับของเม็ดเลือดขาวรวมทั้งกิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์สูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปลากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริม หรือกลุ่มที่ได้รับการเสริมในระดับที่ต่ำกว่า (Suntudkarn et al., 2021) เช่นเดียวกับการศึกษาการเสริมสารสกัดจากเห็ดหอมด้วยตัวทำละลายน้ำในอาหารปลาเรนโบว์เทราต์ที่ระดับ 1% และ 2% เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าปลาที่ได้รับสูตรอาหารที่มีส่วนผสมของสารสกัดเห็ดหอมในระดับ 2% ในอาหารส่งผลให้มีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมเพิ่มสูงขึ้น และพารามิเตอร์ของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น กิจกรรมไลโซไซม์ และฟาโกไซติกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่ได้รับสูตรอาหารที่มีส่วนผสมของสารสกัดเห็ดหอมในระดับ 1% และ 0% (สูตรควบคุม) (Baba et al., 2015) ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากในเห็ดแครงมีสารในกลุ่มของโพลีแซคคาไรด์โดยในเห็ดแครงจะมีสารสำคัญที่ชื่อว่า ชิโซไฟแลน และสารเบต้ากลูแคน (Mongkontanawat, 2014) ซึ่งมีความสามารถในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย อาจไปกระตุ้นให้ระดับของเม็ดเลือดขาวซึ่งมีหน้าที่ในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายให้เพิ่มสูงขึ้นรวมทั้งส่งผลให้กิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์เพิ่มสูงขึ้นด้วย

การประเมินภาวะเครียดออกซิเดชันประเมินได้โดยการวัดจากระดับของอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น หรือความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระ (Yangtong, 2015) ซึ่งการวัดระดับการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวัดปริมาณ MDA สามารถใช้ประเมินภาวะเครียดออกซิเดชันได้ (Halliwell & Gutteridge, 1999) จากผลการศึกษาพบว่าสารสกัด SCW ไม่ส่งผลต่อระดับ LPO ที่วัดจากตับ ($p>0.05$) แต่ส่งผลต่อระดับของกลูตาไธโอนรวมในตัวอย่างตับ ทำให้มีค่าเพิ่ม

สูงขึ้นในปลากลุ่มที่ได้รับสารสกัด SCW ระดับ 1% ($p < 0.05$) ซึ่งกลูตาไธโอนเป็นโปรตีนที่มีหน้าที่ปกป้องเนื้อเยื่อของอวัยวะส่วนร่างกาย เพื่อกำจัดพิษหรือลดปริมาณอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น โดยการต่อต้านอนุมูลอิสระที่สะสมอยู่ตามส่วนต่าง ๆ และกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Hiransuchaler et al., 2017) กลูตาไธโอนเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือกลูตาไธโอนทรานสเฟอเรส กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส และกลูตาไธโอนรีดักเตส (Anderson & Davis, 2004) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลของการเสริมสารสกัดเห็ดนางฟ้า (*Phellinus linteus*) ในสูตรอาหารปลา *Epinephelus bruneus* ที่พบว่า การเสริมสารสกัดเห็ดในสูตรอาหารที่ระดับ 1% ส่งผลให้ปลามีระดับของกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระประกอบด้วยเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส เอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส เพิ่มขึ้น (Harikrishnan et al., 2011)

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดจากเศษเหลือเห็ดแครงด้วยตัวทำละลายน้ำ (SCW) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.70 ± 0.05 mg/mL และเมื่อนำสารสกัดเสริมในอาหารปลากะพงขาวที่ระดับ 0%, 0.25%, 0.50% และ 1% ทำการทดลองนาน 8 สัปดาห์ พบว่าระดับการเสริมสารสกัดในอาหารไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลา แต่ส่งผลให้ปลามีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงขึ้นและทำให้มีระดับภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ คือระดับกิจกรรมเอนไซม์ไลโซไซม์สูงขึ้น ในปลากลุ่มที่ได้รับสารสกัดที่ระดับ 0.5 – 1% ของอาหาร นอกจากนั้นการเสริม SCW ในระดับ 1% ของอาหารส่งผลให้มีปริมาณกลูตาไธโอนรวมเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อระดับการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน ($p > 0.05$) ดังนั้นการนำเศษเหลือเห็ดแครงมาสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำที่ระดับ 0.50 – 1% จึงมีประสิทธิภาพในการเป็นสารเสริมให้กับปลาโดยมีผลเพิ่มการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันไม่จำเพาะและเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้

References

- Ahmed, M., Abdullah, N., Yusof, H. M., Shuib, A. S., & Razak S. A. (2015). Improvement of growth and antioxidant status in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed diets supplemented with mushroom stalk waste hot water extract. *Aquaculture Research*, 48(3), 1146–1157.
- Anderson, J. V., & Davis, D. G. (2004). Abiotic stress alters transcript profiles and activity of glutathione S-transferase, glutathione peroxidase, and glutathione reductase in *Euphorbia esula*. *Physiologia Plantarum*, 120(3), 421–433.
- Association of Analytical Chemists (AOAC). (1999). *Official methods of analysis* (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Baba, E., & Ulukoy, G. (2022). Effects of dietary supplemented shiitake mushroom extract on growth, non-specific immune parameters and in-vitro resistance against *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *LIMNOFISH-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 8(1), 28–36.
- Baba, E., Ulukoy G., & Onts, C. (2015). Effects of feed supplemented with *Lentinula edodes* mushroom extract on the immune response of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, and disease resistance against *Lactococcus garvieae*. *Aquaculture*, 488(1), 476–482.
- Bao, H. N. D., Shinomiya, Y., Ikedac, H., & Ohshima, T. (2009). Preventing discoloration and lipid oxidation in dark muscle of yellowtail by feeding an extract prepared from mushroom (*Flammulina velutipes*) cultured medium. *Aquaculture*, 295(3–4), 243–249.
- Boonthatui, Y. Thakhiew, W., & Kittisakulnam, S. (2021). Quantitative changes of phenolics, flavonoids, β -glucans and antioxidant activities during the first and second harvests of split-gill mushroom (*Schizophyllum commune*). *Agriculture and Natural Resources*, 55(6), 995–1004.
- Ching, J. J., Shuib, A. S., Abdullah, N., Majid, N. A., Taufek, N. M., Sutra, J., & Azma, M. N. A. (2021). Hot water extract of *Pleurotus pulmonarius* stalk waste enhances innate immune response and immune-related gene expression in red hybrid tilapia *Oreochromis* sp. following challenge with pathogen-associated molecular patterns. *Fish & Shellfish Immunology*, 116(1), 61–73.
- Chitmanat, C. (2015). Passive immunity from brood stock fish. *Veterinary Integrative Sciences*, 13(2), 93–101. (in Thai)
- Chitsaz, H., Akrami, R., & Ahmadi, Z. (2018). Effects of mushroom (*Lentinula edodes*) extract on growth performance, immune response and hemato-biochemical parameters of great sturgeon juvenile (*Huso huso* Linnaeus, 1754). *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 4(1), 29–48.
- Chong, V., Al-Azad, S., & Shapawi, R. (2016). Comparison of two edible mushroom extract as aquaculture feed additive to enhance immune response of Asian seabass. *Transactions on Science and Technology*, 3(2–2), 427–432.
- Department of Fisheries. (2021). *Statistics of marine fish farms survey 2020. Fisheries statistics group, Fisheries development policy and planning division, No 9/2021*. Bangkok: Department of Fisheries. (in Thai)
- Dinis, T. C. P., Maderia, V. M. C., & Almeida, L. M. (1994). Action of

- phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 315(1), 161–169.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (1999). *Free radicals in biology and medicine* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., & Heo, M. S. (2011). Diet enriched with mushroom *Phellinus linteus* extract enhances the growth, innate immune response, and disease resistance of kelp grouper, *Epinephelus bruneus* against vibriosis. *Fish & Shellfish Immunology*, 30(1), 128–134.
- Hiransuchalert, R., Puanglarp, N., Tharanat, S., Olanvanitch, C., & Yanwatthana, K. (2017). Partial nucleotide sequences and expression of genes involving to glutathione enzyme system in the Asian sea bass (*Lates calcarifer*). *Journal of Fisheries Technology Research*, 11(2), 46–59. (in Thai)
- Klaus, A., Kozarski, M., Niksic, M., Jakovljevic, D., Todorovic, N., Leo, J. L. D., & Griensven, V. (2011). Antioxidative activities and chemical characterization of polysaccharides extracted from the basidiomycete *Schizophyllum commune*. *LWT–Food Science and Technology*, 44(10), 2005–2011.
- Mongkontanawat, N. (2014). Spilt Gill: A high value local mushroom. *Journal of Science Ladkrabang*, 23(1), 138–147. (in Thai)
- Rahman, Md. A., Tantikitti, C., Suanyuk, N., Talee, T., Hlongahlee, B., Chantakam, S., & Srichanun, M. (2021). Effects of alternative lipid sources and levels for fish oil replacement in Asian seabass (*Lates calcarifer*) diets on growth, digestive enzyme activity and immune parameters. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 43(4), 976–986.
- Rattanachan, S., Bunnajirakul, S., & Punyadarsaniya, D. (2020). Effect of pre-supplementation with *Pleurotus sajor-caju* crude extracts on body weight and consequence responses of leukocytes and immune organs in fancy carp following inoculation with *Aeromonas veronii*. *International Veterinary World*, 13(5): 1010–1016.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evansa, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237.
- Sakunphueak, A. (2016). *Free radicals and antioxidants*. Accessed April 12, 2021. Retrieved from <http://ccpe.pharmacycouncil.org/showfile.php?file=204> (in Thai)
- Sanchez, C. (2017). Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 2(1), 13–22.
- Sarawut, A., Suphattra, L., Senkaew, N., Tanthai, P., Chupom, B., & Charoensang, D. (2014). *The Development of Schizophyllum commune Fr. Strains in Southern Thailand*. Accessed April 12, 2021. Retrieved from <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2457> (in Thai)
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2005). Lipid oxidation: Measurement methods. In F. Shahidi (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* (pp. 357–385). Manhattan: John Wiley & Sons, Inc.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., & Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Chemistry*, 40(6), 945–948.
- Srichanun, M., Nganwisuthiphan, T., Wanlem, S., & Rakkamon, T. (2017). Effects of different mushroom by-product types and levels on growth performance and survival rate in dietary of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Agricultural Technology*, 13(7.1), 1093–1101.
- Steffens, W. (1989). *Principles of fish nutrition*. New York: Ellis Horwood Limited.
- Sudaha, G., Vadivukkarasi, S. Shree, R. B. I., & Lakshmanan, P. (2012). Antioxidant activity of various extracts from an edible mushroom *Lentinula edodes*. *Food Science and Biotechnology*, 21(3), 661–668.
- Sukrakanchana, N., Kiriratikorn, S., Ruangklai, K., & Choksawasdikorn, P. (2011). *Haematology of Slender walking catfish (Clarias nieuhofii) in culture system*. Paper presented at the Proceedings of 50th Kasetsart University Annual Conference: Animals, Veterinary Medicine, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Suntudkarn, K., Wanlem, S. & Srichanun, M. (2021). Effect of supplemented split gill mushroom (*Schizophyllum commune* Fr.) by-product extract on immunostimulant substance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49(Suppl.1), 126–133. (in Thai)
- Supamattaya, K. (1995). *Laboratory manual for fish disease and parasites*. Songkla: Department of Aquatic Science, Faculty of Natural Resources Prince of Songkla University. (in Thai)
- Suwannasang, A., Dangwetngam, M., Issaro, A., Phromkunthong, W., & Suanyuk, N. (2014). Pathological manifestations

and immune responses of serotypes Ia and III
Streptococcus agalactiae infections in Nile tilapia
(*Oreochromis niloticus*). *Songklanakarin Journal of*

Science and Technology, 36(5), 499–506.

Yangthong, M. (2015). Oxidative stress in fish. *King Mongkut's
Agricultural Journal*, 32(2), 66–75. (in Thai)

Research article

Effects of feed supplemented with split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) by-product extract on growth, blood parameters, immune response and oxidative defense of Asian seabass (*Lates calcarifer*)

Koragot Suntudkarn¹ Sunee Wanlem² Md Arefin Rahman³
and Manee Srichanun^{1*}

¹Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakorn Si Thammarat Campus, Nakorn Si Thammarat, Thailand, 80110

²Faculty of Veterinary Science, Prince of Songkla University, Songkhla, Hat Yai, Songkhla, Thailand, 90110

³Aquatic Science and Innovative Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, Thailand, 90110

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 22 June 2022

Revised: 25 July 2022

Accepted: 26 July 2022

Online published: 1 September 2022

Keyword

Split gill mushroom by-product

Lates calcarifer

Immune response

Oxidative defend

ABSTRACT

This study aimed to access the effects of supplementing split gill mushroom by-product extracted with water (*Schizophyllum commune* extracted with water, SCW) in Asian seabass (*Lates calcarifer*) diets on growth, nutrient utilization, haematological and immunological parameters, and oxidative stress reduction ability. A completely randomized design was employed to formulate four experimental diets by supplementing SCW at 0% (control), 0.25%, 0.50%, and 1% with three replications. The fish with an average initial weight of 72.93±0.17 g/fish were randomly assigned to 120 liters aquarium by 6 fish/aquarium. Fish were fed to satiation 3 times a day for 8 weeks. At the end of the feeding trial, fish from each aquarium were individually weighed to assess growth performances, and blood was withdrawn to determine the hematocrit level, total erythrocyte count, total leucocyte count, and lysozyme activity. Liver was sampled to measure the malondialdehyde (MDA) and total glutathione level. The results showed that growth performance and feed nutrient utilization were not affected by the diets ($p>0.05$). The total leukocyte count and lysozyme activity of the fish fed the 0.50 % and 1% SCW supplemented diets were significantly greater than those of the control group ($p<0.05$). Furthermore, the fish fed with SCW 1% supplemented diet showed a significant increase in total glutathione ($p<0.05$). While, the content of MDA was not significantly different between treatment ($p>0.05$). The findings suggest that SCW supplementation at 0.50 – 1% in the Asian seabass diet could improve non-specific immunity and antioxidant capacity.

*Corresponding author

E-mail address: manee.s@rmuts.ac.th (M. Srichanun)

Online print: 1 September 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.2022.14>



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

บทความวิจัย

เปรียบเทียบกายวิภาคและสมบัติของไม้ไผ่ 4 ชนิด จากจังหวัดกาญจนบุรี

เบญจวรรณ ชิวปรีชา^{1*} เกศราภรณ์ จันทระประเสริฐ¹ และ ชัยมงคล คงภักดี²

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

²ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 30 พฤษภาคม 2565

แก้ไข: 23 มิถุนายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 14 กรกฎาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 1 กันยายน 2565

คำสำคัญ

ลำไผ่

กายวิภาค

มัดท่อลำเลียง

สกายสมบัติ

กลสมบัติ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยนี้เพื่อศึกษากายวิภาค และสมบัติของไม้ไผ่ โดยเก็บตัวอย่างไม้ 4 ชนิด จากพื้นที่ปลูกพันธุ์กรรมพืช อพ.สร. เชื้อนาข้าวสารกรม อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ได้แก่ ไผ่บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii* (Munro) Kurz) ไผ่มันหมู (*Dendrocalamus copelandii* (Gamble ex Brandis) N.H. Xia & Stapleton) ไผ่ผาก (*Gigantochloa auriculata* Kurz) ไผ่ข้าวหลาม (*Schizostachyum pergracile* (Munro) R.B. Majumdar) โดยเตรียมตัวอย่างด้วยอุปกรณ์ผ่านชิ้นไม้ ศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง หาความหนาแน่น และความแข็งแรงของการดัดสลิค (MOR) ที่ความชื้น 11 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐาน ISO ผลการวิจัยพบว่า ไผ่บงใหญ่ ไผ่มันหมู และไผ่ผาก มีชนิดของมัดท่อลำเลียงแบบเดียวกัน คือ Type III (broken-waist type) แต่แตกต่างกันที่ขนาดของมัดท่อลำเลียง ในขณะที่ไผ่ข้าวหลามมีชนิดของมัดท่อลำเลียงแบบ Type II (tight-waist type) ไผ่ผากมีค่าความหนาแน่น สูงที่สุด รองลงมาคือ ไผ่ข้าวหลาม ไผ่บงใหญ่ และไผ่มันหมู ตามลำดับ (0.8367, 0.7533, 0.6533, 0.4833 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ในขณะที่ไผ่ข้าวหลามมีความแข็งแรงของการดัดสลิคยสูงสุด รองมาคือ ไผ่ผาก ไผ่บงใหญ่ และไผ่มันหมู (212.333, 192.550, 164.083, 102.570 เมกะปาสกาล) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่า ไผ่ข้าวหลาม และไผ่ผากมีความหนาแน่นสูงสุด รองลงมาคือ ไผ่บงใหญ่ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าไผ่ข้าวหลาม และไผ่ผาก เหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้ในงานโครงสร้าง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไม้อัด ไม้ลามิเนต และไม้อัดเกล็ดเรียงขึ้น

บทนำ

ไผ่เป็นพืชโตเร็ว เจริญได้ดีในทุกภาค มีความหลากหลายชนิดสูง นักพฤกษศาสตร์คาดว่าไม้ไผ่ในประเทศไทยประมาณ 17 สกุล 80–100 ชนิด เนื้อไม้ไผ่มีเอกลักษณ์ และมีความแข็งแรง จึงถูกนำมาใช้เป็นวัสดุในอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ไม้เป็นส่วนประกอบ เช่น เฟอร์นิเจอร์ ไม้อัด (Plywood) ไม้ลามิเนต (Laminated wood) และไม้อัดเกล็ดเรียงขึ้น (Oriented strand board) เป็นต้น ทดแทนการใช้ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ซึ่งเป็นวัสดุที่ทำหายากในปัจจุบัน จังหวัดกาญจนบุรีมีภูมิประเทศ และภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การแพร่กระจายพรรณไม้ในธรรมชาติสูงแห่งหนึ่งของไทย และเป็นแหล่งสำคัญที่มีการปลูกไผ่เพื่อจำหน่ายลำ หนึ่งในประเทศ (Laosakul et al., 2014; Sharma et al., 2015)

ไผ่ต่างชนิดกันมีลักษณะโครงสร้างภายนอกและภายในที่แตกต่างกันจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของเนื้อไม้ จากงานด้านกายวิภาคพืชสามารถใช้เพื่อช่วยในการระบุชนิดของพืชได้ และยังใช้เป็นเครื่องมือยืนยันถึงสมบัติไม้ไผ่ ทั้งนี้การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคโดยทั่วไปใช้รูปแบบการจัดเรียงเนื้อเยื่อในมัดท่อลำเลียง

(Vascular bundle) บริเวณส่วนกลางของลำไผ่เป็นหลัก รูปแบบของมัดท่อลำเลียง แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ (Type) ได้แก่ Type I (Open-type) โพลเอ็ม (Phloem) และไซเล็ม (Xylem) เรียงตัวอยู่ตรงกลาง ล้อมรอบด้วยสเกลอเรนคิมา (Sclerenchyma) ทั้ง 4 ด้าน ๆ ละเท่า ๆ กัน Type II (Tight-waist type) ประกอบด้วยส่วนสเกลอเรนคิมาด้านที่อยู่ติดกับโพลเอ็ม และเมตาไซเล็ม (Metaxylem) มีขนาดเท่า ๆ กัน แต่สเกลอเรนคิมาด้านที่ติดกับ โปรโตไซเล็ม (Protoxylem) ยืดยาวมากกว่า Type III (Broken-waist type) มัดท่อลำเลียงแยกออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนของโพลเอ็ม และไซเล็มอยู่รวมกัน และมีส่วนสเกลอเรนคิมาที่แยกออกมา และ Type IV มีการจัดเรียงเนื้อเยื่อในมัดท่อลำเลียงแยกได้ 3 ส่วน ประกอบด้วย ไซเล็ม และโพลเอ็มอยู่ตรงกลาง ประกบด้วย สเกลอเรนคิมาหัว-ท้าย (Liese, 1998)

การเลือกชนิดของไผ่เพื่อนำมาใช้งานที่มีความแข็งแรงทนทานเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากไผ่ต่างชนิดกันมีคุณสมบัติทางกายสมบัติ (Physical properties) และกลสมบัติ (Mechanical properties) ที่แตกต่างกัน คุณสมบัติเนื้อไม้ที่ใช้พิจารณาทางด้านกายสมบัติ ได้แก่ ความหนาแน่น (Density) ซึ่งเป็นปัจจัยกำหนดความแข็งแรงของไม้ไผ่ที่

*Corresponding author

E-mail address: benchawon@buu.ac.th (B. Chiwapreecha)

Online print: 1 September 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.2022.15>

ชัดเจน และมีกรรมวิธีการหาค่าที่ง่ายที่สุด เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของไม้จะเพิ่มขึ้นตามกัน ค่าความหนาแน่นพื้นฐานที่มีในไม้ไม่อยู่ระหว่าง $0.4-0.9 \text{ g/cm}^3$ ทั้งนี้ความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กับลักษณะของมัดท่อลำเลียงในเนื้อไม้ฝอยอีกประการ ในขณะที่คุณสมบัติเชิงกลที่นิยมใช้ทดสอบไม้ของพืชชนิดต่าง ๆ มีหลากหลายกรรมวิธีทดสอบ ได้แก่ การอัดตั้งฉากเส้น (Compression perpendicular to grain) การเฉือนขนานเส้น (Shear parallel to grain) รวมทั้งความแข็งแรงของการดัดลัด (Modulus of rupture: MOR) เป็นอีกปัจจัยที่ใช้ระบุความแข็งแรง (Strength) ของไม้ (Anokye et al., 2016; Kaewbuadee & Laemsak, 2014; Kiaokhong & Doungpet, 1999)

อย่างไรก็ตาม การศึกษากายวิภาคควบคู่กับความแข็งแรงของไม้ฝอยยังคงมีไม่มาก ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลครบทั้ง 2 ด้าน จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากายวิภาคเนื้อไม้ฝอย และสมบัติไม้ ได้แก่ ความหนาแน่น (Density) และความแข็งแรงของการดัดลัด (MOR) ของไม้พื้นเมือง 4 ชนิด ได้แก่ ไม้บงใหญ่ ไม้มันหมู ไม้ผาก และไม้ข้าวหลาม ซึ่งไม้พื้นเมืองดังกล่าวมีอยู่อย่างหนาแน่นในพื้นที่ อำเภอนาทม จังหวัดกาฬสินธุ์ และพบว่าชุมชนในพื้นที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน แต่ยังขาดข้อมูลด้านความแข็งแรงทนทานของไม้ฝอยเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อื่นทั้งเพื่อเป็นข้อมูลให้เกษตรกรที่สนใจสามารถเลือกปลูกไม้ที่มีศักยภาพตอบสนองอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยงานวิจัยนี้เป็นงานสนองพระราชดำริในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ชนิดและพื้นที่เจริญของไม้ที่นำมาศึกษา

เลือกไม้ที่เจริญตามธรรมชาติ อายุ 2-3 ปี ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนวชิราลงกรณ อ.ทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 4 ชนิด โดยใช้หลักการเลือกไม้ที่นำมาศึกษาวิจัย ได้แก่ เป็นชนิดเด่นที่ได้จากการสำรวจ รวมถึงพบในปริมาณที่เจริญอย่างหนาแน่นเป็นที่ยอมรับนำมาใช้ประโยชน์ของชุมชนในท้องถิ่นและมีการระบุชนิดตามเอกสารไม้ที่พบในประเทศไทย (Sungkaew et al., 2011) ได้แก่ ไม้บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii* (Munro) Kurz) ไม้มันหมู (*Dendrocalamus copelandii* (Gamble ex Brandis) N.H. Xia & Stapleton) ไม้ผาก (*Gigantochloa auriculata* Kurz) และไม้ข้าวหลาม (*Schizostachyum pergracile* (Munro) R.B. Majumdar) (Figure 1) และทำการแยกประเภทตาม

ขนาดลำไม้ เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยไม้ขนาดใหญ่ มีลำเจริญเต็มที่สูงได้กว่า 20 เมตร ได้แก่ ไม้บงใหญ่ และไม้มันหมู อีกกลุ่มคือไม้ขนาดกลาง มีลำเจริญเต็มที่สูงประมาณ 15-20 เมตร ได้แก่ ไม้ผาก และไม้ข้าวหลาม ตัวอย่างที่ได้นำมาศึกษาและวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการระหว่าง มีนาคม 2562 ถึง กันยายน 2564

การเตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อจัดทำสไลด์ถาวรเนื้อไม้

ตัดเนื้อไม้ขนาด $0.5 \times 0.5 \times 2.0$ เซนติเมตร ทางด้านตัดขวาง (Transverse) ด้านขนานเส้นสัมผัส (Tangential) และแนวรัศมี (Radial) เพื่อเข้าเครื่องผ่านเป็นแถบบาง ด้วยไมโครทอมแบบมือเลื่อน (Sliding microtome) รุ่น American Optical Company Model

860 Ser. No. 17066 ความหนาประมาณ 20-40 ไมโครเมตร แล้วนำไปย้อมสีซาฟรานินโอ (Safranin O) เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ในตัวทำละลายแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ตั้งน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้น 30, 50, 70, 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับขั้นตอนละ 10 นาที แล้วนำไปแช่ในไซลีน (Xylene) 3 ชั่วโมง จึงนำตัวอย่างวางบนกระจกสไลด์และผลึกด้วยเปอร์เมาท์ (Permount) ตามกรรมวิธีของ Kermanee (2008) นำสไลด์ถาวรจำนวนชนิดละ 10 สไลด์ ศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) รุ่น Zeiss Axioskop 2 plus บันทึกภาพและวัดขนาดมัดท่อลำเลียงที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างเนื้อเยื่อผิวและเนื้อเยื่อด้านในของลำไม้ ด้วยชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพดิจิทัลรุ่น Zeiss Axio Cam MRc หาความกว้างความยาวเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระบุรูปแบบของมัดท่อลำเลียงตามกรรมวิธีของ Liese (1998)

การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาสมบัติไม้

ตัดส่วนกลางลำของไม้ทั้ง 4 ชนิด ๆ ละ 3 ลำ ผึ่งให้หมาดในกระแสดอากาศ ให้มีความชื้นเหลือในเนื้อไม้ ประมาณ 11-12 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบหาความหนาแน่นของไม้ เตรียมชิ้นไม้ขนาด $1 \times 1 \times 1$ เซนติเมตร จำนวนชนิดละ 10 ชิ้นตัวอย่าง นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 120°C ให้น้ำหนักคงที่ แล้วคำนวณหาความหนาแน่น

ความหนาแน่น = มวล/ปริมาตร (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
($D=M/V$)

ทดสอบหาค่าความแข็งแรงของการดัดลัด โดยการเตรียมชิ้นไม้ขนาด $20 \times 20 \times 300$ มิลลิเมตร ที่มีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ชนิดละ 3 ชิ้นตัวอย่าง นำเข้าเครื่อง Universal testing machine รุ่น Instron 4466, USA (Kiaokhong & Doungpet, 1999).

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Minitab 17 (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา) โดยใช้แผนการทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (Multiple comparison test) ด้วยวิธีของ Tukey

ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบกายวิภาค และสมบัติไม้ 4 ชนิด ได้แก่ ไม้บงใหญ่ ไม้มันหมู ไม้ผาก และไม้ข้าวหลาม ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

กายวิภาคไม้
ไม้บงใหญ่ ไม้มันหมู และไม้ผาก มีชนิดของมัดท่อลำเลียงแบบเดียวกัน คือ Type III โดยมีลักษณะดังกล่าวคือ มัดท่อลำเลียงแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกประกอบด้วยส่วนของโฟลเอ็ม ไซเล็มที่อยู่รวมกัน แต่ละเนื้อเยื่อมีสเกลอเรจคิมาล้อมรอบ ส่วนที่สองปรากฏว่าสเกลอเรจคิม่าที่แยกออกมา (Figure 2: A,E; B,F; C,G) อย่างไรก็ตาม ไม้ทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว มีความแตกต่างกันที่ขนาดมัดท่อลำเลียง โดยที่ไม้มันหมูมีขนาดมัดท่อลำเลียงทั้งด้านกว้าง และด้านยาวมากที่สุด รองลงมาคือ ไม้ผาก และไม้บงใหญ่ ตามลำดับ (Table 1)

รายละเอียดลักษณะเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียงของไม้ทั้ง 3 ชนิด ประกอบด้วย ไม้บงใหญ่ มัดท่อลำเลียงส่วนแรกมีโฟลเอ็มอยู่ตรงกลางประกอบด้วยเมทาไซเล็ม (Metaxylem) ที่มีเซลล์เวสเซล (Vessel member) ขนาดใหญ่ ($75-90 \mu\text{m}$) 2 ด้าน และด้านล่างติดกับ โปรโตไซเล็ม (Protoxylem) ขนาดเล็ก ($25-30 \mu\text{m}$) ท่อลำเลียงส่วนแรก

ล้อมด้วยสเกลอเรนคิมา ส่วนที่สองมีเพียงสเกลอเรนคิมาที่แยกออกมา มีขนาด $250\text{--}280\text{ }\mu\text{m}$ ใฝ่มันหุ้ม มัดท่อลำเลียงส่วนแรกมีโพลีเอมอยู่ตรงกลางประกบด้วยเมทาไซเล็ม ที่มีเซลล์เวสเซล ขนาดใหญ่ ($150\text{--}180\text{ }\mu\text{m}$) 2 ด้าน และด้านล่างติดกับโพโทไซเล็ม ขนาดเล็ก ($40\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$) ท่อลำเลียงส่วนแรกล้อมด้วยสเกลอเรนคิมา ส่วนที่สองมีเพียงสเกลอเรนคิมาที่แยกออกมา มีขนาด $220\text{--}250\text{ }\mu\text{m}$ ใฝ่ผาก มัดท่อลำเลียงส่วนแรกมีโพลีเอมอยู่ตรงกลางประกบด้วย เมทาไซเล็ม ที่มีเซลล์เวสเซลขนาดใหญ่ ($50\text{--}70\text{ }\mu\text{m}$) 2 ด้าน และด้านล่างติดกับโพโทไซเล็มขนาดเล็ก ($15\text{--}20\text{ }\mu\text{m}$) ท่อลำเลียงส่วนแรกล้อมด้วยสเกลอเรนคิมา ส่วนที่สองมีเพียงสเกลอเรนคิมาที่แยกออกมา มีขนาด $280\text{--}300\text{ }\mu\text{m}$

สำหรับใฝ่ข้าวหลาม มีชนิดของมัดท่อลำเลียงแตกต่างจากใฝ่ 3 ชนิดแรก เป็นแบบ Type II มัดท่อลำเลียงไม่แยกเป็น 2 ส่วน (Figure 2 D,

H) ประกอบด้วยสเกลอเรนคิมาด้านที่อยู่ติดกับโพลีเอม และ เมทาไซเล็มมีขนาดเท่า ๆ กัน ($70\text{--}90\text{ }\mu\text{m}$) แต่สเกลอเรนคิมาด้านที่ติดกับโพโทไซเล็มยืดยาวมากกว่า ($190\text{--}220\text{ }\mu\text{m}$)

สมบัติไม้ใฝ่

เปรียบเทียบค่ากายสมบัติ (ความหนาแน่น) พบว่า ใฝ่ผากมีความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ ใฝ่ข้าวหลาม ใฝ่บงใหญ่ และใฝ่มันหุ้ม ตามลำดับ (Table 2) ในขณะที่ค่า กลสมบัติ (ความแข็งแรงของการดัดสถิตย) ใฝ่ข้าวหลามมีความแข็งแรงของการดัดสถิตยสูงที่สุด รองลงมาคือ ใฝ่ผาก ใฝ่บงใหญ่ และใฝ่มันหุ้ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าใฝ่มันหุ้มมีค่าความหนาแน่นและความแข็งแรงของการดัดสถิตยต่ำที่สุด



Figure 1 The 4 species of bamboos from Plant Genetic Protection Area of RSPG, Vajiralongkorn Dam EGAT, (A) *Dendrocalamus brandisii* (Munro) Kurz (B) *Dendrocalamus copelandii* (Gamble ex Brandis) N.H. Xia & Stapleton (C) *Gigantochloa auriculata* Kurz (D) *Schizostachyum pergracile* (Munro) R.B. Majumdar.

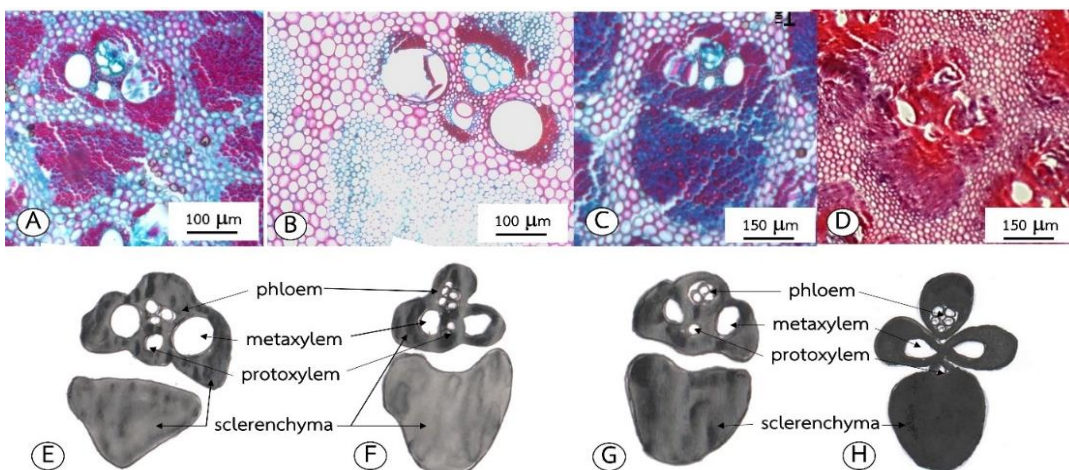


Figure 2 Vascular bundle characteristics on middle position.

(A,E) *Dendrocalamus brandisii* (Munro) Kurz (B,F) *Dendrocalamus copelandii* (Gamble ex Brandis) N.H. Xia & Stapleton (C,G) *Gigantochloa auriculata* Kurz (D,H) *Schizostachyum pergracile* (Munro) R.B. Majumdar.

Table 1 Average vascular bundle size on middle position of 4 bamboo culms

Species	Width (μm)	Length (μm)
<i>Dendrocalamus brandisii</i>	448.4 $\pm$ 60.18	591.8 $\pm$ 45.16
<i>Dendrocalamus copelandii</i>	610.3 $\pm$ 94.95	982.1 $\pm$ 133.91
<i>Gigantochloa auriculata</i>	495.2 $\pm$ 56.83	742.3 $\pm$ 60.25
<i>Schizostachyum pergracile</i>	611.6 $\pm$ 87.94	713.5 $\pm$ 93.50

Table 2 Comparison density and modulus of rupture of 4 bamboo culms

Species	Density (g/cm^3)	MOR (MPa)
<i>Dendrocalamus brandisii</i>	0.6533 ^{ab}	164.083 ^{ab}
<i>Dendrocalamus copelandii</i>	0.4833 ^b	102.570 ^b
<i>Gigantochloa auriculata</i>	0.8367 ^a	192.550 ^{ab}
<i>Schizostachyum pergracile</i>	0.7533 ^a	212.333 ^a

Remark: analysis of variance at significant level 0.05

: mean in a column

: the same letter to be non-statistically significant difference

: MOR = modulus of rupture.

วิจารณ์ผลการวิจัย

กายวิภาคไม้

รูปแบบมัดท่อลำเลียงของไผ่สกุล *Dendrocalamus* และ *Gigantochloa* จากรายงานของ Liese (1998) ระบุว่าอาจมีรูปแบบได้ทั้ง Type III และ Type IV แต่การศึกษาค้นพบว่าเฉพาะรูปแบบ Type III ทั้ง 2 สกุล รูปแบบดังกล่าวมีความแตกต่างกับงานวิจัยของ Park et al. (2018) รายงานมัดท่อลำเลียงของไผ่ *D. asper* ที่พบในอินโดนีเซีย มีรูปแบบ Type IV กล่าวคือ การจัดเรียงเนื้อเยื่อในมัดท่อลำเลียงแยกได้ 3 ส่วน ประกอบด้วย ไซเล็มและโพเลเอ็มอยู่ตรงกลางประกบด้วยสเกลอเรงคิมาหุ้มท้าย ในขณะที่ลักษณะมัดท่อลำเลียงที่พบในไผ่ผากของไทย คล้ายคลึงกับไผ่ผากเพลิง (*G. sortechinii* Gamble) ที่แพร่กระจายในมาเลเซีย โดยที่ไผ่ทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างที่ส่วนสเกลอเรงคิมาที่แยกออกมาของไผ่ผากเพลิงมีความยาวมากกว่าไผ่ผากชนิดที่พบในไทยถึง 3 เท่า (Zakikhani et al., 2017) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากชนิด (Species) ที่แตกต่างกันนั่นเอง อย่างไรก็ตามพบว่าลักษณะมัดท่อลำเลียงใน ไผ่ผากอีก 3 ชนิด ได้แก่ *G. brang*, *G. levis* และ *G. wrayi* ตามรายงานของ Mustafa et al. (2011) มีรูปแบบมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ Type III เช่นเดียวกัน ความแตกต่างระหว่าง 3 ชนิด ได้แก่ ขนาดมัดท่อลำเลียง และเนื้อเยื่อภายในของมัดท่อลำเลียง

ส่วนไผ่ข้าวหลาม มีลักษณะของมัดท่อลำเลียง (Type II) สอดคล้องกับไผ่ในสกุลเดียวกัน ได้แก่ ไผ่สีทอง (*S. brachycladum*) และไผ่กาบแดง (*S. zollingeri*) ที่พบในมาเลเซีย (Siam et al., 2019) แต่อย่างไรก็ตามไผ่ในสกุล *Schizostachyum* ทั้ง 3 ชนิดยังคงมีความแตกต่างที่ขนาดมัดท่อลำเลียง และความหนาแน่นของเซลล์เส้นใยที่เรียงตัวในสเกลอเรงคิมา

สมบัติไม้

เปรียบเทียบค่าสกายสมบัติ (ความหนาแน่น) กับค่ากลสมบัติ (ความแข็งแรงของการดัดสถิตย) (Table 2) พบว่าไผ่ที่มีความหนาแน่นสูง จะมีค่ากลสมบัติสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับรายงานของ Anokye et al. (2016) ศึกษาไผ่ป่า และไผ่ซางดำ พบความหนาแน่นของไผ่ป่า (*Bambusa bambos*) มีค่า $0.65 \text{ g}/\text{cm}^3$ มีความแข็งแรงของการดัดสถิตย $67.4 \text{ N}/\text{m}^2$ ในขณะที่ ไผ่ซางดำ (*D. strictus*) มีความหนาแน่น $0.72 \text{ g}/\text{cm}^3$ มีความแข็งแรงของการ

ดัดสถิตยเพิ่มขึ้นเป็น $118.4 \text{ N}/\text{m}^2$ จึงสรุปได้ว่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความแข็งแรงของไม้เพิ่มขึ้นตามกัน อย่างไรก็ตามเมื่อใช้การวิเคราะห์ทางสถิติศึกษาค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของการดัดสถิตย พบว่าความแข็งแรงของไผ่ผากยังคงอยู่ในระดับเดียวกับไผ่ข้าวหลาม (ที่ระดับ a) ในขณะที่ไผ่มันหมูซึ่งเป็นไผ่ขนาดใหญ่ กลับพบว่ามีความหนาแน่น และความแข็งแรงต่ำสุด (ที่ระดับ b)

ปัจจัยที่ทำให้ไม้ไผ่มีความหนาแน่นสูงหรือต่ำ มาจากความหนาแน่นของเซลล์เส้นใย (Fibre) ที่ปรากฏในส่วนของสเกลอเรงคิมาของมัดท่อลำเลียง (Guerreiro et al., 2013) ดังรายงานการศึกษา ลักษณะของสเกลอเรงคิมาในมัดท่อลำเลียงเทียบกับการทดสอบสมบัติไม้ไผ่ 3 ชนิด ที่ใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัด ไม้ลามิเนต และไม้อัดเกล็ดเรียงขึ้น ได้แก่ Moso (*Phyllostachys pubescens* Mazel), Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) และ Gai (*B. stenostachya*) จากภาพของมัดท่อลำเลียงที่ปรากฏ พบว่าไผ่ Moso และ ไผ่ Gai ส่วนของสเกลอเรงคิมาปรากฏความหนาแน่นของเซลล์เส้นใยน้อยกว่าไผ่ Guadua เมื่อนำเนื้อไม้ไปหาความหนาแน่น พบว่า ไผ่ Moso และ ไผ่ Gai มีค่าอยู่ระหว่าง $0.4\text{--}0.85 \text{ g}/\text{cm}^3$ ในขณะที่ไผ่ Guadua มีค่า $0.6\text{--}1.2 \text{ g}/\text{cm}^3$ ทั้งนี้ค่าความหนาแน่นที่สูงกว่ามีผลต่อการต้านความโค้งตัว (Deflection) ของไม้ได้ดีกว่า ไม้จากไผ่ Guadua จึงมีความแข็งแรงที่สุดเมื่อเทียบกับไผ่ทั้ง 2 ชนิด (Dixon et al., 2015) สอดคล้องกับลักษณะมัดท่อลำเลียงที่ปรากฏใน Figure 2 จากภาพแสดงให้เห็นชัดเจนว่าไผ่บงใหญ่ ไผ่ผาก และไผ่ข้าวหลาม (Figure 2, A–C–D) ปรากฏความหนาแน่นของเซลล์เส้นใยในส่วนสเกลอเรงคิมา มากกว่าไผ่มันหมู (Figure 2, B)

ในการศึกษาสมบัติเนื้อไม้ มีจุดมุ่งหมายให้ได้มาซึ่งข้อมูลสำหรับการตัดสินใจว่าไม้ไปใช้สร้างผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงที่ต้องการเฉพาะไม้ที่มีความแข็งแรง ในประเทศมาเลเซียมีเขตการแพร่กระจายพันธุ์ไผ่เชื่อมต่อกับประเทศไทย และมีความหลากหลายของชนิดไม้เช่นเดียวกับในประเทศไทย โดยประเทศมาเลเซียมีการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบอย่างแพร่หลาย จากรายงานวิจัยสมบัติไม้ไผ่พื้นเมืองของประเทศมาเลเซีย 4 สกุล (*Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Gigantochloa*, *Schizostachyum*) จำนวน 13 ชนิด พบว่ามีค่าความหนาแน่นระหว่าง $0.355\text{--}0.751 \text{ g}/\text{cm}^3$ และมีค่าความแข็งแรงของการดัดสถิตยระหว่าง $116\text{--}236 \text{ MPa}$ ทั้งนี้ไผ่

G. thoi ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกับไผ่ผาก มีค่าความหนาแน่นสูงที่สุด

ส่วนไผ่ *S. brachyeladum* ที่อยู่ในสกุลเดียวกับไผ่ข้าวหลาม มีค่าความแข็งแรงของการดัดสัณยสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลของงานวิจัยนี้ ที่พบว่าไผ่ผากมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงที่สุด และไผ่ข้าวหลามมีค่าความแข็งแรงของการดัดสัณยสูงที่สุด โดยที่งานวิจัยของประเทศมาเลเซียได้ระบุถึงสภาวะสมบัติไม้ไผ่ที่มีค่าความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 550 g/cm³ และมีค่าความแข็งแรงของการดัดสัณยไม่ต่ำกว่า 125 MPa ขึ้นไป เหมาะแก่การนำไปผลิตเป็นเครื่องเรือน พื้นไม้ปาร์เก้ และวัสดุโครงสร้าง (Siam et al., 2019) ดังนั้น ไผ่บงใหญ่ ไผ่ผาก และไผ่ข้าวหลาม ที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้มีค่าความหนาแน่นระหว่าง 0.653–0.753 g/cm³ และมีค่าความแข็งแรงของการดัดสัณยระหว่าง 164.083–212.333 MPa ย่อมถูกนำไปประยุกต์ใช้งานที่ต้องการเนื้อไม้คุณภาพสูงได้เช่นเดียวกัน ยกเว้นไผ่มันหมูที่มีค่าสมบัติไม้ต่ำที่สุด

อย่างไรก็ตามขนาดของลำไผ่อาจไม่ตอบสนองความต้องการด้านความแข็งแรงของไม้ การเลือกปลูกไผ่ขนาดใหญ่อาจไม่ได้นำไปสู่การใช้งานประเภทที่ต้องมีความแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้ไผ่มันหมูซึ่งเป็นไผ่พื้นเมืองขนาดใหญ่ของกาญจนบุรียังคงมีข้อดี กล่าวคือ ให้อายุยืนยาว หน่อมีรสชาติดี จึงเป็นที่นิยมนำมาบริโภค และสร้างรายได้ในระดับครัวเรือน สำหรับไม้ไผ่ที่มีความแข็งแรงจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบทั้งสภาวะสมบัติ และกลสมบัติ ได้แก่ ไผ่ข้าวหลาม ไผ่ผาก และไผ่บงใหญ่ ตามลำดับ จากการค้นคว้าการใช้ประโยชน์ไผ่ข้าวหลามในต่างประเทศยังไม่พบรายงานที่แน่ชัด อาจเนื่องมาจากเขตการแพร่กระจายของไผ่ข้าวหลามมีจำกัด พบเฉพาะในบริเวณเขตร้อนของเอเชีย ตั้งแต่ประเทศจีนตอนใต้ ไปยังบางส่วนของประเทศอินโดนีเซีย จากรายงานการใช้ประโยชน์ดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบอาหาร เช่น เผาข้าวหลาม เนื่องจากมีเยื่อด้านในที่ทำให้ออกเฝ้าข้าวหลามออกได้ง่ายและให้กลิ่นหอม ส่วนหน่อมีรสขมไม่นิยมบริโภค เนื้อไม้ถูกนำไปใช้งานจักสานหรือทำเครื่องมือเกษตรต่าง ๆ (Sungkaew et al., 2011) ซึ่งงานวิจัยนี้จึงให้ข้อมูลที่ประโยชน์แก่นักพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่จะนำไผ่ข้าวหลามไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายยิ่งขึ้น

สำหรับไผ่บงใหญ่ โดยทั่วไปนิยมปลูกเพื่อบริโภคหน่อที่ได้รับการยอมรับว่ามีรสชาติดี แต่จากการวิจัยนี้พบว่าเนื้อไม้ของไผ่บงใหญ่ยังมีค่าความแข็งแรงที่อยู่ในระดับที่สูงรองจากไผ่ข้าวหลาม และไผ่ผาก (164.083 MPa) รายงานการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่ในงานก่อสร้างของไทยระบุว่า ไผ่บงใหญ่สามารถนำมาทำโครงอาคาร ฝ้าเพดาน หลังคา กำแพงแบบครึ่งและทั้งลำ ค้ำยัน และนั่งร้าน สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Bhushan et al. (2020) พบว่าเซลล์เส้นใยของไผ่บงใหญ่มีความยาวและความแข็งแรงเหมาะสมกับการนำมาทำเป็นแผ่นไม้ลามิเนต (Laminated bamboo lumber) ทดแทนการตัดไม้ยืนต้นมาใช้ในการก่อสร้าง ในขณะที่ไผ่ข้าวหลามสามารถนำไปใช้ทำ ฝ้าเพดาน และกำแพงแบบครึ่งและทั้งลำ (Daram, 2019; Laemsak & Chotikhun, 2007)

สรุปผลการวิจัย

ไผ่บงใหญ่ ไผ่มันหมู และ ไผ่ผาก มีชนิดของมัดท่อลำเลียง

แบบเดียวกัน คือ Type III โดยมีลักษณะเด่นของมัดท่อลำเลียงแยกออกเป็น 2 ส่วน พบความแตกต่างของไม้ทั้ง 3 ชนิด อยู่ที่ขนาดมัดท่อลำเลียง ในขณะที่ไผ่ข้าวหลามมีชนิดของมัดท่อลำเลียงแบบ Type II ที่มีลักษณะเด่นของสเกลอแรงคิมาด้านที่ติดกับโพทโซเลียม ยึดยาวมากกว่าด้านอื่น

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความหนาแน่น พบว่า ไผ่ข้าวหลาม และไผ่ผาก มีค่าความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือไผ่บงใหญ่ ในขณะที่ไผ่มันหมูมีความหนาแน่นต่ำที่สุด สำหรับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของการดัดสัณย พบว่า ไผ่ข้าวหลาม มีความแข็งแรงสูงที่สุด ในขณะที่ไผ่มันหมูมีความแข็งแรงต่ำที่สุด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าไผ่ข้าวหลาม และไผ่ผาก เหมาะแก่การใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงของเนื้อไม้ เช่น งานโครงสร้าง พื้นไม้ปาร์เก้ หรือนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิต ผลิตภัณฑ์ ไม้อัด ไม้อัดลามิเนต และไม้อัดเกล็ดเรียงขึ้น เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา อพสธ 4/2558 ได้รับการสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยโดยโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ.) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เชื้อนวนชิราลงกรณ์ กาญจนบุรี

References

- Anokye, R., Bakar, E. S., Ratnansingam, J., & Awang, K. B. (2016). Bamboo properties and suitability as a replacement for wood. *Pertanika Journal of Scholarly Research Reviews*, 2(1), 64–80.
- Bhushan, U. K., Sharma, S. K., & Shukla, S. R. (2020). Optimization of pressing parameters of PF-bonded laminated bamboo lumber from *Dendrocalamus brandisii*. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 17(2), 149–157.
- Daram, S. (2019). The analysis of safety factor for bamboo used in construction. *Journal of Architecture, Design and Construction*, 1(3), 11–27. (in Thai)
- Dixon, P. G., Ahvenainen, P., Aijazi, A. N., Chen, S. H., Lin, S., Augusciak, P. K., Borrega, M., Svedstrom, K., & Gibson, L. J. (2015). Comparison of the structure and flexural properties of Moso, Guadua and Tre Gai bamboo. *Construction and Building Material*, 90, 11–17.
- Guerreiro, C., Rodriguez, M. F., & Agrasar, Z. E. R. (2013). Clum anatomy a contribution to the identification of vegetative Andean woody bamboos in southernmost America. *Kew Bulletin*, 68(2), 209–218.
- Kaewbuadee, S., & Laemsak, N. (2014). Mechanical properties of bamboo culms from Phai Tong (*Dendrocalamus asper*) and Phai Chin (*Dendrocalamus sinicus*). *Journal of*

- Forest Management*, 8(16), 30–38. (in Thai)
- Kermanee, P. (2008). *Techniques in plant tissue*. Bangkok: Kasetsart university press. (in Thai)
- Kiaokhong, B., & Dounget, M. (1999). *Laboratory manual for mechanical testing of wood*. Bangkok: Kasetsart university press. (in Thai)
- Laemsak, N., & Chotikhun, A. (2007). Properties of some bamboo culms planted at the Royal agriculture station Ankhang. *Thai Journal of Forestry*, 26, 68–74. (in Thai)
- Laosakul, S., Boonsermsuk, S., & Sungkaew, S. (2014). *Bamboos in Queen Sirikit park*. Bangkok: Forest research and development office, Royal Forest Department. (in Thai)
- Liese, W. (1998). *The Anatomy of Bamboo Culms*. Beijing: Art Options.
- Mustafa, M. T., Wahab R., Sudin, M., Sulaiman, O., Kamal, N. A. M., & Khalid, I. (2011). Anatomical and microstructures features of tropical bamboo *Gigantochloa brang*, *G. levis*, *G. scotechinii* and *G. wrayi*. *International Journal of Forest, Soil and Erosion*, 1(1), 25–35.
- Park, S. H., Jang, J. H., Wistara, N. J., Hidayat, W., Lee, M., & Febrianto, F. (2018). Anatomical and physical properties of Indonesian bamboos carbonized at different temperatures. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 46(6), 656–669.
- Sharma, B., Gattoo, A., Bock, M., & Ramage, M. (2015). Engineered bamboo for structural applications. *Construction and Building Material*, 81, 66–73.
- Siam, N. A., Uyup, M. K. A., Husain, H., Mohmod, A. L., & Awalludin, M. F. (2019). Anatomical, physical and mechanical properties of thirteen Malaysian bamboo species. *Bioresources*, 14(2), 3925–3943.
- Sungkaew, S., Teerawatananon, A., & Jindawong, K. (2011). *Bamboo of Thailand*. Bangkok: Amarin Printing & Publishing Public Co., Ltd. (in Thai)
- Zakikhani, P., Zahari, R., Sultan, M. T. H., & Majid, D. L. (2017). Morphological, mechanical and physical properties of four bamboo species. *Bioresources*, 12(2), 2479–2495.

Research article

Comparative culms anatomical and properties of 4 bamboos from Kanchanaburi Province

Benchawon Chiwapreecha^{1*} Kadsaraporn Chanprasert¹
and Chaimongkol Kongpakdee²

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

²Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, 10900

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 30 May 2022

Revised: 23 June 2022

Accepted: 14 July 2022

Online published: 1 September 2022

Keyword

Bamboo culm

Anatomical

Vascular bundle

Physical properties

Mechanical properties

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate wood anatomy and wood properties. The collection of four bamboo culms including *Dendrocalamus brandisii* (Munro) Kurz, *Dendrocalamus copelandii* (Gamble ex Brandis) N.H. Xia & Stapleton, *Gigantochloa auriculata* Kurz and *Schizostachyum pergracile* (Munro) R.B. Majumdar was made from Plant Genetic Protection Area of RSPG, Vajiralongkorn Dam, Thong Pha Phum district, Kanchanaburi province. The specimens were prepared by sliding microtome and were examined under light microscope. Wood density and modulus of rupture were determined on conditioned at 11 % relative humidity following as ISO standards. The results show that the vascular bundles of *D. brandisii*, *D. copelandii* and *G. auriculata* were classified under Type III (broken-waist type) but the bundle size were different depending on the species while *S. pergracile* was Type II (tight-waist type). The highest density was found in *G. auriculata* and followed by *S. pergracile*, *D. brandisii* and *D. copelandii*, (0.8367, 0.7533, 0.6533, 0.4833 g/cm³) respectively. The modulus of rupture of *S. pergracile* was the highest followed by *G. auriculata*, *D. brandisii* and *D. copelandii*, (212.333, 192.550, 164.083, 102.570 MPa) respectively. However, multiple comparison test found that *S. pergracile* and *G. auriculata* with excellent density followed by *D. brandisii*. This results indicated that *S. pergracile* and *G. auriculata* are more suitable for many construction applications such as plywood, laminated wood or oriented strand board.

*Corresponding author

E-mail address: benchawon@buu.ac.th (B. Chiwapreecha)

Online print: 1 September 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.2022.15>



บทความวิจัย

การเปรียบเทียบการเติบโตและผลผลิตของต้นกาแฟโรบัสต้าบางพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ดและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในพื้นที่อำเภอบางสะพานน้อย

ไยไหม ช่วยหนู^{1*} ธรรมธวัช แสงงาม¹ ปฐมา แทนนา¹ วันวิสาข์ วัฒนะพันธ์ศักดิ์¹

และ อุดมรุจ บุญประกอบชา²

¹ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

²ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 26 มิถุนายน 2565

แก้ไข: 5 กันยายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 7 กันยายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 กันยายน 2565

คำสำคัญ

พันธุ์โรบัสต้า

กาแฟเพาะชำเมล็ด

กาแฟเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเจริญเติบโต

ผลผลิต

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของกาแฟโรบัสต้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดและเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อหาพันธุ์ที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีในพื้นที่บางสะพานน้อย วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ Main plot คือต้นกาแฟขยายพันธุ์ 2 แบบ คือขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดและเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ Sub plot คือ โรบัสต้า 5 พันธุ์ ได้แก่ ชุมพร 1 ชุมพร 2 ชุมพร 3 ชุมพร 84-4 และชุมพร 84-5 เก็บข้อมูลความสูงต้น เส้นรอบวงโคนต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งให้ผล ผลผลิตต่อต้น คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ พบว่าการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสต้าที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ดไม่แตกต่างกับที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โรบัสต้าพันธุ์ชุมพร 84-5 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นได้แก่ ความสูงต้น เส้นรอบโคนต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งให้ผล และผลผลิตต่อต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ แตกต่างกับพันธุ์อื่นระดับความเชื่อมั่น ($P \leq 0.05$) รองลงมาคือโรบัสต้าพันธุ์ชุมพร 84-4 และชุมพร 2 ดังนั้นพันธุ์กาแฟโรบัสต้าพันธุ์ชุมพร 84-5 ชุมพร 84-4 และชุมพร 2 เป็นพันธุ์แนะนำให้กับเกษตรกรในพื้นที่อำเภอบางสะพานน้อย

บทนำ

กาแฟโรบัสต้า (*Coffea canephora* Pierre ex. A. Froehner) สามารถเพาะปลูกได้ง่าย มีความต้านทานสูงต่อโรคและแมลง ทนต่ออุณหภูมิและความชื้นสูงจึงสามารถปลูกได้ดีในที่ราบต่ำอีกทั้งให้ผลผลิตเร็ว ที่ผ่านมามีการขยายพันธุ์และส่งเสริมการปลูกกาแฟโรบัสต้าอย่างกว้างขวางในภาคใต้ของประเทศไทย โดยส่งเสริมให้เป็นพืชปลูกหลักในสวนยาง เป็นรายได้รองจากการกรีดยาง (Pongsawaeng, 1997) สถานการณ์การผลิตกาแฟพันธุ์โรบัสต้าในปี 2565 มีพื้นที่รวมทั้งประเทศคาดว่าจะลดลงโดยแหล่งผลิตสำคัญทางภาคใต้ได้แก่ จังหวัดชุมพรและระนอง สาเหตุจากเกษตรกรโค่นต้นกาแฟแล้วปรับเปลี่ยนไปปลูกทุเรียนและปลูกพืชสวนผสมจึงทำให้พื้นที่ปลูกกาแฟในปี 2564 มีพื้นที่ 197,923 ไร่ ลดลงในปี 2565 เหลือ 146,405 ไร่ ในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีพื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสต้าเพียง 6,756 ไร่ และส่วนใหญ่พื้นที่ปลูกอยู่ในอำเภอบางสะพานน้อย (OAE, 2021) เกษตรกรจำนวนมากจึงหันไปปลูกพืชชนิดอื่นแทนเช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล ส่งผลให้พื้นที่ผลิตกาแฟลดลง (DOA, 2020) การปลูกกาแฟจำเป็นต้องมีการศึกษา

ความเหมาะสมก่อนทำการปลูก กรมวิชาการเกษตรแนะนำพื้นที่ปลูกควรเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง สามารถระบายน้ำและอากาศได้ดีมีธาตุอาหารโพแทสเซียมสูง มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ประมาณ 4.5-6.5 ด้านสภาพอากาศก็เป็นปัจจัยสำคัญในการเติบโตและให้ผลผลิต (DOA, 2019)

ประเทศไทยมีการปลูกกาแฟโรบัสต้ามาช้านานแต่ปริมาณพันธุ์ดีที่จะใช้เป็นพันธุ์แนะนำให้เกษตรกรปลูกนั้นมีค่อนข้างจำกัดในอดีตช่วงที่เมล็ดกาแฟดิบมีราคาสูงความต้องการพันธุ์ปลูกมีค่อนข้างมากจึงได้มีการนำพันธุ์กาแฟโรบัสต้าเข้ามาจากต่างประเทศผ่านทางหน่วยงานของรัฐ ขณะเดียวกันช่วงเวลาดังกล่าวการสนับสนุนด้านพันธุ์ปลูกยังไม่มี เมื่อเทียบกับในปัจจุบัน เกษตรกรชาวสวนกาแฟส่วนใหญ่จึงนิยมใช้วิธีขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด และได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องเป็นเหตุให้กาแฟที่ผลิตมีปัญหาด้านคุณภาพอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นกัน (DOA, 2019) การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดเป็นวิธีที่ง่ายสามารถผลิตต้นกล้าได้จำนวนมาก ต้นกล้าที่ได้มีความแข็งแรงสมบูรณ์สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดีและใช้ต้นทุนในการผลิตที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการขยายพันธุ์แบบวิธีอื่น

*Corresponding author

E-mail address: fagrymc@ku.ac.th (Y. Chuaynoo)

Online print: 28 September 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.2022.16>

(DOA, 2019; Semsanthat, 2009; Wattanaphut, 1999) การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดพันธุ์นั้นความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด หากเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงต้นกล้าจะมีคุณภาพและลดระยะเวลาในการผลิตกล้าให้สั้นลงได้ (Wetchakama & Khaengkhan, 2018) การผลิตต้นกล้ากาแฟปัจจุบันในทางการค้านิยมใช้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมากกว่าเนื่องจากได้ปริมาณต้นที่ผลิตต่อครั้งจำนวนมากและตรงตามพันธุ์ แต่เกษตรกรยังคงนิยมการเพาะเมล็ดจากต้นพันธุ์ดี เพราะมีการจัดการง่ายสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่าย (ARDA, 2017) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นต้นอ่อนที่ได้จะมีพันธุ์กรรมเหมือนต้นแม่ทุกประการ และยังมีระบบรากที่เสมือนรากแก้วแบบต้นกล้าเพาะเมล็ด ทางกรมวิชาการเกษตรได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในต้นกาแฟโรบัสต้าจนกระทั่งสามารถผลิตต้นกล้ากาแฟโรบัสต้าพันธุ์ที่ได้รับการคัดพันธุ์เพื่อกระจายสู่เกษตรกร (Chantanumat & Kasinkasaempong, 2008) การย้ายปลูกพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นปัจจัยที่สำคัญมากคือการปรับสภาพพืชที่เคยอยู่ในสภาพปลอดเชื้อมาสู่สภาพธรรมชาติ พืชที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อมักมีลักษณะทางสรีรวิทยาแตกต่างกับพืชในสภาพธรรมชาติมาก คือมีลักษณะใบบอบบาง การสังเคราะห์แสงยังไม่พัฒนาเต็มที่การคายน้ำสูงเนื่องจากการควบคุมการเปิดปิดปากใบไม่สมบูรณ์การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุต่ำเนื่องจากการพัฒนาของรากยังไม่สมบูรณ์ จึงต้องปรับสภาพพืชให้ค่อย ๆ เข้ากับสภาพธรรมชาติก่อนย้ายสู่สภาพไร่ (Chantanumat & Kasinkasaempong, 2008) ในพื้นที่อำเภอบางสะพานน้อย เกษตรกรส่วนใหญ่พบปัญหาเรื่องการจัดการแปลงและการดูแลต้นกาแฟที่เหมาะสมจึงทำให้มีปัญหาด้านผลผลิตและการหาต้นกาแฟพันธุ์ดี เนื่องจากขาดความรู้และข้อมูลการปลูกจากหน่วยงานจึงไม่นิยมปลูกรวมไปถึงปัจจัยด้านพื้นที่การเพาะปลูกที่มีอยู่อย่างจำกัดส่งผลให้มีผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด (Leelawongsanti et al., 2018)

อย่างไรก็ตามทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาผลผลิตกาแฟไม่เพียงพอต่อความต้องการ คือการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกาแฟเพิ่มมากขึ้นเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่การผลิต (DOA, 2019) ซึ่งจำเป็นต้องมีต้นกล้าที่สมบูรณ์ แข็งแรงที่อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตรวมถึงการให้ผลผลิตโดยต้องอาศัยวิธีการขยายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพ การขยายพันธุ์พืชเป็นการเพิ่มจำนวนต้นพืชด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อการเพาะปลูกหรือใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่น การค้า การส่งเสริมหรือธุรกิจ เป็นต้น โดยการขยายพันธุ์พืชนั้นจัดว่ามีความสำคัญในการเพาะปลูกพืชทุกชนิดเนื่องจากเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการทำเกษตรซึ่งต้องเตรียมต้นพืชให้ได้จำนวนเพียงพอต่อความต้องการและทันต่อเวลาปลูก โดยต้นพืชนั้นต้องมีความสมบูรณ์ แข็งแรงและได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาด (DOAE, 2013) จากปัญหาพื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสต้าลดลงและผลผลิตกาแฟไม่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อหาพันธุ์และวิธีการขยายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพของต้นกาแฟโรบัสต้า ที่สมบูรณ์แข็งแรงส่งผลต่อการเจริญเติบโตรวมถึงการให้ผลผลิต ทางคณะผู้จัดทำได้ทำงานทดลองการปลูกกาแฟในพื้นที่หน่วยงานสถานีวิจัยสิทธิพรฤทธาการเป็นหน่วยงานที่ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอบางสะพานน้อย สำหรับเป็นแหล่งให้ข้อมูลแก่เกษตรกรผู้สนใจปลูกกาแฟ จากปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพันธุ์กาแฟโรบัสต้าและผลผลิตของต้นกาแฟโรบัสต้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่อำเภอบางสะพานน้อย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD 4 ซ้ำ Main plot คือต้นกล้ากาแฟที่ได้จากการขยายพันธุ์ 2 แบบ คือการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ Sub plot คือ ต้นกล้ากาแฟโรบัสต้า 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชุมพร 1 พันธุ์ชุมพร 2 พันธุ์ชุมพร 3 พันธุ์ชุมพร 84-4 และพันธุ์ชุมพร 84-5 (ต้นพันธุ์จากศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดชุมพร)

2. ใช้พื้นที่ในการทดลองรวม 2 ไร่ โดยเก็บตัวเลขจากต้นกาแฟที่ได้จากการเพาะเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ละ 30 ต้น พื้นที่ 1 ไร่ และต้นกาแฟที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพันธุ์ละ 30 ต้น พื้นที่ 1 ไร่ สภาพพื้นที่กลางแจ้ง

วิธีการปลูก

1. ต้นกาแฟที่ใช้มีการอนุบาลต้นกล้าพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ดและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ของเดือน มกราคม ปี 2560 ในโรงเพาะชำที่มีร่มเงาประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จนต้นกล้าอายุ 6 เดือนถึงย้ายลงปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ปี 2560 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนทำให้ต้นกาแฟเจริญเติบโตได้ดี และยาวนานจนทำให้แข็งแรงพอที่จะทนทานต่อสภาพแห้งแล้งในฤดูแล้งได้เป็นอย่างดี

2. ขุดดินตรงกลางหลุมปลูกให้มีขนาด กว้าง 50 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร ใช้ระยะปลูก 3x3 เมตร (ประมาณ 180 ต้น/ไร่) เนื่องจากกาแฟเป็นพืชผสมข้ามจึงปลูกแต่ละพันธุ์เป็นแถวสลับไปรอบกันหลุมด้วยปุ๋ยคอก 5 กิโลกรัม และหินฟอสเฟต 200 กรัม/หลุม ต้นกล้าอายุ 6 เดือน (ใบจริง 5-7 คู่) (ACFS, 2018)

3. ปักหลักไม้ให้ชิดกับลำต้นกาแฟ ทำมุมกับพื้นดินประมาณ 45 องศา ผูกหลักกับต้นกาแฟ เพื่อป้องกันการโยกจากลมให้กับต้นกาแฟในช่วงแรก

4. คลุมรอบโคนต้นกล้ากาแฟด้วยฟางข้าว โดยห่างจากรอบโคนต้น 10 เซนติเมตร

5. การให้น้ำในช่วงระยะแรกให้น้ำระบบสปริงเกอร์ก่อนเนื่องจากเป็นช่วงที่เริ่มลงปลูก โดยจะดูแลให้ดินมีความชื้นสม่ำเสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงหลังปลูกใหม่ ๆ ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นกาแฟยังมีขนาดเล็ก

การเก็บข้อมูล

1. การวิเคราะห์ดิน เก็บตัวอย่างดินในแปลงทดสอบพันธุ์กาแฟโรบัสต้า ส่งวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน อินทรีย์วัตถุในโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (KUKPS, 2018)

2. ลักษณะสัณฐานวิทยาของต้นกล้ากาแฟโรบัสต้า (Alemu et al., 2017)

2.1 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มปลูก กรกฎาคม 2561-2563 ระยะเวลา 2 ปี ดังนี้ ความสูงต้น (วัดความสูงต้นกาแฟจากพื้นดินถึงยอดทรงพุ่ม) เส้นรอบวงโคนต้น (วัดตรงตำแหน่งความสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งให้ผล

3. ผลผลิตต่อต้นเก็บผลสดกาแฟ เริ่มติดผลผลิตในปีที่ 3 หลังจากปลูก โดยลักษณะเมล็ดกาแฟที่สุกแล้วจะมีเปลือกสีแดง เรียกผลที่สุกพร้อมเก็บลักษณะนี้ว่ากาแฟเชอร์รี่ (DOA, 2019)

4. ลักษณะสรีรวิทยาของใบต้นกาแฟโรบัสต้า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Chlorophyll content) เก็บตัวอย่างใบกาแฟ 5 พันธุ์ ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพันธุ์ละ 5 ใบจำนวน 4 ซ้ำ นำตัวอย่างใบลงในขวดแก้วที่บรรจุสาร N,N-Dimethyl formamide (DMF) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดแก้ว ย้ายไปเก็บในที่มืดอุณหภูมิ 4 °C เพื่อป้องกันไม่ให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลายโดยแสง หลังจากนั้นประมาณ 24–48 ชั่วโมง คลอโรฟิลล์จะถูกสกัดออกจากใบทั้งหมด สังเกตได้จากแผ่นใบที่มีสีขาวซีด ไม่มีสีเขียวเหลืออยู่ นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 647 และ 664 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) โดยใช้สารละลาย DMF บริสุทธิ์เป็นตัวตั้งค่าที่ศูนย์ คลอโรฟิลล์เอ (Chlorophyll-a) คลอโรฟิลล์บี (Chlorophyll-b) คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (Total Chlorophyll) (Moran, 1982; Netto et al., 2005)

การคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์อ้างอิงตาม Arnon (1949)

$$\text{Chlorophyll-a (mg/L)} = 12.7(A_{663}) - 2.69(A_{645})$$

$$\text{Chlorophyll-b (mg/L)} = 22.9(A_{645}) - 4.68(A_{663})$$

$$\text{Total Chlorophyll (mg/L)} = 20.2(A_{645}) + 8.02(A_{663})$$

การคำนวณปริมาณแคโรทีนอยด์อ้างอิงตาม Momin & Kadam (2011)

$$\text{Carotenoid (mg/L)} = 7.6(A_{480}) - 1.49(A_{510})$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งค่าสถิติสำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม R (Jompuk, 2009)

ผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดสอบพันธุ์กาแฟโรบัสต้า พบว่าเป็นดินร่วนปนทรายมีความเป็นกรดปานกลาง มีค่าอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียมปริมาณ 1.18% 0.06% 30.47 mg/kg และ 60.86 cmol/kg ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน และมีค่าฟอสฟอรัสปริมาณ 26.32 mg/kg ใกล้เคียงมาตรฐาน ดินมีความเค็มเล็กน้อย ในพื้นที่ปลูกนี้เป็นแปลงเปิดใหม่ ยังคงมีธาตุอาหารในดินต่ำ (Table 1)

Table 1 Chemical analysis of soil from the experimental area at Bang Saphan Noi District, Prachuap Khiri Khan Province in 2019 and standard value for robusta coffee

Soil parameter	Units	Topsoil 0–30 cm values measured	Soil characteristics	Standard values
pH		5.14	moderate acid	5.5–6.0
OM	%	1.18	low supply	2.5–3.0
N	%	0.06	very low supply	
P	mg/kg	26.32	high supply	30–40
K	mg/kg	30.47	low supply	100–130
Ca	cmol/kg	435.07	low supply	3.99–4.99
Mg	cmol/kg	60.86	low supply	0.82–1.07
EC	ds/m	3.54	slightly salt supply	–

ความสูงต้นกาแฟ

กาแฟโรบัสต้าทั้ง 5 พันธุ์ที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดและที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีความสูงในระยะเวลา 2 ปีแตกต่างกัน ต้นกาแฟที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดมีความสูงเฉลี่ย 147.25 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับต้นกาแฟขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความสูงเฉลี่ย 147.94 เซนติเมตร กาแฟพันธุ์ชุมพร 84–5 มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 185.99 เซนติเมตร และกาแฟพันธุ์ชุมพร 84–4 และชุมพร 2 มีความสูงเฉลี่ย 164.74 และ 156.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกาแฟพันธุ์ชุมพร 3 มีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด 105.55 เซนติเมตร (Table 2 และ Figure 1)

เส้นรอบวงโคนต้นกาแฟ

เส้นรอบวงโคนต้นกาแฟโรบัสต้าทั้ง 5 พันธุ์ที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดและที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระยะเวลา 2 ปีแตกต่างกัน ต้นกาแฟที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดมีเส้นรอบวงโคนต้นกาแฟเฉลี่ย 12.26 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับต้นกาแฟขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีเส้นรอบวงโคนต้นกาแฟเฉลี่ย 12.20 เซนติเมตร กาแฟพันธุ์ชุมพร 84–5 มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ยสูงสุด 14.32 เซนติเมตร และกาแฟพันธุ์ชุมพร 1 และชุมพร 84–4

มีเส้นรอบวงโคนต้นกาแฟเฉลี่ย 12.54 และ 12.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกาแฟพันธุ์ชุมพร 3 มีเส้นรอบวงโคนต้นกาแฟเฉลี่ยต่ำสุด 10.31 เซนติเมตร (Table 2 และ Figure 1)

ความกว้างทรงพุ่ม

ความกว้างทรงพุ่มต้นกาแฟโรบัสต้าทั้ง 5 พันธุ์ที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดและที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระยะเวลา 2 ปีแตกต่างกัน ต้นกาแฟที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดมีความกว้างทรงพุ่มต้นกาแฟเฉลี่ย 157.74 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับต้นกาแฟขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความกว้างทรงพุ่มต้นกาแฟเฉลี่ย 155.65 เซนติเมตร กาแฟพันธุ์ชุมพร 84–5 มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด 197.05 เซนติเมตร และกาแฟพันธุ์ชุมพร 84–4 และ ชุมพร 2 มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 171.11 และ 164.03 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกาแฟพันธุ์ชุมพร 3 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยต่ำสุด 115.42 เซนติเมตร (Table 2 และ Figure 1)

จำนวนกิ่งให้ผล

จำนวนกิ่งให้ผลของต้นกาแฟโรบัสต้าทั้ง 5 พันธุ์ที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดและที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระยะเวลา 2 ปีแตกต่างกัน ต้นกาแฟที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะ

เมล็ดมีจำนวนกิ่งให้ผลเฉลี่ย 68.86 กิ่งต่อต้น ไม่แตกต่างกับต้นกาแฟขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีจำนวนกิ่งให้ผลเฉลี่ย 80.04 กิ่งต่อต้น กาแฟพันธุ์ชุมพร 84-5 มีจำนวนกิ่งให้ผลเฉลี่ยสูงสุด 89.48 กิ่งต่อต้น และกาแฟพันธุ์ ชุมพร 84-4 และชุมพร 2 มีจำนวนกิ่งให้ผลเฉลี่ย 80.80 และ 76.25 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ส่วนกาแฟพันธุ์ชุมพร 3 มีจำนวนกิ่งให้ผลเฉลี่ยต่ำสุด 61.30 กิ่งต่อต้น (Table 2 และ Figure 1)

ผลผลิตต่อต้น

ผลผลิตต่อต้นของต้นกาแฟโรบัสต้าทั้ง 5 พันธุ์ที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดและที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระยะเวลา 2 ปีแตกต่างกัน ต้นกาแฟที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดมีผลผลิตต่อต้นกาแฟเฉลี่ย 1.45 กิโลกรัมต่อต้น ไม่แตกต่างกับต้นกาแฟขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีผลผลิตต่อต้นกาแฟเฉลี่ย 1.66 กิโลกรัมต่อต้น กาแฟพันธุ์ชุมพร 84-5 มีผลผลิตต่อต้นสูงสุด 1.84 กิโลกรัมต่อต้น และกาแฟพันธุ์ ชุมพร 84-4 และชุมพร 2 มีผลผลิตต่อต้นเฉลี่ย 1.63 และ 1.56 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนกาแฟพันธุ์ชุมพร 1 มีกิโลกรัมต่อต้น เฉลี่ยต่ำสุด 1.32 กิโลกรัมต่อต้น (Table 2 และ Figure 2)

ลักษณะสรีรวิทยาของใบต้นกาแฟโรบัสต้า

รงควัตถุในใบของกาแฟโรบัสต้าทั้ง 5 พันธุ์ที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดและที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระยะเวลา 2 ปี มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณแคโรทีนอยด์ ไม่แตกต่างกัน ใบกาแฟที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการ

เพาะเมล็ดมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยอยู่ที่ 22.56 18.51 53 และ 1.89 mg/L ตามลำดับ ไม่แตกต่างกับใบกาแฟขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเฉลี่ยอยู่ที่ 22.75 18.63 53.19 และ 1.97 mg/L ตามลำดับ ใบกาแฟพันธุ์ชุมพร 84-5 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยสูงสุด 23 54.44 และ 2.09 mg/L และใบกาแฟพันธุ์ชุมพร 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี เฉลี่ยสูงสุด 18.64 mg/L (Table 3 และ Figure 2)

วิจารณ์ผลการวิจัย

สภาพอากาศที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟควรมีอากาศไม่ร้อนจัด ประมาณ 25–32 °C ดินควรเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 5.5– 6.5 มีการกระจายของฝนไม่น้อยกว่า 7 เดือน การปลูกกาแฟในสภาพกลางแจ้งทำให้ได้ผลผลิตสูง (ACFS, 2018) กาแฟส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกทำการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเก็บเมล็ดจากต้นที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดีนำไปเพาะเพื่อขยายจำนวนต้นให้ได้มากและรวดเร็วแต่เนื่องจากกาแฟโรบัสต้าเป็นพืชผสมข้ามดอกไม่สามารถผสมตัวเองได้ต้องอาศัยลมและแมลงช่วยผสม การเพาะเมล็ดจึงเป็นวิธีที่ทำให้คุณภาพของเมล็ดกาแฟดิบมีความแปรปรวนสูงยากต่อการควบคุมความสม่ำเสมอของคุณภาพเมล็ดกาแฟ (Walaiporn, 2008)

Table 2 Average plant height, stem girth, canopy width, primary branches and yield of five robusta coffee seedling propagated by seeds and tissue culture from 2018–2020

Treatments	Plant height (cm)	Stem girth (cm)	Canopy width (cm)	Primary branches	Yield (Kg)
Seedling Propagated (A)					
Seed	147.25	12.26	157.74	68.86	1.45
Tissue culture	147.94	12.20	155.65	80.04	1.66
F-test (A)	ns	ns	ns	ns	ns
Varieties (B)					
Chumphon 1	125.37 d ^{1/}	12.54 b ^{1/}	135.87 d ^{1/}	64.41 d ^{1/}	1.32 e ^{1/}
Chumphon 2	156.33 c	11.50nc	164.03 c	76.25 c	1.56 c
Chumphon 3	105.55 e	10.31 c	115.42 e	61.30 e	1.44 d
Chumphon 84-4	164.74 b	12.50 b	171.11 b	80.80 b	1.63 b
Chumphon 84-5	185.99 a	14.32 a	197.05 a	89.48 a	1.84 a
F-test (B)	*	*	*	*	*
F-test (A x B)	*	*	*	*	*
C.V. (A) %	73.92	2.53	6.68	75.09	68.92
C.V. (B) %	1.17	1.63	1.11	1.99	3.51

^{1/} Mean within the same column followed by the same lower case letters are not significantly different at P<0.05 by DMRT.

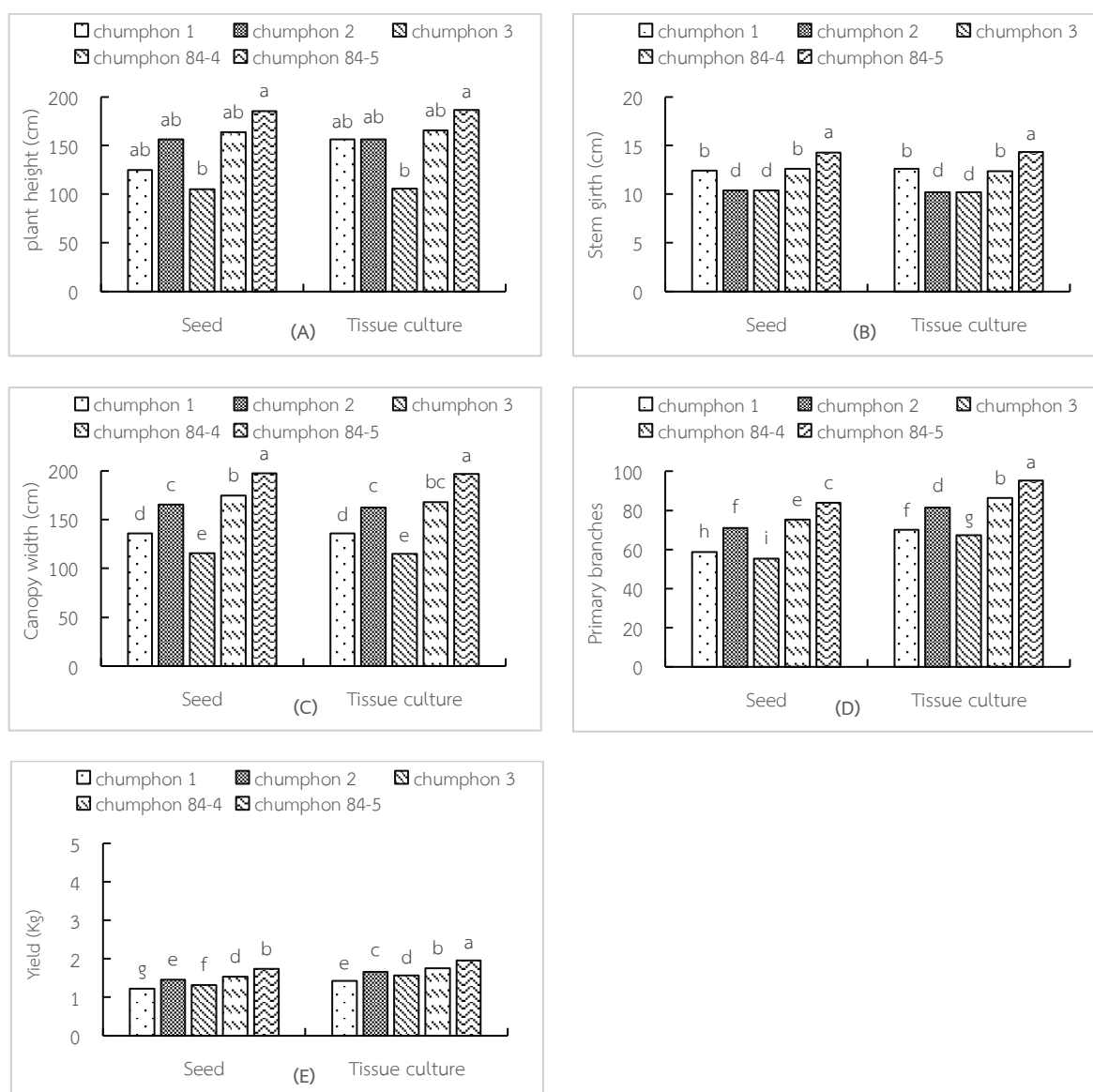
ns = not significantly different * = significantly different at P ≤ 0.05 ** = significantly different at P ≤ 0.01

Table 3 Average chlorophyll-a, chlorophyll-b chlorophyll total and carotenoid of five robusta coffee seedling propagated by seeds and tissue culture from 2018–2020

Treatments	Chlorophyll-a (mg/L)	Chlorophyll-b (mg/L)	Chlorophyll total (mg/L)	Carotenoid (mg/L)
Seedling Propagated (A)				
Seed	22.56	18.51	53.00	1.86
Tissue culture	22.75	18.63	53.19	1.97
F-test (A)	ns	ns	ns	ns
Varieties (B)				
Chumphon 1	22.56 b ^{1/}	18.59 ab ^{1/}	52.99 b ^{1/}	1.88 c ^{1/}
Chumphon 2	22.59 ab	18.45 c	53.03 ab	1.83 c
Chumphon 3	22.52 b	18.64 a	52.96 b	1.95 b
Chumphon 84-4	22.21 ab	18.59 ab	53.05 ab	1.84 c
Chumphon 84-5	23.00 a	18.57 b	53.44 a	2.09 a
F-test (B)	*	*	*	*
F-test (A x B)	ns	ns	ns	ns
C.V. (A) %	4.18	3.14	1.78	28.98
C.V. (B) %	2.10	0.31	0.89	4.22

^{1/} Mean within the same column followed by the same lower case letters are not significantly different at P<0.05 by DMRT

ns = not significantly different * = significantly different at P ≤ 0.05 ** = significantly different at P ≤ 0.01

**Figure 1** Interaction of (A) plant height (B) stem girth (C) canopy width (D) primary branches (E) yield of five robusta coffee seedling propagated by seeds and tissue culture from 2019–2021

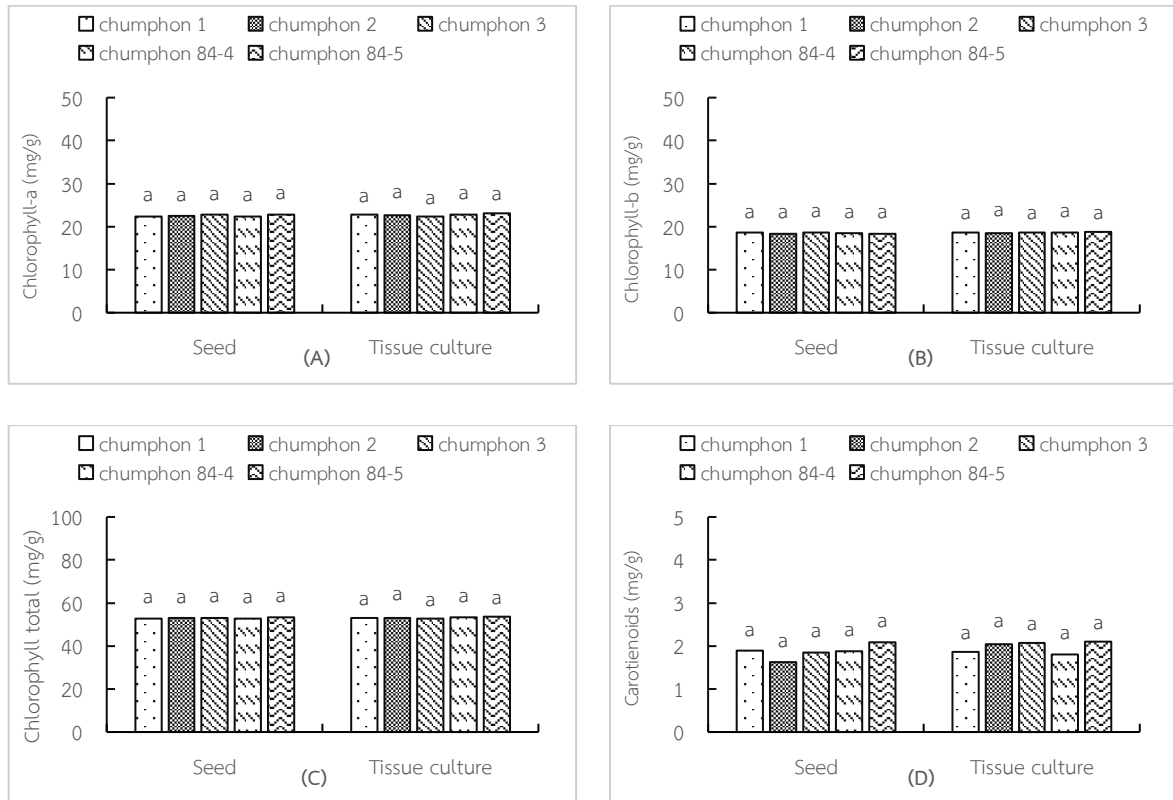


Figure 2 Interaction of (A) chlorophyll-a (B) chlorophyll-b (C) chlorophyll total (D) carotenoid of five robusta coffee seedling propagated by seeds and tissue culture from 2019–2021

การศึกษาในด้านความสูงของต้นกาแฟที่ได้จากการเพาะเมล็ดและเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าต้นกาแฟที่เพาะเมล็ดให้ความสูงเฉลี่ยไม่แตกต่างกับต้นกาแฟที่เพาะด้วยเนื้อเยื่อ โดยต้นกาแฟที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดมีความสูงเฉลี่ย 147.25 เซนติเมตร และต้นกาแฟขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความสูงเฉลี่ย 147.94 เซนติเมตร การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Bhatia & Ashwath (2004) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเพาะเมล็ด พบว่าการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศรวมทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผลไม่แตกต่างกัน การขยายพันธุ์พืชแบบเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเพาะเมล็ดนั้นมียอัตรการสังเคราะห์แสงที่คล้ายกันซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของน้ำหนักผลมะเขือเทศ เช่นเดียวกับ William & Linda (2004) ที่พบว่าต้นชัสคาทูนเบอร์รี่ (*Amelanchier alnifolia*) ที่ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดมีความสูงลำต้นไม่แตกต่างกัน และพบว่าสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และจากลักษณะความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางคอราก จำนวนใบของต้นพืชมีความแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น เนื่องจากการออกของเมล็ดพืชโดยทั่วไปจะใช้อาหารสะสมที่อยู่ภายในเมล็ดสำหรับการงอกและการพัฒนาต้นอ่อนในช่วงแรกเท่านั้น เมื่อต้นอ่อนเริ่มปรากฏใบจริงและสามารถสังเคราะห์แสงได้ต้นกล้าจะไม่ใช้อาหารสะสมที่อยู่ภายในเมล็ดแต่สภาพแวดล้อมจะเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโต (Kaveeta, 2016) เมื่อต้นกล้ากาแฟเริ่มปรากฏใบจริงขึ้นปัจจัยที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโต เกิดจาก

สภาพแวดล้อมโดยรอบหรือปริมาณธาตุอาหารเป็นหลัก (Pasutham, 2020) การพัฒนาของต้นกาแฟในสภาพกลางแจ้งสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าสภาพร่มเงาโดยมีความสูงต้นความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากกว่า เนื่องจากปริมาณความเข้มแสงเป็นส่วนใหญ่ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตทางลำต้น ดังนั้นกาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งได้รับแสงอย่างเต็มที่จึงทำให้การเจริญเติบโตได้ดี (DaMatta, 2004) จำนวนกิ่งแขนงมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและการสร้างดอกซึ่งมีผลต่อการเกิดผลผลิต โดยผลผลิตของต้นกาแฟจะขึ้นอยู่กับจำนวนกิ่งแขนงและประกอบไปด้วยตาที่จะกลายเป็นดอกหรือผลซึ่งก็คือผลผลิตเมล็ดกาแฟ ต้นกาแฟที่อยู่ในอัตราส่วนใบและมีการพุ่มที่เหมาะสมทำให้การสังเคราะห์แสงดีซึ่งส่งผลให้มีผลผลิตสูงตามไปด้วย (DaMatta & Ramalho, 2006) ลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาของใบต้นกาแฟต้องการแสงในการสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง รวมถึงการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ทำให้การสะสมคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน และคลอโรฟิลล์มากขึ้น (Antonio et al., 2012) ในสภาพที่ความเข้มแสงสูง ทำให้มีการสะสมปริมาณแป้งและน้ำตาลหรือคาร์โบไฮเดรตไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างลดลง ความเข้มแสงในแต่ละฤดูกาลจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของใบและการเจริญเติบโตของต้นกาแฟได้ ปัจจัยสภาพอากาศจะมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและส่งผลต่อลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาของใบกาแฟได้ (Liu et al., 2013)

ผลผลิตกาแฟขึ้นอยู่กับลักษณะที่เป็นองค์ประกอบผลผลิต (Yield components) ซึ่งมีอยู่มากมายหลายลักษณะมีอิทธิพลต่อ

ผลผลิตมากน้อยต่างกันไป เช่น จำนวนกิ่งหลักต่อต้น จำนวนกิ่งให้ผลต่อต้น (Cilas et al., 2006; Sureerat & Panhathai, 2008) การขยายพันธุ์กาแฟแบบเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการเพาะเมล็ดไม่มีผลต่อผลผลิต ผลผลิตของพืชถูกควบคุมโดยปัจจัยหลายอย่างในสภาพแวดล้อม ไม่สอดคล้องกับความสม่ำเสมอของยีนของพืชนั้นเสมอไป (Ducos et al., 2003) การให้ผลผลิตของพืชสกุลกล้วยที่ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม่แตกต่างกับการขยายพันธุ์แบบอื่น การขยายพันธุ์พืชไม่ใช่ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต (Vuylsteke et al., 1996) ต้นกาแฟที่ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้องการการดูแลรักษาจากเกษตรกรเช่นเดียวกับการขยายพันธุ์พืชแบบทั่วไป ฉะนั้นการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตจึงต้องขึ้นอยู่กับ การดูแลรักษาและการจัดการสวนกาแฟของเกษตรกรอย่างเหมาะสม (DOA, 2019) กาแฟโรบัสต้าพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตรได้แก่ พันธุ์ชุมพร 2 ชุมพร 84-4 และชุมพร 84-5 เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศและได้รับการคัดเลือกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดชุมพรว่าเป็นพันธุ์กาแฟที่ให้ผลผลิตสูงและเป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งในและต่างประเทศ (Peyanoot, 2015) เหมาะสมในสภาพพื้นที่ภาคใต้แต่มีความอ่อนแอต่อสภาพน้ำขังหากเกิดสภาวะน้ำขังจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต (DOA, 2019)

สรุปผลการวิจัย

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสต้าที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ดไม่แตกต่างกับที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การขยายพันธุ์ต้นกาแฟไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ปัจจัยที่มีผลนั้นมาจากสภาพแวดล้อมการจัดการแปลงปลูกและพันธุ์ที่เหมาะสมต่อสภาพอากาศที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่จากงานวิจัยนี้จึงสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่อำเภอบางสะพานน้อย และพื้นที่ข้างเคียงปลูกกาแฟพันธุ์ชุมพร 84-5 ชุมพร 84-4 และชุมพร 2 สามารถเจริญเติบโตได้ดีและต้นพันธุ์ที่มีความแข็งแรงเนื่องจากกาแฟเป็นพืชผสมข้ามจึงควรปลูกแต่ละพันธุ์เป็นแถวสลับไป และงานวิจัยนี้ให้ข้อมูลสำหรับเกษตรกรผู้สนใจปลูกกาแฟเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและเพิ่มพื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสต้าในประเทศเพิ่มขึ้นด้วย

References

ACFS. (2018). *Thai agricultural standard TAS 5700-2018 robusta green coffee*. Bangkok: Ministry of agriculture and cooperatives. (in Thai)

Alemu, I. D., & D. S. Boke. (2017). Morphological characterization of coffee (*Coffea arabica* L.) landraces at seedling stage collected from GUJI zones. *Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics*, 30(2), 9-18.

Antonios, P., Ioannis, T., Georgios, S. & Stefanos, K. (2012). Effect of water deficit on leaf phenolic composition, gas exchange, oxidative damage and antioxidant activity of four Greek olive (*Olea europaea* L.)

cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry*, 60, 1-11.

Anon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.

ARDA. (2017). *History of coffee and coffee in Thailand*. Accessed May 20, 2021. Retrieved from <http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/coffee/history>

Bhatia, P., & Ashwath, N. (2004). Comparative performance of micropropagated and seed-grown tomato plants. *Journal of Biologia plantarum*, 48(4), 625-628. doi:10.1023/B:BIOP.0000047165.52040.d0

Chantanumat, P., & Kasinkasaempong, Y. (2008). Temporary Immersion bioreactor used temporary immersion bioreactor for robusta coffee propagation via somatic embryogenesis method. *Agricultural Science Journal*, 39(3) (Suppl), 353-356. (in Thai)

Cilas, C., A., Bar-Hen, Montagnon, C., & Godin, C. (2006). Definition of architectural ideotypes of good yield capacity in *Coffea canephora*. *Annual of Botany*, 97, 405-411.

DaMatta, F. M. (2004). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: A review. *Field Crops Research*, 86, 99-114. doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.001

DaMatta, F. M., & Ramalho, J. D. C. (2006). Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: A review. *Plant Physiology*, 18(1), 55-81. doi.org/10.1590/S1677-04202006000100006

DOA. (2019). *Recommended varieties: robusta coffee*. Chumphon Horticultural Research Center. Accessed January 9, 2019. Retrieved from <https://www.doa.go.th/hc/chumphon/?p=632>

DOA. (2020). *Coffee strategies: 2017-2021*. Accessed February 20, 2022. Retrieved from <https://www.doa.go.th/hort/?p=192>

DOAE. (2019). *Knowledge of increasing production efficiency to become a smart officer: Plant propagation*. Bangkok: Department of Agriculture Extension. (in Thai)

Ducos J. P., Alenton, R., Reano, J. F., Kanchanomai, C., Deshayes, A., & Petiard, V. (2003) Agronomic performance of *Coffea canephora* P. trees derived from large-scale somatic embryo production in liquid medium. *Euphytica*, 131 (2), 215-223

Jompuk, C. (2009). *Statistics: Experimental design and Data Analysis in Plant Research with "R"*. Bangkok:

- Kasetsart University Press. (in Thai)
- Kaveeta L. (2016). *Plant Structure* (2nd ed.). Bangkok: Department of Botany Kasetsart University. (in Thai)
- KUKPS. (2018). Soil Properties Analysis. *Journal of Agricultural Science and Management*, 4(22), 18. (in Thai)
- Leelawongsanti, N., Nooha, S. & Samransart, T., (2018). Guidelines of development strategy in thailand 4.0 otop case Study of ,banraichairach coffee ,amphoe bang saphan noi ,changwat prachuap khiri khan. National Conference on Humanities Multicultural society under the transition to Thailand 4.0 era (14th ed). (pp. 250-259). Chiang Rai Rajabhat University. (in Thai)
- Liu, X. P., Fan, Y. Y., Long, J. X., Wei, R. F., Kjellgren, R. G., Gong, C. M., & Zhao, J. (2013). Effects of soil water and nitrogen availability on photosynthesis and water use efficiency of *Robinia pseudoacacia* seedlings. *Journal of Environmental Sciences*, 25(3), 585–595. doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60081-3
- Momin, R. K., & Kadam, V. B. (2011). Biochemical analysis of leaves of some medicinal plants of genus *Sesbania*. *Journal of Ecobiotechnology*, 3(2), 14–16.
- Moran, R. (1982). Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N,N-dimethylformamide. *Plant Physiology*, 69(6), 1376–1381.
- Netto, A. T., Campostrini, E., de Oliveira, J. G., & Bressan-Smith, R. E. (2005). Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104(2), 199-209.
- OAE. (2021). *Agricultural production information: Office of Agricultural Economics*. Accessed February 20, 2022. Retrieved from <https://www.oae.go.th/view/1/Home/EN-US>
- Pasutham, T. (2020). *The effect of seed size and root pruning on germination and growth of arabica coffee seedling (Coffea arabica L.)*. (Master's thesis). Chiang Mai. Maejo University. (in Thai)
- Peyanoot, N. (2015). *Research on technology of the coffee production to increase the efficiency and cost reduction* [Research Project Report]. Chumphon Horticultural Research Center, Horticulture Institute. (in Thai)
- Pongsawaeng, K. (1997). *Efficacy test of chemical for controlling insect pests of coffee berry borer (Hypothenemus hampei Ferr.) in robusta coffee before harvest* (Report 1997–1998, 318–322). Bangkok: Chumphon Horticultural Research Center. (in Thai)
- Semsanthat, N. (2009). *Tissue Culture in Forest Tree* (Teaching Publications). Bangkok: Forest Research and Development Office. (in Thai)
- Sureerat, P., & Panhathai, N. (2008). Selection characteristics for predicting yield potential of robusta coffee. In N. Chomchalow, V. Chantrasmi, & N. Sukhvibul (Eds.), *Proceedings of the International Workshop on Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 14–146). Chiang Mai, Thailand: Acta Horticulturae. (in Thai)
- Vuylsteke D., & Ortiz, R. (1996). Field performance of conventional vs. in vitro propagules of plantain (*Musa* spp. AAB group). *Horticultural science*, 31(5), 862–865.
- Walaiporn, C. (2008). *Study on quality of robusta green bean after harvesting* [Research Project Report]. Phetchaburi agricultural research and development Center. (in Thai)
- Wattanaphut, N. (1999). *Plant Propagation*. Bangkok: O.S. Printing House. (in Thai)
- Wetchakama, N., & Khaengkhan, P. (2018). Improvement of seed qualities with seed priming techniques. *Prawarun Agricultural Journal*, 15(1), 17–30. (in Thai)
- William, R. R., & Linda, P. P. (2006). A comparison of seed-propagated and micropropagated *Amelanchier alnifolia* (saskatoon): Yield and yield components in relation to crown architecture characteristics. *Canadian Journal of Plant Science*. 86(2), 499–510. doi:10.4141/P04-167

Research article

A comparison of growth and yield of selected robusta clonal seedlings propagated by seeds and tissue culture in Bang Saphan Noi district

Yaimai Chuaynoo^{1*} Thamthawat Saengngam¹ Pathama Thannak¹
Wanwisa Wattanapunsak¹ and Unaroj Boonprakob²

¹Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University
Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University
Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 26 June 2022

Revised: 5 September 2022

Accepted: 7 September 2022

Online published: 28 September 2022

Keyword

Varieties robusta coffee

Robusta coffee by seeds

Robusta coffee by tissue culture

Growth

Yield

ABSTRACT

This study aims to compare the growth and yield of Robusta coffee propagated by seeds and tissue culture to obtain varieties of good growth and yield in Bang Saphan Noi area. The experiment is arranged based on the split plot in RCBD methodology with 4 replications. Robusta coffee clonal seedlings propagated by seeds and tissue culture were represented as main plot. Five varieties, Chumphon 1, Chumphon 2, Chumphon3, Chumphon 84-4, and Chumphon 84-5 are represented as sub plot. The following data is collected: plant height, stem girth, canopy width, primary branches, yield, chlorophyll, and carotenoids. The outcome shows that the Robusta coffee clonal seedlings propagated by seeds and tissue not significant. Regarding Chumphon 84-5, the species has plant height, stem girth, canopy width, primary branches, yield, chlorophyll and carotenoids contents, that are significantly different with other varieties ($P \leq 0.05$), followed by Chumphon 84-4 and Chumphon 2 with good growth and yields. Therefore, Chumphon 84-5, Chumphon 84-4 and Chumphon 2 are recommended to be grown in Bang Saphan Noi district.

*Corresponding author

E-mail address: fagrymc@ku.ac.th (Y. Chuaynoo)

Online print: 28 September 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.2022.16>



บทความวิจัย

ความแตกต่างของสายพันธุ์ต่ออุบัติการณ์การเกิดอุ้งเท้าอักเสบของไก่เนื้อ

ปวีณอิศรชิต เคนจันท์^{1*} สุรางคนา สุขเลิศ¹ และ นิตยา ทองทิพย์²

¹สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110

²สาขาวิชาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 18 พฤษภาคม 2565

แก้ไข: 18 กรกฎาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 21 กรกฎาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 17 ตุลาคม 2565

คำสำคัญ

อุ้งเท้าอักเสบ

ไก่เนื้อ

สายพันธุ์ไก่เนื้อ

อุบัติการณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาความแตกต่างของสายพันธุ์ต่ออุบัติการณ์การเกิดอุ้งเท้าอักเสบ (footpad dermatitis; FPD) ในไก่เนื้อเพศผู้ที่อายุ 21 วัน จำนวน 36,000 ตัว สุ่มแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 12,000 ตัว แต่ละกลุ่มมี 4 ซ้ำ โดยกลุ่มที่ 1 ใช้ไก่สายพันธุ์รอส (Ross; RS) กลุ่มที่ 2 ใช้สายพันธุ์อาร์เบอร์ เอเคอร์ส (Arbor Acres; AA) และกลุ่มที่ 3 ใช้สายพันธุ์คอบบ์ (Cobb; CB) เลี้ยงไก่ในโรงเรือนแบบปิด พื้นรองด้วยแกลบ ตลอดจนการทดลองมีอาหารและน้ำให้กินอย่างเต็มที่ จากนั้นทำการสุ่มเก็บข้อมูลไก่ในแต่ละกลุ่มทดลองจำนวน 600 ตัว/กลุ่ม บันทึกผลน้ำหนักตัว ลักษณะการเกิดอุ้งเท้าอักเสบของไก่ที่อายุ 21, 28, 35 และ 42 วัน โดยบันทึกแบ่งเป็นระดับ 0 – 4 คะแนน ผลการศึกษาพบว่า ผลรวมเฉลี่ยของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตของไก่สายพันธุ์ AA มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าสายพันธุ์ RS และ CB ตามลำดับ ($p < 0.01$) ไก่สายพันธุ์ CB ที่อายุ 35 และ 42 วันมีผลค่าเฉลี่ยระดับคะแนนลักษณะการของอุ้งเท้าอักเสบเพิ่มสูงขึ้นกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) อัตราความชุกของการเกิด FPD ของไก่สายพันธุ์ AA, RS และ CB มีค่าเท่ากับ 7,035, 7,355 และ 7,765 : 12,000 ตัว ตามลำดับ อุบัติการณ์การเกิด FPD ของไก่สายพันธุ์ CB มีแนวโน้มเกิด FPD 64.71 % สูงกว่าสายพันธุ์ RS และ AA ที่มีค่า 61.29 และ 58.63 % ตามลำดับ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่า ช่วงอายุ และน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้น มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ %การเกิด FPD และค่าคะแนนลักษณะการของการเกิด FPD ที่รุนแรงมากขึ้น เนื่องจากไก่ที่มีน้ำหนักตัวมากทำให้เกิดการกดทับบริเวณอุ้งเท้าของไก่ได้มากกว่าไก่ที่มีน้ำหนักตัวน้อย ดังนั้นจึงส่งผลให้ไก่เนื้อที่มีน้ำหนักมากเกิดการอักเสบของรอยแผลเพิ่มมากขึ้นได้

บทนำ

ปัญหาสำคัญที่พบได้บ่อยในอุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อ คือ การเกิดอุ้งเท้าอักเสบในไก่ (footpad dermatitis; FPD หรือ pododermatitis) โดยได้มีการรายงานถึงผลการสำรวจการเกิดอุ้งเท้าอักเสบในไก่เนื้อที่อายุ 35 – 39 วัน ในฟาร์มไก่ของประเทศแคนาดา จำนวน 30 แห่ง พบว่า ไก่ที่ถูกเลี้ยงในฟาร์มเกิดอุบัติการณ์อุ้งเท้าอักเสบ 31.83% (Hunter et al., 2017) การเกิดอุ้งเท้าอักเสบในไก่เนื้ออาจเกิดได้หลายสาเหตุ ได้แก่ การจัดการด้านอาหาร เช่น ไก่ได้รับแร่ธาตุไบโอติน (biotin) และสังกะสี (zinc) ในอาหารไม่เพียงพอ (Abd El-Wahab et al., 2013) หรือสภาพความเป็นอยู่และสภาพของโรงเรือนของสัตว์ (Michel et al., 2012) อุบัติการณ์ของ FPD จะพบมากในไก่เนื้อที่เลี้ยงบนพื้นคอกที่เปียก เนื่องจากอุ้งเท้าของไก่จะสัมผัสกับบนพื้นคอกตลอดเวลา ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคผิวหนังเป็นแผลอักเสบและสามารถส่งผลให้เกิดความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น (Dowland, 2008) โดยทั่วไปการประเมินลักษณะการเกิด FPD ในอุตสาหกรรมเลี้ยงไก่เนื้อ จะใช้ระบบการประเมินแบบให้

คะแนน โดยจัดระดับคะแนนตามความรุนแรงของการเกิดแผลอักเสบของอุ้งเท้าจากคะแนนน้อยไปมาก (Hall, 2001; Allain et al., 2009) ซึ่งหากไก่เริ่มมีอาการของการเกิด FPD ลักษณะการของอุ้งเท้าของไก่จะเริ่มจากบวมแดง กลายเป็นบาดแผลอักเสบพุพอง จนกระทั่งบาดแผลจะแข็งด้าน เกิดเป็นลักษณะเนื้อตายเกิดขึ้น (Sarica et al., 2014; Amer, 2020) ความรุนแรงของรอยโรคที่เพิ่มขึ้นนั้นจะมีลักษณะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของการหนาตัวของชั้นผิวหนังชั้นนอกที่มากเกินไป (hyperkeratosis) (Freihold et al., 2019) วิธีการที่อุ้งเท้าที่รุนแรงเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เกิดอาการเจ็บปวด ส่งผลให้ไก่กินอาหารและน้ำหนักตัวลดลง (Shepherd & Fairchild, 2010) การเกิด FPD ยังส่งผลกระทบต่ออัตราการระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และความปลอดภัยด้านอาหาร (food safety) เนื่องจากการเกิดรอยแผลจาก FPD ที่เกิดขึ้น สามารถทำให้เชื้อแบคทีเรียแกรมบวกรูปร่างกลม (gram-positive cocci) ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus* spp. และ *Streptococcus* spp. หรือเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคอื่น ๆ เข้าไปในร่างกายสัตว์ทำให้เกิดการติดเชื้อในกระแสโลหิต

*Corresponding author

E-mail address: paweenkhen@gmail.com (P. Khenjan)

Online print: 17 October 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.2022.17>

อาจทำให้ไก่ป่วยและตายได้ (Shepherd & Fairchild, 2010; Da Costa et al., 2014; Thofner et al., 2019; Amer, 2020) การเกิด FPD ที่รุนแรงอาจเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียทางเศรษฐกิจได้ เนื่องจากอุ้งเท้าไก่มีมูลค่าสูงสำหรับการบริโภคของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศจีน ฮองกง และประเทศภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้มีการนำเข้าอุ้งเท้าไก่เพื่อนำไปใช้ประกอบอาหาร (Taira et al., 2013; Amer, 2020) โดยมีการรายงานการส่งออกชิ้นส่วนเท้าไก่จากประเทศสหรัฐอเมริกาไปยังประเทศจีนเติบโตเร็วคิดเป็น 377,805 เมตริกตัน หรือมูลค่า 278 ล้านดอลลาร์ (Richburg, 2011) นอกจากนี้ประเทศบราซิลที่มีปริมาณการผลิตไก่เนื้อ 14,500 เมตริกตัน ซึ่งเป็นอันดับสองของโลกในปี 2021 ที่ผ่านมา (Shahbandeh, 2022) ยังมีการจำกัดการส่งออกชิ้นส่วนของเท้าไก่ที่มีลักษณะการบาดเจ็บสาหัสไปยังตลาดเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศฮองกงและจีน (Amer, 2020) ซึ่งหากในกระบวนการการผลิตไก่มีปัญหาการเกิดรอยโรคของ FPD เกิดขึ้นสามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพของซากไก่ด้อยลงและไม่เหมาะสำหรับการบริโภคของมนุษย์ อีกทั้งการเกิดขึ้นของรอยโรค FPD ยังใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินสวัสดิภาพของการผลิตสัตว์ปีกในยุโรปและสหรัฐอเมริกาอีกด้วย (Martland, 1985; Mayne, 2005; National Chicken Council, 2010)

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า การเกิด FPD อาจสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์และผู้บริโภคได้ และปัจจุบันมีรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุบัติการณ์การเกิด FPD ของการเลี้ยงไก่เนื้อนั้นยังมีข้อมูลอยู่จำกัดในหลายประเด็น ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษานี้ เพื่อศึกษาข้อมูลด้านผลของสายพันธุ์ไก่เนื้อต่ออุบัติการณ์การเกิดอุ้งเท้าอีกเสบที่เลี้ยงภายใต้ระบบโรงเรือนปิด ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในด้านการจัดการเลี้ยงไก่เนื้อทางการค้าให้เหมาะสมตามช่วงอายุเพื่อลดอุบัติการณ์และความชุกของการเกิด FPD ในไก่เนื้อตามหลักสวัสดิภาพสัตว์ และอาจยังส่งผลให้ผู้บริโภคได้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัย อีกทั้งยังสามารถส่งผลให้ผู้ประกอบการได้รับผลตอบแทนที่เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

สัตว์ทดลองและการวางแผนการทดลอง

การศึกษานี้จะใช้ตัวแทนประชากรไก่เนื้อเพศผู้ทั้งหมดจำนวน 36,000 ตัว ได้ทำการเก็บข้อมูลจากฟาร์มเอกชน 1 แห่งจำนวน 12 โรงเรือน ภายในแต่ละโรงเรือนมีเพียงไก่เนื้อเพศผู้ทั้งหมดจำนวน 9,000 ตัว ซึ่งแต่ละโรงเรือนจะแบ่งออกเป็น 3 ล็อตๆ ละ 3,000 ตัว และในการศึกษานี้จะใช้ตัวแทนประชากรไก่เนื้อเพศผู้โรงเรือนละ 1 ล็อต การเก็บข้อมูลจะเริ่มเก็บข้อมูลไก่เนื้อที่มีอายุตั้งแต่ 21 วัน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 โรงเรือนๆ ละ 3,000 ตัว ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ใช้ไก่สายพันธุ์ Ross 308 (RS) กลุ่มที่ 2 ใช้สายพันธุ์

Arbor Acres (AA) และกลุ่มที่ 3 ใช้สายพันธุ์ Cobb 500 (CB) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) เริ่มทำการทดลองเก็บข้อมูลตั้งแต่อายุ 21 – 42 วัน ไก่จะถูกเลี้ยงภายในโรงเรือนระบบปิด โดยไก่แต่ละกลุ่มทดลองจะใช้พื้นที่เลี้ยง 960 ตร.ม./กลุ่ม ฟาร์มเลี้ยงด้วยแกลบภายในโรงเรือน ตลอดการทดลองมีอาหารและน้ำให้กินอย่างเต็มที่ สัตว์ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากฟาร์มเอกชน และหลักการปฏิบัติผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ U1-03187-2559) การสุ่มเก็บข้อมูลไก่ในแต่ละกลุ่มทดลองจะกำหนดขนาดของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการคำนวณของ (Yamane, 1973) ดังนี้

$$n = \left[\frac{N}{1 + Ne^2} \right]$$

โดย n = กลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนไก่ (12,000 ตัว/กลุ่ม)

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5 % (0.05)

ดังนั้น จากสูตรการคำนวณกำหนดกลุ่มตัวอย่างข้างต้น ที่คำนวณได้ คือ ~400 ตัว/กลุ่ม อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มเก็บบันทึกข้อมูลไก่จำนวน 600 ตัว/กลุ่ม การศึกษาครั้งนี้จะทำการบันทึกน้ำหนักตัว (body weight; BW) ลักษณะการของอุ้งเท้าไก่ที่อายุ 21, 28, 35 และ 42 วัน ใช้การประเมินลักษณะการแบบการให้คะแนน โดยผู้ประเมินมีประสบการณ์และเป็นคนเดิมทุกรอบ การบันทึกผลลักษณะการเกิด FPD ผู้วิจัยได้ดัดแปลงตามวิธีการของ Rushen et al. (2011); Da Costa et al. (2014); Sarica et al. (2014) และ Khenjan et al. (2019) โดยการประเมินผลจะแบ่งเป็น 5 ระดับคะแนนตามลักษณะความรุนแรงของการเกิดอุ้งเท้าอีกเสบจากรุนแรงน้อยไปมาก นั่นคือ ระดับ 0 คะแนน คือ ไม่พบรอยแผลบริเวณอุ้งเท้า (ปกติ) (Figure 1A) ระดับ 1 คะแนน คือ พบอุ้งเท้ามีรอยแผลขนาดเล็ก สีน้ำตาลอ่อนมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 – 1 ซม. (Figure 1B) ระดับ 2 คะแนน คือ พื้นที่รอบรอยแผลมีการบวมเล็กน้อย รอยแผลเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ซม. (Figure 1C) ระดับ 3 คะแนน คือ อุ้งเท้าบวมซ้ำ มีเนื้อตายบริเวณแผล รอยแผลมีสีดำขยายขนาดถึงครึ่งของอุ้งเท้า และอาจพบรอยแผลมากกว่า 1 จุด (Figure 1D) ระดับ 4 คะแนน คือ อุ้งเท้าบวมมีรอยซ้ำขยายกว้างขึ้น มีเนื้อตายบริเวณแผล และรอยแผลลึก มีสีดำขยายขนาดใหญ่เต็มบริเวณฝ่าเท้า และอาจพบรอยแผลมากกว่า 1 จุด (Figure 1E)

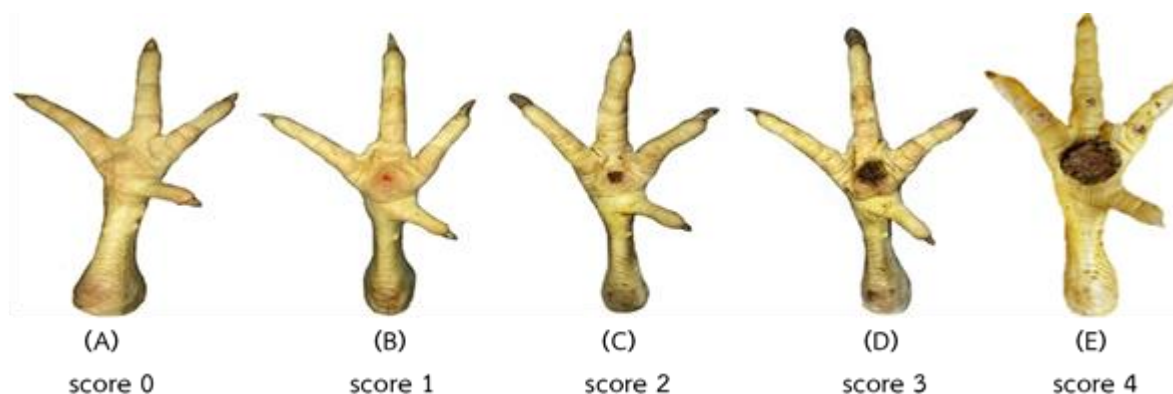


Figure 1 Footpad dermatitis score in broiler; the range of severity FPD score used from score 0 (A) was no evidence of FPD to score 4 (E) was serious and deep lesions of the FPD, respectively.

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาทำการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว (average body weight; BW) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (body weight gain; WG) อุบัติการณ์การเกิดโรค (incidence) โดยคิดเป็นค่าร้อยละ (percentage) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) แบบทางเดียว (one-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนลักษณะอุ้งเท้าไก่ของแต่ละกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test และทำการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ด้วยวิธี Pearson's correlation analysis โดยการหาความสัมพันธ์สองตัวแปรระหว่างน้ำหนักตัวไก่และช่วงอายุไก่ต่อ% การเกิด FPD และคะแนนของลักษณะการเกิด FPD จากนั้นทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression) ตามวิธีของ Hashimoto et al. (2013) วิเคราะห์หาอัตราความชุก (prevalence rate) ของการเกิดอุ้งเท้าอักเสบ โดยการใช้สูตรคำนวณตามวิธีการของ Stevenson (2008); Rensing et al., (2010) ดังนี้

$$\text{Period prevalence rate (P.R)} = \left[\frac{X}{Y} \right] \times K$$

โดย X = จำนวนไก่ทุกรายที่เกิดอุ้งเท้าอักเสบ

Y = จำนวนไก่เฉลี่ยในช่วงเวลาที่ศึกษา

K = จำนวนไก่ที่ต้องการเปรียบเทียบ (12,000 ตัว/กลุ่ม)

ผลการวิจัย

ผลของน้ำหนักไก่เนื้อ

ผลค่าน้ำหนักเฉลี่ยไก่เนื้อสายพันธุ์ RS, AA และ CB แสดงใน Table 1 พบว่า ค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่ไก่อายุ 21 และ 28 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ไก่เนื้อสายพันธุ์ CB ที่อายุ 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ สายพันธุ์ RS และ AA ตามลำดับ ($P < 0.01$) เมื่อวิเคราะห์ผลค่าน้ำหนักตัวมีชีวิตเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (อายุ 21 - 42 วัน) พบว่า ไก่เนื้อสายพันธุ์ AA มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยตลอดการทดลองต่ำกว่าไก่เนื้อสายพันธุ์ RS และ CB โดยมีน้ำหนักตัว 1945.75, 1955.56 และ 1967.31 กรัม/ตัว ตามลำดับ ($P < 0.01$) ผลค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 21 - 28 วัน และ 29 - 35 วัน ของทั้งสามกลุ่ม

ทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บข้อมูลในช่วงอายุ 36 - 42 วันพบว่า ไก่เนื้อสายพันธุ์ CB มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่าไก่สายพันธุ์ AA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ระหว่างไก่สายพันธุ์ CB และ RS มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์สุดท้ายมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ผลค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 21 - 42 วัน พบว่า สายพันธุ์ AA มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลองน้อยกว่าสายพันธุ์ RS และ CB (2,048.50, 2,071.25 และ 2,075.00 กรัม) ตามลำดับ ($p < 0.01$) แต่ระหว่าง RS และ CB มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลอัตราการเจริญเติบโตจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองพบว่า สายพันธุ์ CB และ RS มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสายพันธุ์ AA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$; 94.32, 94.15 และ 93.11 กรัม/วัน ตามลำดับ)

ผลของการเกิดอุ้งเท้าอักเสบ (FPD) ในไก่เนื้อ

ผลข้อมูลการเกิด FPD ของไก่เนื้อแต่ละสายพันธุ์แสดงใน Table 2 พบว่า ไก่เนื้อสายพันธุ์ CB ที่อายุ 21, 28, 35 และ 42 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิด FPD สูงกว่ากลุ่มสายพันธุ์ RS และ AA ตามลำดับ แต่ทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) การเกิด FPD ของไก่เนื้อที่อายุ 42 วันของแต่ละกลุ่มทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเกิด FPD สูงกว่าที่อายุ 35, 28 และ 21 วัน ตามลำดับ ($P < 0.01$) ผลวิเคราะห์อัตราความชุก (prevalence rate) ของการเกิด FPD ต่อสัดส่วนของไก่ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง (12,000 ตัว/กลุ่ม) พบว่า สัดส่วนของไก่เนื้อเพศผู้สายพันธุ์ AA, RS และ CB มีอัตราความชุกการเกิดอุ้งเท้าอักเสบ 7,035 : 12,000 ตัว, 7,355 : 12,000 ตัว และ 7,765 : 12,000 ตัว ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบอุบัติการณ์ (incident) การเกิด FPD ของแต่ละสายพันธุ์นั้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากผลระดับคะแนนเฉลี่ยการเกิด FPD แสดงใน Table 3 พบว่า ที่อายุ 28 วัน ไก่เพศผู้สายพันธุ์ RS และ AA มีค่าเฉลี่ยระดับคะแนน FPD อยู่ในระดับ 0.91 และ 0.79 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 สายพันธุ์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สายพันธุ์ AA มีระดับคะแนนของลักษณะ FPD น้อยกว่าสายพันธุ์ CB อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสายพันธุ์ CB นั้นมีค่าเฉลี่ยคะแนน อยู่เท่าใดระดับที่ 1 คะแนน (0.97 คะแนน) ผลค่าเฉลี่ยระดับ คะแนน FPD ที่อายุ 35 และ 42 วัน ของไก่เนื้อสายพันธุ์ CB มีระดับ คะแนนความรุนแรงของ FPD มากกว่าสายพันธุ์ RS และ AA ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบว่า ช่วงอายุที่ 42 วันของไก่ทุกกลุ่มทดลองมี คะแนนความรุนแรงของ FPD มากกว่าช่วงอายุ 35, 28 และ 21 วัน ตามลำดับ ($P < 0.01$)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวต่อเปอร์เซ็นต์ การเกิด FPD (Table 4 และ Figure 2A) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์เชิงบวก 0.546 และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยถดถอย

$R^2 = 0.320$ และค่าสหสัมพันธ์ของช่วงอายุของไก่กับเปอร์เซ็นต์ การเกิด FPD พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกเท่ากับ 0.915 ($p < 0.01$) ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย $R^2 = 0.837$ (Table 4 และ Figure 2C) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวไก่เนื้อกับระดับคะแนน ลักษณะอาการของ FPD (Table 4 และ Figure 2B) พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวก 0.858 ($p < 0.01$) สัมประสิทธิ์การถดถอย $R^2 = 0.737$ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างช่วงอายุกับค่าระดับคะแนน ของอาการความรุนแรงของ FPD แสดงใน Table 4 และ Figure 2D พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกเท่ากับ 0.945 ($p < 0.01$) และมีค่า สัมประสิทธิ์การถดถอย $R^2 = 0.903$

Table 1 Production performance of broilers in different period of age

Parameters	RS	AA	CB	P-value
BW of broilers (g)				
– Initial weights (21 days of age)	952.75	925.75	963.75	0.076
– 28 days of age	1,566.50	1,561.75	1,576.25	0.062
– 35 days of age	2,279.00 ^b	2,267.25 ^a	2,290.50 ^c	0.000
– 42 days of age	3,024.00 ^b	3,001.25 ^a	3,038.75 ^c	0.000
– $\bar{X}$ 21 – 42 days of age	1,955.56 ^b	1,945.75 ^a	1,967.31 ^c	0.000
WG of broiler (g)				
– 21 – 28 days of age	613.75	609.00	612.50	0.845
– 29 – 35 days of age	712.50	705.50	714.25	0.307
– 36 – 42 days of age	745.00 ^{ab}	734.00 ^a	748.25 ^b	0.016
WG of 21 – 42 days of age (g)	2,071.25 ^b	2,048.50 ^a	2,075.00 ^b	0.008
ADG of 21 – 42 days of age (g/d)	94.15 ^b	93.11 ^a	94.32 ^b	0.008

^{a,b,c} Means in the same row with different superscripts differ significantly ($p < 0.01$)

Table 2 The incident case and prevalence of FPD broilers in different treatment

FPD broiler	RS	AA	CB	P-value ¹
No. of broiler (heads; h)	600	600	600	
– 21 Days of age; h (%)	170 (28.33) ^a	159 (26.50) ^a	179 (29.83) ^a	0.633
– 28 Days of age; h (%)	358 (59.67) ^b	343 (57.17) ^b	392 (65.33) ^b	0.208
– 35 Days of age; h (%)	453 (75.50) ^c	433 (72.17) ^c	476 (79.33) ^c	0.220
– 42 Days of age; h (%)	490 (81.67) ^d	472 (78.67) ^d	506 (84.33) ^d	0.364
P-value²	0.000	0.000	0.000	0.000
$\bar{X}$ Incident case (%)	61.29	58.63	64.71	0.973
Prevalence rate : 12,000 (heads)	7,355	7,035	7,765	

^{a,b,c,d} Means in the same column with different superscripts differ significantly ($p < 0.01$)

¹ Means a common superscript are P-value in the same row

² Means a common superscript are P-value in the same column

Table 3 Average of FPD scores in different treatment

Period of age (day)	RS	AA	CB	P-value ¹
21	0.35±0.04 ^A	0.31±0.01 ^A	0.36±0.06 ^A	0.330
28	0.91±0.01 ^{B,ab}	0.79±0.05 ^{B,a}	0.97±0.12 ^{B,b}	0.029
35	1.53±0.03 ^{C,b}	1.29±0.18 ^{C,a}	1.78±0.11 ^{C,c}	0.001
42	1.88±0.10 ^{D,b}	1.60±0.23 ^{D,a}	2.14±0.04 ^{D,c}	0.003
P-value²	0.000	0.000	0.000	
$\bar{X}$ 21 – 42 days of age	1.17±0.03 ^b	1.00±0.10 ^a	1.31±0.04 ^c	0.000

^{a,b,c} Means in the same row with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$)

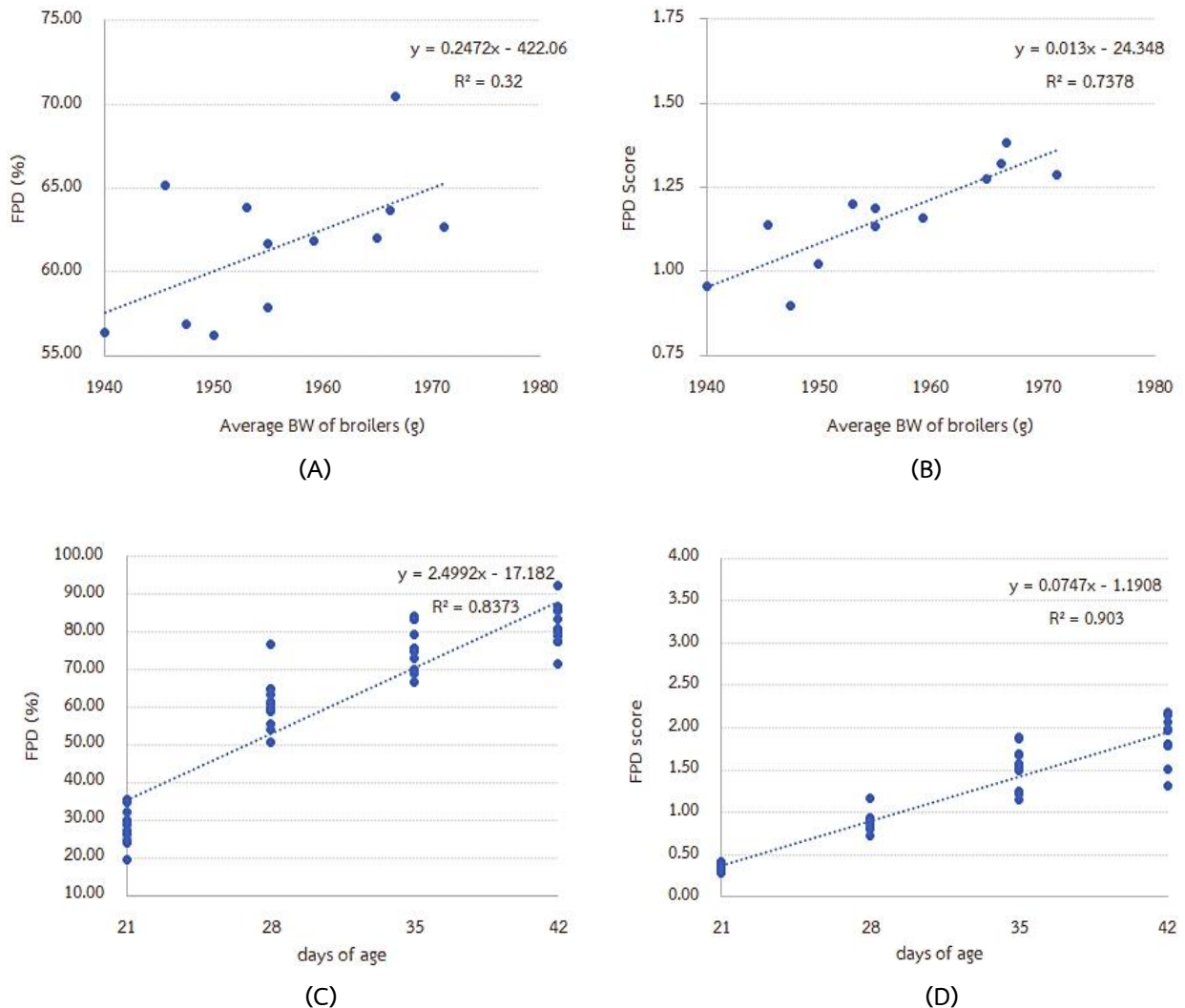
^{A,B,C,D} Means in the same column with different superscripts differ significantly ($p < 0.01$)

¹ Means a common superscript are P-value in the same row

² Means a common superscript are P-value in the same column

Table 4 Correlation coefficients among body weight, days of age with average percentage of FPD and FPD score in broiler reared under evaporative system

	$\bar{X}$ BW	FPD (%)	FPD score	Days of age	FPD (%)	FPD score
$\bar{X}$ BW of broilers	1	0.546	0.858**			
Percentage of FPD	0.546	1	0.813**			
FPD score	0.858**	0.813**	1			
Days of age				1	0.915**	0.950**
Percentage of FPD				0.915**	1	0.945**
FPD score				0.950**	0.945**	1

** Significantly different from zero ($p < 0.01$)**Figure 3** Scatter diagram of regression analysis between, (A) average BW of broilers and FPD percentage, (B) average BW of broilers and FPD score, (C) days of age and FPD percentage, (D) days of age and FPD score

วิจารณ์ผลการวิจัย

น้ำหนักมีชีวิต ของไก่เนื้อสายพันธุ์ AA ตั้งแต่เริ่มการทดลอง ที่อายุ 21 วัน จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 42 วัน มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยตลอดการทดลองต่ำกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) สอดคล้องกับ Kongpechr & Sohsuebngarm (2020) ที่ได้รายงานไว้ว่า ไก่เนื้อพันธุ์ AA ที่อายุ 39 วัน มีน้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย น้อยกว่าสายพันธุ์ CB และ RS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สายพันธุ์ AA มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย ตลอดการทดลองน้อยกว่าสายพันธุ์ RS และ CB ($p < 0.01$) แต่ระหว่าง RS และ CB มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับข้อมูลของ Rahimi et al. (2006); Aviagen (2014a); Aviagen (2014b) และ Cobb (2015) ที่ได้รายงานไว้ว่า สายพันธุ์ CB และ RS มีน้ำหนักตัว น้ำหนักที่ เพิ่มขึ้น รวมทั้ง ADG สูงกว่าสายพันธุ์ AA อย่างไรก็ตามน้ำหนักเฉลี่ย

ของไก่เนื้อในการทดลองอยู่ในช่วงไม่เกิน $\pm 2.5\%$ จากมาตรฐานสายพันธุ์

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประเมินผลระดับคะแนนของอุ้งเท้าไก่ เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ถึงลักษณะการและความรุนแรงของการเกิด FPD ซึ่งการประเมินผลเป็นระดับคะแนนนี้ ได้มีการยอมรับกันโดยทั่วไป (Martrenchar et al., 2002; Allain et al., 2009; Michel et al., 2012) จากผลวิจัยระดับคะแนนการเกิด FPD ที่อายุ 28 วันของไก่เพศผู้สายพันธุ์ CB นั้นมีค่าเฉลี่ยคะแนนอุ้งเท้าไก่ระดับที่ 1 คะแนน (0.97 คะแนน) ซึ่งบ่งชี้ถึงการเริ่มมีรอยแผลขนาดเล็กเป็นจุดสีน้ำตาลอ่อน เส้นผ่าศูนย์กลางขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 – 1 ซม. และได้มีข้อมูลเพิ่มเติมจาก Michel et al. (2012) ที่รายงานว่า การที่ไก่มีลักษณะแรกเริ่มของการเกิด FPD นั้นจะมีรอยแผลเล็ก ๆ ที่บริเวณอุ้งเท้าน้อยกว่า 50% อุ้งเท้าไก่จะเริ่มมีสีค่อนข้างเหลืองถึงค่อนข้างน้ำตาลด้วย ช่วงอายุ 35 และ 42 วัน ทุกสายพันธุ์ไก่ในทุกกลุ่มทดลองมีการเกิด FPD มากกว่าร้อยละ 70 (Table 2) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่าเฉลี่ยระดับคะแนนลักษณะการเกิด FPD ในไก่สายพันธุ์ CB มีค่าสูงกว่ากลุ่มไก่สายพันธุ์ RS และ AA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีแนวโน้มว่า สายพันธุ์ CB มีระดับคะแนนสูงสุดที่ระดับ 2.14 คะแนน (มากกว่า 2 คะแนน) นั่นคือ อุ้งเท้าเกิดการบวมซ้ำ รอยแผลเป็นจุดสีดำคล้ำมีเนื้อตาย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ซม. และอาจพบมากกว่า 1 จุด แสดงให้เห็นว่า โอกาสการเกิด FPD ในไก่สายพันธุ์ CB มีสูงกว่าสายพันธุ์ RS และ AA ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Martins et al. (2016) ที่เปรียบเทียบการเกิด FPD ของไก่สายพันธุ์ CB และ RS ที่พบว่า สายพันธุ์ CB มีอัตราการเกิดรอย FPD สูงกว่าสายพันธุ์ RS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัญหาเรื่องน้ำหนักตัว จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า ไก่สายพันธุ์ CB มีน้ำหนักตัวสูงกว่า RS และ AA ตามลำดับ ($p < 0.01$) ซึ่งการที่ไก่อ้วนมีน้ำหนักตัวสูงมีความเกี่ยวข้องกับการส่งผลให้อุบัติการณ์การเกิด FPD สูงขึ้น โดยจะเห็นได้จากผลระดับคะแนนการเกิด FPD เฉลี่ยตลอดการทดลองพบว่า ไก่เนื้อกลุ่ม CB มีค่าเฉลี่ย 1.31 คะแนน มากกว่ากลุ่ม RS และ AA ที่มีค่าเฉลี่ย FPD 1.17 และ 1.00 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) สอดคล้องกับ Michel et al. (2012); Shepherd & Fairchild, 2010; Taira et al. (2013) และ Bilgili et al. (2010) ที่รายงานว่า ไก่ที่มีน้ำหนักมากทำให้เกิดการกดทับบริเวณอุ้งเท้าของไก่ในขณะที่ยืน เดิน หรือนั่ง ได้มากกว่าไก่ที่มีน้ำหนักน้อย ดังนั้นจึงสามารถทำให้เกิดการอักเสบของรอยแผลเพิ่มมากขึ้นได้ นอกจากนี้ Sarica et al. (2014) ได้รายงานว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะของการเกิด FPD ของไก่เนื้อที่มีการเจริญเติบโตช้าและปานกลางนั้น จะมีระดับคะแนนการเกิด FPD ต่ำกว่าไก่เนื้อที่มีการเจริญเติบโตเร็ว ทั้งนี้ปัจจัยหลักที่ลดอุบัติการณ์เกิด FPD นั้นเนื่องจากความหนาแน่นของฝูง ปริมาณอาหารสัตว์ ระดับของความชื้นลดลง และความสามารถในการระบายอากาศภายในฟาร์มมีความเหมาะสม ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวยังมีแนวโน้มสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ด้วย โดยจะเห็นได้ว่า การเกิด FPD ช่วงแรกของการเก็บข้อมูลที่อายุ 21 วัน ไก่ทุกกลุ่มทดลองมีอุบัติการณ์การเกิด FPD ต่ำกว่าในช่วงอายุ 28, 35 และ 42 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่ไก่อายุ 1 – 21 วันนั้นถือเป็นระยะแรกของไก่เล็ก ความรุนแรงของการเกิด FPD เกิดขึ้นได้น้อย ปริมาณความหนาแน่นของไก่เมื่อคิดเป็นพื้นที่ตารางเมตรต่อน้ำหนักตัวไก่ รวมทั้งปริมาณการสะสมมูล ระดับแอมโมเนียและความชื้นภายในโรงเรือนยังคงมีปริมาณที่น้อยกว่าไก่ที่มีอายุเพิ่มมากขึ้น (Dowland, 2008; CPRC, 2018)

เมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวไก่เนื้อกับระดับคะแนนลักษณะการเกิด FPD (Table 4 และ Figure 2B) พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวก 0.858 ($p < 0.01$) นั่นคือ น้ำหนักตัวไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้น 1 กรัม จะส่งผลเกิดลักษณะความรุนแรงของการเกิด FPD เพิ่มขึ้น 0.013 คะแนน ($R^2=0.7378$) และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างช่วงอายุกับค่าระดับคะแนนของลักษณะการเกิด FPD แสดงใน Table 4 และ Figure 2D พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกเท่ากับ 0.945 ($p < 0.01$) โดยช่วงอายุที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ไก่เนื้อทุกสายพันธุ์มีลักษณะความรุนแรงลักษณะการเกิด FPD เพิ่มขึ้น 0.074 คะแนน ($R^2=0.903$)

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ไก่เนื้อสายพันธุ์ CB มีแนวโน้มอุบัติการณ์การเกิด FPD เท่ากับ 64.71% และค่าเฉลี่ยระดับคะแนนลักษณะการเกิด FPD เท่ากับ 1.31 คะแนน ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์ RS ที่มีอุบัติการณ์การเกิด FPD 61.29% คะแนนเฉลี่ยลักษณะการเกิด FPD 1.17 คะแนน และสายพันธุ์ AA มีอุบัติการณ์การเกิด FPD 58.63% และค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะการเกิด FPD เท่ากับ 1.00 คะแนนตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า เปอร์เซ็นต์การเกิด FPD และค่าคะแนนลักษณะการเกิด FPD มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับช่วงอายุและน้ำหนักของไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปได้ว่า อายุและน้ำหนักตัวที่มากขึ้น ทำให้บาดแผลอาจเกิดการกดทับส่งผลให้เกิดการอักเสบของรอยแผลบริเวณอุ้งเท้า ความรุนแรงของ FPD จึงเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการจัดการการเลี้ยงไก่เนื้อในระบบโรงเรือนปิด ควรมีการจัดการดูแลปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการเกิด FPD ให้ลดลงได้แก่ การจัดการสภาพภายในพื้นที่โรงเรือนให้เหมาะสมต่อสวัสดิภาพของไก่ตามช่วงอายุ และน้ำหนักตัวของไก่ เพื่อลดความสูญเสียจากอุบัติการณ์ของการเกิด FPD ซึ่งสามารถส่งผลให้ผู้ประกอบการได้รับผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้น รวมถึงผู้บริโภคได้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ฟาร์มไก่เนื้อเอกชน จ.สระบุรี ผู้สนับสนุนทุกท่านและครอบครัวที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา ที่ช่วยเหลือและสละเวลาให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

References

Abd El-Wahab, A., Radko, D., & Kamphues, J. (2013). High dietary levels of biotin and zinc to improve health

- of foot pads in broilers exposed experimentally to litter with critical moisture content. *Poultry Science*, 92, 1774–1782. doi: 10.3382/ps.2013-03054
- Allain, V., Mirabito, L., Arnould, C., Colas, M. & Michel, V. (2009). Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: Relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. *British Poultry Science*, 50(4), 407–417. doi: 10.1080/00071660903110901
- Amer, M. M. (2020). Review: Footpad dermatitis (FPD) in chickens. *Korean Journal of Food & Health Convergence*, 6(4), 11–16. doi: 10.13106/KJFHC.2020.VOL6.NO4.11
- Aviagen. (2014a). *Arbor Acres broiler performance*. Accessed December 15, 2021. Retrieved from http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/AA_Broiler/AA-Broiler-PO-2014-EN.pdf
- Aviagen. (2014b). *Ross 308 broiler: Performance objectives*. Accessed December 10, 2021. Retrieved from http://en.aviagen.com/assets/TechCenter/Ross_Broiler/Ross-308-Broiler-PO-2014-EN.pdf
- Bilgili, S. F., Hess, J. B., Donald, J., & Fancher, B. (2010). *Practical considerations for reducing the risk of pododermatitis*. Accessed December 16, 2021. Retrieved from <http://ru.aviagen.com/assets/Uploads/Aviagen Brief PododermatitisSept2010.PDF>
- Cobb. (2015). *Cobb 500 broiler performance & nutrition supplement*. Accessed December 10, 2021. Retrieved from http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500guides/Cobb500_Broiler_Performance_And_Nutrition_Supplement.pdf
- CPRC. (2018). *Managing footpad dermatitis and litter conditions*. Accessed December 18, 2021. Retrieved from <https://www.canadianpoultrymag.com/cprc-update-november-2017-30421/>
- Da Costa, M. J., Grimes, J. L., Oviedo-Rondón, E. O., Barasch, I., Evans, C., Dalmagro, M. & Nixon, J. (2014). Foot pad dermatitis severity on turkey flocks and correlations with locomotion, litter conditions, and body weight at market age. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(2), 268–279. doi: org/10.3382/japr.2013-00848
- Dowland, I. (2008). *Broiler foot health – controlling foot pad dermatitis*. Accessed November 28, 2021. Retrieved from https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/RossTechArticles/RossTech_NoteBroilerFootHealth.pdf
- Freihold, D., Bartels, T., Bergmann, S., Berk, J., Deerberg, F., Dressel, A., Erhard, M. H., Ermakow, O., Huchler, M., Krautwald-Junghanns, M. E., Spindler, B., Thieme, S., & Hafez, H. M. (2019). Investigation of the prevalence and severity of foot pad dermatitis at the slaughterhouse in fattening turkeys reared in organic production systems in Germany. *Poultry Science*, 98(4), 1559–1567. doi: org/10.3382/ps/pey473
- Hall, A. L. (2001). The effect of stocking density on the welfare and behavior of broiler chickens reared commercially. *Animal Welfare*, 10(1), 23–40.
- Hashimoto, S., Yamazaki, K., Obi, T., & Takase, K. (2013). Relationship between severity of footpad dermatitis and carcass performance in broiler chickens. *Journal of Veterinary Medical Science*, 75(11), 1547–1549. doi: 10.1292/jvms.13-0031
- Hunter, J. M., Anders, S. A., Crowe, T., Korver, D. R., & Bench, C. J. (2017). Practical assessment and management of foot pad dermatitis in commercial broiler chickens: A field study. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(4), 593–604. doi: org/10.3382/japr/pfx019
- Khenjan, P., Buramaporamakul, A., Appaicha, R., Senkwankaew, C., Suksoi, P., Wonnakom, P., & Khonyoung, D. (2019). Study on incidence of foot pad dermatitis in broilers. In *The 10th Rajamangala Surin national conference* 19-20 September 2019 (pp. 243–250). Surin: Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus. (in Thai).
- Kongpechr, S., & Sohsuebngarm, D. (2020). Comparison of carcass yields in four strains of commercial broiler chickens popularly raised in Thailand. *KKU Veterinary Journal*, 30(2), 95–104.
- Martins, B. B., Martins, M. R. F. B., Mendes, A. A., Fernandes, B. C. S., & Aguiar, E. F. (2016). Footpad dermatitis in broilers: Differences between strains and gender. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(3), 461–466. doi: 10.1590/1806-9061-2015-0105
- Martland, M. F. (1985). Ulcerative dermatitis in broiler chickens: The effects of wet litter. *Avian Pathology*, 14(3), 353–364. doi: 10.1080/03079458508436237
- Martrenchar, A., Boilletot, E., Huonnic, D., & Pol, F. (2002). Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. *Preventive Veterinary Medicine*, 52(3–4), 213–226. doi: 10.1016/s0167-5877(01)00259-8. PMID: 11849718
- Mayne, R. K. (2005). A review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing

- turkeys and broilers. *World's Poultry Science Journal*, 61, 256–267. doi: 10.1079/ WPS200458
- Michel, V., Prampart, E., Mirabito, L., Allain, V., Arnould, C., Huonnic, D., Le Bouquin, S., & Albaric, O. (2012). Histologically-validated footpad dermatitis scoring system for use in chicken processing plants. *British Poultry Science*, 53(3), 275–281. doi: 10.1080/0007 1668.2012.695336. PMID: 22978583
- National Chicken Council. (2010). *Animal welfare guidelines and audit checklist for broilers*, Washington, D.C. Accessed November 2, 2021. Retrieved from <http://www.nationalchickencouncil.org/wp-content/uploads/2012/01/NCC-Animal-Welfare-Guidelines-2010-RevisionBROILERS.pdf>
- Rahimi, S. H., Esmailzadeh, L., & Karimi, T. M. A. (2006). Comparison of growth performance of six commercial broiler hybrids in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research, University of Shiraz*, 7(2), 38–44. doi: 10.22099/ IJVR.2006.2661
- Ressing, M., Maria, B., & Stefanie, J. K. (2010). Data analysis of epidemiological studies. *Deutsches Ärzteblatt international*, 107(11), 187–192. doi: 10.3238/arzte bl.2010.0187
- Richburg, B. K. (2011). *U.S., China embroiled in trade spat over chicken feet*. Accessed November 20, 2021. Retrieved from https://www.washingtonpost.com/world/asia_pacific/us-china-embroiled-in-trade-spat-over-chicken-feet/2011/12/13/gIQA5phjxO story.html
- Rushen, J., Butterworth, A., & Swanson, J. C. (2011). Animal behavior and well-being symposium: Farm animal welfare assurance: Science and application. *Journal of Animal Science*, 89, 1219–1228. doi: 10.2527/ jas.2010-3589
- Sarica, M., Yamak, U. S., & Boz, M. A. (2014). Effect of production systems on foot pad dermatitis (FPD) levels among slow-, medium- and fast-growing broilers. *European Poultry Science*, 78. doi: 10.1399/eps.2014.52
- Shahbandeh, M. (2022). *Chicken meat production worldwide in 2021 and 2022, by country (in 1,000 metric tons)*. Accessed November 18, 2021. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/237597/leading-10-countries-worldwide-in-poultry-meat-production-in-2007/>
- Shepherd, E. M., & Fairchild, B. D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry Science*, 89(10), 2043–2051. doi: 10.3382/ps.2010-00770
- Stevenson, M. (2008). *An introduction to veterinary epidemiology*. New Zealand: Massey University.
- Taira, K., Nagai, T., Obi, T., & Takase, K. (2013). Effect of litter moisture on the development of footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal of Veterinary Medical Science*, 76(4), 583–586. doi:10.1292/ jvms.13-0321
- Thofner, I. C. N., Poulsen, L. L., Bisgaard, M., Christensen, H., Olsen, R. H., & Christensen, J. P. (2019). Correlation between footpad lesions and systemic bacterial infections in broiler breeders. *Veterinary Research*, 50(38). doi: org/10.1186/s13567-019-0657-8
- Yamane, T. (1973). *Statistics an introductory analysis*. NewYork: Harper & Row, Publishers.

Research article

The difference broiler strains on incident of footpad dermatitisPaweenisaras Khenjan^{1*} Surangkana Suklerd¹ and Nittaya Thongtip²¹*Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Si Racha, Chonburi, 20110*²*Department of Animal Science and Fisheries, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Mueang, Lampang, 52000*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 18 May 2022

Revised: 18 July 2022

Accepted: 21 July 2022

Online published: 17 October 2022

Keyword*Footpad dermatitis**Broilers**Strains of broiler**Incidence***ABSTRACT**

This study was influenced of strains on footpad dermatitis (FPD) in broilers, by the experiment used of male broiler at 21 days of age. Thirty-six thousand chickens were randomly divided into 3 groups. Each group composed of 12,000 heads, and there were allotted to 4 replicates per group; group 1 – 3 used Ross (RS), Arbor Acres (AA) and Cobb (CB), respectively. There were freely accessed to water and feed (ad libitum) and raised on ground floor by used rice husk as a bedding material in evaporative cooling house. Then 600 birds of each were randomly recorded body weights and score of FPD on a 0 – 4 points scale. The FPD score was recorded at 21, 28, 35, and 42 days of age. The results revealed that the total of average body weight gain and ADG of AA breeds were significantly lower than RS and CB ($p < 0.01$). The average FPD score of CB broiler at 35 and 42 days of age were significantly higher than that other groups ($p < 0.01$). The prevalence rate of FPD in AA, RS and CB broilers had 7,035, 7,355 and 7,765 : 12,000 birds, respectively. The incidence of FPD in CB group had the tendency of higher percentage than those of RS and AA groups (64.71, 61.29 and 58.63 %, respectively) ($p > 0.05$). Moreover, it was found that the older age and higher body weight were positively correlated with the more percentage of FPD and severe FPD lesion scores. The heavier weight of broiler chickens, it causes more pressure on the footpad area than light weight chickens. Thus, it can be resulted that the heavier broiler chickens more increased inflammatory lesion of the footpad.

^{*}Corresponding author

E-mail address: paweenkhen@gmail.com (P. Khenjan)

Online print: 17 October 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.2022.17>



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

บทความวิจัย

ประสิทธิภาพการผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์ ระบบ Smart farming ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามของประเทศไทย

รภัศรา จันทาศรี^{1*} วิรุณ โมนะตระกูล² สุจิตรา พาระนัต³ และ ฉมามาศ จันทาศรี⁴

¹สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

²สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีเครื่องจักรกล คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

³สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

⁴โรงพยาบาลร้อยเอ็ด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 31 มีนาคม 2565

แก้ไข: 11 สิงหาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 20 กันยายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 2 พฤศจิกายน 2565

คำสำคัญ

นวัตกรรมการเกษตร

มะระขึ้นก

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ระบบ IoT

ระบบเกษตรอินทรีย์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์โดยใช้ระบบ Smart farming ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือน มกราคม 2564 ถึง มกราคม 2565 ในพื้นที่จำนวน 2 ไร่ ซึ่งได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบ และสั่งการด้วยระบบ IoT ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมระบบท่อน้ำ ระบบให้ปุ๋ย ระบบไฟฟ้า ระบบปั๊ม อุปกรณ์บำบัดกรองน้ำ และวางผัง การวางอุปกรณ์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้จับสัญญาณ อุณหภูมิ ความชื้น โดยทำการพัฒนาระบบตรวจสอบ ในการสั่งการ ให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ จากนั้นทำการทดสอบและเก็บข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์ ผลการวิจัย พบว่า ระบบ Smart farming สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต จำนวนผลผลิตในแต่ละรอบการเก็บเกี่ยวจะเพิ่มจาก 7,000 เป็น 10,452.66 กิโลกรัม ซึ่งสามารถประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจได้อยู่ที่ 303,643.64 บาทต่อปี สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากกว่า 3 เท่า (564,443.64 บาท/ปี) ถึงแม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนการผลิตค่าวัสดุในการติดตั้งระบบ Smart farming ค่อนข้างสูงในระยะเริ่มต้น (112,800 บาท/2 ไร่/ปี) แต่มีข้อดีในเรื่องการบริหารจัดการด้านแรงงาน ประหยัดเวลาและทรัพยากรการผลิตในระยะยาว (พื้นที่ 2 ไร่ขึ้นไปไม่เกิน 10 ไร่ ใช้แรงงาน 1 คน) ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนได้เร็วในระยะเวลายาว ผลผลิต (10,452.66 กิโลกรัม/รอบการผลิต) สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน (จากกำไร 147,600 บาท/ปี เป็น 451,642.64 บาท/ปี)

บทนำ

มะระขึ้นกเป็นผักพื้นบ้านและสมุนไพรที่คนไทยรู้จักนำมาประกอบอาหารและทานเป็นยามายาวนาน นิยมปลูกเป็นพืชผักสวนครัวตามสวนหลังบ้านและสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในเขตชนบท ปัจจุบันพบเห็นยากมากที่เกิดขึ้นเองตามริมทาง ด้วยวิถีต่าง ๆ และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปประกอบกับมีสรรพคุณทางสมุนไพรจึงเป็นที่ต้องการจำนวนมาก จำต้องปรับกลยุทธ์มาเป็นการเพาะปลูกเพื่อการค้า (Yoshime et al., 2016) โดยเฉพาะการผลิตสมุนไพรในระบบอินทรีย์ เป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการจำนวนมากเนื่องจากมีความปลอดภัยสูงในการนำมาผลิตยาสมุนไพร ระบบอินทรีย์จะให้ความสำคัญของดินมากที่สุด (Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2010) ระบบการผลิตแบบอินทรีย์ให้ความสำคัญกับการสร้างสภาพแวดล้อมให้สู่สิ่งแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ และไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมีที่จะมาทำลายสิ่งแวดล้อมที่เป็นธรรมชาตินี้ จึงต้องให้

ความสำคัญกับ ดิน น้ำ พันธุ์พืช (ที่ไม่ใช่ GMOs) ตลอดจนการดูแล จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต และแปรรูปผลผลิต จังหวัดมหาสารคาม ได้รับเลือกเป็น เมืองสมุนไพร โดยหน่วยงานการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมหาสารคาม เป็นหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนร่วมกับภาคส่วนอื่น ๆ ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน เป้าหมายหลัก เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพรอย่างมีคุณภาพและมีมาตรฐาน เพื่อส่งเสริมพัฒนาระบบการตลาด เพิ่มช่องทางการนำไปใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ สมุนไพร รวมทั้งเพื่อผลักดันการใช้สมุนไพรในระบบบริการสุขภาพอย่างครบวงจร โดยเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคามและเครือข่ายผู้ผลิตผักสมุนไพรปลอดสาร ดำเนินกิจการด้านการเกษตรในการปลูกผักและสมุนไพรปลอดสารจำหน่ายให้กับตลาดในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะปลูกมะระขึ้นกพันธุ์มดดำเพื่อจำหน่ายให้กับโรงพยาบาล

*Corresponding author

E-mail address: juntasri@hotmail.com (R. Junthasri)

Online print: 2 November 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.2022.18>

เจ้าพระยาอภัยภูเบศร และโรงพยาบาลในจังหวัดใกล้เคียง (Junthasri, 2021) ในการนำไปผลิตยาสมุนไพรหลากหลายชนิดปัจจุบันมะระขี้นกอินทรีย์มีความต้องการปีละ 70,000 กิโลกรัมต่อปี (Monatrakul, 2019) ใน 1 ปีสามารถผลิตได้เพียง 2 รอบ มีผลผลิตสด 7,000 กิโลกรัมต่อรอบการผลิตต่อพื้นที่ 2 ไร่ (Junthasri & Monatrakul, 2021) ราคาจำหน่ายผลผลิตสดอินทรีย์กิโลกรัมละ 18 บาท (Monatrakul, 2021) ซึ่งการขยายพื้นที่เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตสามารถทำได้แต่มีปัญหาระบบการจัดการดูแล โดยเฉพาะแรงงาน เนื่องจากมะระขี้นกต้องการปริมาณน้ำมาก จำเป็นต้องให้น้ำเข้า-เย็น ประกอบกับการให้ปุ๋ยชีวภาพต้องทำเป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์ (Junthasri & Monatrakul, 2021) เทคโนโลยี Internet of Thing ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ที่สำคัญ จนทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่มากมาย แนวคิด “สมาร์ทฟาร์ม (Smart farm)” คือ การใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนา เทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวก การจัดการฟาร์มเกษตรกรรมในรูปแบบที่เรียกว่าระบบฟาร์มอัจฉริยะ (Smart farming system) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะสอดคล้องกับ Thailand 4.0 ที่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริม (Pothong et al., 2019) ในด้านการเกษตรการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการนำเทคโนโลยีด้าน Smart farm มาใช้ในการแก้ปัญหา จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เทคโนโลยีในการควบคุมการเพาะปลูก อาทิ ระบบควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ และสามารถตรวจสอบและสั่งการด้วยระบบ IoT ได้ เพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว (Srbinska, et al., 2015) จะทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์ ดังนั้น การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์ระบบ Smart farming ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามของประเทศไทยจะเป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในการนำระบบ Smart farming มาเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสมุนไพร เพื่อสร้างรายได้เสริมอย่างยั่งยืนในชุมชนจังหวัดมหาสารคาม และเป็นเสมือนโครงการต้นแบบนำร่องสู่การต่อยอดโครงการเมืองสมุนไพรของมหาสารคาม ที่จะสร้างความเข้มแข็งของการบริหารตามนโยบายของรัฐ และพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบผลิตภัณฑ์สมุนไพรอินทรีย์ ตลอดจนเพิ่มมูลค่าทางการตลาดสมุนไพรอินทรีย์ ขยายช่องทางการตลาดและสร้างเครือข่ายสมุนไพรอินทรีย์ในพื้นที่ชุมชนจังหวัดมหาสารคามอย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะระขี้นกอินทรีย์โดยใช้ระบบ Smart farming

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลรายละเอียด ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติและตรวจสอบ สั่งการด้วยระบบ IoT ในแปลงปลูกมะระขี้นกอินทรีย์ที่มีการรับรองการผลิตและผ่านการขึ้นทะเบียนผลผลิตอินทรีย์แล้วตามข้อบังคับ IFOAM (National Organic Agriculture Development Committee, 2008; Rattanaweha, 2002)

2. ออกแบบระบบ/ทำการสร้างและประกอบชิ้นส่วนระบบ ได้แก่ ระบบหยดน้ำ ระบบควบคุมอุณหภูมิ ระบบไฟฟ้า ในการเพาะปลูกมะระขี้นกอินทรีย์ ดังนี้

2.1 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature & Humidity sensor) เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็น °C และ °F ยังสามารถ

วัดความชื้นได้ มีไลบรารีพร้อมใช้งานกับ Arduino ให้เอาต์พุตออกมาในรูปของดิจิตอล ใช้วัดอุณหภูมิอากาศโดยรอบ อุปกรณ์ DHT11 สำหรับการวัดอุณหภูมิและความชื้น สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงอยู่ระหว่าง 20–90% ± 5% และอุณหภูมิในช่วง 0–50 °C ± 2 °C โดยรับแหล่งจ่ายไฟขนาด 3.3–5 V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 2.5 mA (Srbinska, et al., 2015)

2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน (Moisture sensor) จะติดตั้งในดินที่ต้องการวัด จะสามารถอ่านค่าความชื้นของดินได้ โดยหลักการคือ จะวัดค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรด 2 ขั้ว ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้น้อย หมายความว่ามีความชื้นในดินมาก หรือดินชุ่มชื้นไม่ต้องการน้ำ ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้มาก ก็แปลว่ามีความชื้นในดินน้อย หรือดินแห้งอาจจะต้องรดน้ำ

2.3 เซ็นเซอร์วัดค่า pH เป็นเซ็นเซอร์ สำหรับวัดความเป็น กรด-เบส ของสารละลายโดยค่าที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0–14 pH output เป็นแบบ Analog (0–1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5 V

2.4 เซ็นเซอร์ Soil และเซ็นเซอร์ NPK สามารถอ่านค่า NPK ต่อกับ Arduino ได้โดยตรง โดยใช้ขา Analog ของ Arduino ต่อเข้า ซึ่งจะสามารถวัดค่าแร่ธาตุ (NPK) ของดินช่วงระยะเวลาระหว่างการปลูกพืชเพื่อปรับค่าดินและแร่ธาตุปุ๋ยให้พอเหมาะกับพืชตลอดช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงการเก็บเกี่ยว (Monatrakul, 2022)

3. ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้งานระบบเตรียมเมล็ดมะระขี้นก พันธุ์มดดำ ประมาณ 250 เมล็ด ต่อพื้นที่ 1 ไร่ เมล็ดได้จากการเก็บปีที่ผ่านมา โดยชลธิสลายหัวเมล็ดก่อน แล้วแช่น้ำสะอาดประมาณ 5 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดงอกได้ดี แล้วเพาะเมล็ดลงดินในถาดเพาะ เมื่อดันกล้าอายุครบ 20 วัน (Yoshime et al., 2016) ย้ายลงปลูกในแปลง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ช่วงเดือนมกราคม 2564 ถึง เดือนมกราคม 2565 ระยะปลูกระหว่างต้นประมาณ 50–75 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 1 เมตร คลุมโคนด้วยฟางหรือหญ้าแห้ง เพื่อรักษาความชื้นและจุลินทรีย์ในดิน (Earth Net Foundation/Green Net, 2008; Panyakul, 2008) การทำค้าง: เมื่อดันกล้ามีอายุ 15–20 วันหลังย้ายปลูก โดยใช้แบบปักไม้ค้ำผูกเป็นร้านสูงประมาณ 1.5–2 เมตร ซึ่งด้วยตาข่ายพลาสติกการให้ปุ๋ย: ดันกล้าอายุประมาณ 15 วัน ให้ปุ๋ยคอกและมูลไส้เดือนอัตรา 2:1 จากนั้นให้ปุ๋ยดังกล่าวเดือนละ 1 กิโลกรัมต่อต้น พรุนรอบ ๆ โคนต้นแล้วรดน้ำ (National Organic Agriculture Development Committee, 2008) การห่อผล: จะห่อเมื่อผลมะระขี้นกยังเล็กอยู่ มีขนาด 5–10 เซนติเมตร (หากผลเล็กกว่านี้จะทำให้ผลเหลืองและร่วง) เพื่อป้องกันแมลงวันทองและทำให้ผลมีสีน้ำตาลรับประทาน โดยใช้ถุงขนาด 15–20 เซนติเมตร ห่อผลโดยที่ถุงที่มีปากเปิดทั้งด้านบนและด้านล่าง แล้วใช้ไม้กลัดหนีบกับขั้วผลกับถุงด้านบน ประมาณ 3 สัปดาห์ จึงทำการเก็บเกี่ยว หากในพื้นที่เพาะปลูกไม่มีการระบาดของแมลงมากนัก ก็ไม่จำเป็นต้องห่อผล ระยะเวลากักเก็บเกี่ยว: การปลูกมะระขี้นกฤดูหนึ่งจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 4 เดือน และเริ่มเก็บผลผลิตหลังปลูก ประมาณ 45–50 วัน โดยสามารถเก็บผลผลิตได้ประมาณ 15–20 ครั้งต่อ 1 ฤดูการเพาะปลูก ซึ่งสามารถเก็บผลผลิตส่งขายได้ทุกวัน หรือจะเก็บ 2–4 วันต่อครั้ง (Junthasri, 2021) โรคและแมลง: โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา จะเริ่มแสดงอาการเหี่ยวที่ใบล่างก่อน จะเหลือง และเหี่ยวตายอย่างรวดเร็วทั้งเถา โดยมีวิธีการป้องกันกำจัดดังนี้ ใช้พันธุ์ต้านทาน เสริมความแข็งแรงให้พืช (Bulluck, et al.,

2002) ปรับดินด้วยปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ หมั่นสำรวจตรวจแปลง พบต้นเป็นโรคชุดต้นและดินในหลุม รวบรวมออกเฝ้าทำลาย โรยปูนขาว (Scialabba & Hattam, 2002)

การออกแบบระบบ Smart farming (IoT) แผนผังการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซ็นเซอร์ สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. Node MCU board เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็น Input and Output board มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Pansri & Phromsakha Na Sakon Nakhon, 2019)

2. ระบบเซ็นเซอร์ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดค่าต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมของพื้นที่โดยในโครงการจะทำการวัดค่าที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ดังนี้

2.1) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นบรรยากาศ

2.2) เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน

2.3) เซ็นเซอร์วัดค่า pH

2.4) เซ็นเซอร์ Soil และ NPK สามารถอ่านค่า NPK ต่อกับ Arduino ได้โดยตรง โดยใช้ขา Analog ของ Arduino จากนั้นทำการส่งค่าที่วัดได้ทั้งหมด ไปยังอุปกรณ์ Node MCU เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Server ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตที่เรียกว่า IoT ผ่านสัญญาณ Wi Fi จาก Internet router or Wi Fi, Hotspot ที่แชร์ผ่านทางมือถือในส่วน Node MCU นอกจากทำการเชื่อมรับส่งข้อมูลกับ Server แล้ว ยังทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อและสั่งการให้กับ Relay Module ที่เป็นอุปกรณ์ในการเปิดและปิดน้ำได้ด้วย

3. ส่วน Server (Cloud) AA เป็น Platform การพัฒนา Application สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ให้สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์โมบายโฟน Application ต่าง ๆ โดยสามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android ซึ่งช่วยให้สามารถทำให้ผู้ใช้สร้างอุปกรณ์ขึ้นมาเชื่อมต่อกับ Application ที่พัฒนาขึ้นและสื่อสารรับส่งข้อมูล (Monatrakul, 2019; Rotchanatheeratham & Choosumrong, 2018) จากการออกแบบระบบดังกล่าวผู้ใช้สามารถติดตามผลจากสถานีตรวจวัดสภาพแวดล้อมตาม เวลาจริงและควบคุมอุปกรณ์ผ่านมือถือสมาร์ตโฟนโดยสถานีตรวจวัดจะรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์แล้วส่งค่าเข้า Firebase ในส่วนของ Application จะเรียกข้อมูลที่เก็บไว้มาแสดงแบบ Real time (Pothong et al., 2019)

การเก็บข้อมูล

1. เก็บสถิติข้อมูลเซ็นเซอร์ ที่วัดได้ออกมาเพื่อแสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยสัญญาณ เซ็นเซอร์ต่าง ๆ จะส่งผ่าน บอร์ด Arduino แล้วส่งสัญญาณผ่าน Arduino wireless shield ไปยัง Computer Server เพื่อการเก็บข้อมูลแบบ Real time เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลลักษณะสถิติ

2. ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นหลังจากการติดตั้งระบบ Smart farming ในแปลงมะระขึ้นกอินทรีย์

ผลการวิจัย

เครือข่ายผู้ผลิตสมุนไพรอินทรีย์ ได้ทำการผลิตมะระขึ้นกจำนวน 2 ไร่ ในระบบเกษตรอินทรีย์ โดยใช้ต้นทุนการผลิตต่อ 1 ไร่ ประกอบด้วย 1) ค่าเมล็ดพันธุ์ (มะระขึ้นกพันธุ์ดดำ) จำนวน 1,600 บาท 2) ค่าไถเตรียมดิน จำนวน 1,200 บาท 3) ค่าแรงงานห่อผล หรือเก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวน 3,000 บาท 4) ค่าสารชีวภาพ จำนวน 3,000 บาท และ 5) ค่าอุปกรณ์ จำนวน 3,000 บาท (อุปกรณ์ไฟฟ้า ป้อนน้ำ (จำนวน 2-3 เครื่อง) ระบบท่อน้ำ (ท่อขนาด-จำนวน ข้อต่อ-ข้องอ-ข้อลด-จำนวน) 134 วาล์วน้ำ (จำนวน 15 หัว) หัวสปริงเกอร์ถึงน้ำ ระบบควบคุมการให้น้ำและปุ๋ย ระบบ Wi-Fi และอื่น ๆ รวมต้นทุนการผลิตทั้งหมด จำนวน 26,400 บาท ได้ผลผลิตประมาณ 3,500 กิโลกรัม/ไร่/รอบการเพาะปลูก สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลังจากการปลูกเป็นเวลา 45 วัน และเก็บเกี่ยวได้ตลอดระยะเวลา 6 เดือนต่อรอบการเพาะปลูก มีรายได้จากการจำหน่ายผลสดในราคา 18 บาท/กิโลกรัม มะระขึ้นกอินทรีย์สามารถผลิตได้ 2 รอบ/ปี แต่หลังติดตั้งระบบ Smart farming สามารถผลิตมะระขึ้นกอินทรีย์ได้ 3 รอบ/ปี เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต จำนวนผลผลิตในแต่ละรอบการเก็บเกี่ยวจะเพิ่มจาก 7,000 เป็น 10,452.66 กิโลกรัม สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากกว่า 3 เท่า (564,443.64 บาท/ปี)ถึงแม้จะมีข้อจำกัดในเรื่อง ต้นทุนการผลิต ค่าวัสดุในการติดตั้งระบบ Smart farming ค่อนข้างสูงในระยะเริ่มต้น (112,800 บาท/2 ไร่/ปี) แต่มีข้อดีในเรื่องการบริหารจัดการด้านแรงงานประหยัดเวลาและทรัพยากรการผลิตในระยะยาว ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนได้เร็วในระยะเวลานั้น ผลผลิต (10,452.66 กิโลกรัม/รอบการผลิต) สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน (จากกำไร 147,600 บาท/ปี เป็น 451,642.64 บาท/ปี) (Table 1 and Table 2)

Table 1 Sixty and 120-day productivity predict of organic bitter melon in Maha Sarakham Province

Details	Harvest results after 60 days of installation	Estimated production after 120 days installation
Area size (rai)	2.00	2.00
Amount of yield/cycle (kg)	5,226.33	10,452.66
Selling price/kg (Baht)	18.00	18.00
Income (Baht)	94,073.94	188,147.88

Table 2 Economic impact projection after researches implementation of organic bitter gourd in Maha Sarakham Province

Details	Before the project	After the project
Area size (rai)	2	2
Number of harvesting cycles per year	2 cycle (180 days/cycle)	3 cycle (120 days/cycle)
Number of yields per cycle (kg)	7,000	10,452.66
Amount of yields per year	7,000 kg X 2 cycle = 14,000 kg	10,452.66 kg X 3 cycle = 31,357.98 kg
Selling price per (kg)	18 Baht	18 Baht
Annual income	252,000 Baht	564,443.64
Number of labor	1	1
Labor cost per year	86,400 Baht	86,400 Baht
Cost of various materials per year	17,600 Baht	26,400 Baht
Cost per year	104,000 Baht	112,800 Baht
Annual profit	148,000 Baht	451,643.64 Baht

การออกแบบระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบและสั่งการด้วยระบบ IoT

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น ผู้เชี่ยวชาญจะทำการออกแบบระบบ พื้นที่ขนาดประมาณ 3,200 ตารางเมตร เพื่อใช้เป็นแปลงต้นแบบในโครงการจะใช้ระบบจ่ายน้ำและปุ๋ยเป็นแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ โดยมีการใช้น้ำจากลำคลองมาพักและทำการจ่ายเข้าสู่พื้นที่แปลงปลูก ร่วมกับการจ่ายปุ๋ย ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ (Figure 1 and Figure 2) ในส่วนของการออกแบบระบบ IoT ในโครงการ จะใช้แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซ็นเซอร์ สามารถอธิบายได้ดังนี้ (Monatrakul, 2022) Node MCU board เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็น Input and Output board มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต และที่ฝังอยู่ใน Node MCU version มาเปรียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมฟังก์ชัน (Monatrakul, 2021; Pansri & Phromsakha Na Sakon Nakhon, 2019)

ระบบเซ็นเซอร์ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่วัดค่าต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมของพื้นที่เป้าหมาย โดยในโครงการจะทำการวัดค่าที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร กำหนดค่าความชื้นที่จะให้ระบบสั่งเปิดหรือปิดน้ำอัตโนมัติ โดยสามารถกำหนดค่าผ่าน Computer server ค่าที่ทำการกำหนดจะเหมาะสมกับความต้องการในการพัฒนาการเจริญเติบโตของมะระขึ้นกพันธุ์มดดำตั้งแต่ต้นกล้าจนถึงระยะการเก็บเกี่ยว อาทิ ความชื้นในแปลง

(80%) อุณหภูมิในดิน 35–35 °C อุณหภูมิในอากาศ 22–25 °C จะส่งค่าไปยัง Arduino board เพื่อให้ Arduino board ทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไปยัง Solenoid Valve เพื่อสั่งเปิด/ปิด ระบบน้ำโดยอัตโนมัติรองรับการปิด-เปิดน้ำเอง (อัตโนมัติ) จากภายใน Application ได้ โดยในส่วนอุปกรณ์ IoT จากสวนสมุนไพรร จะทำการรับส่งข้อมูลหา AA Server ผ่านทาง Protocol HTTP และส่งข้อความเตือนทางไลน์ผ่านทาง Protocol HTTPS ในระบบ Real time เพื่อให้ข้อมูลมีการอัปเดตต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งหากมีเหตุการณ์สำคัญ ระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานให้ทราบโดยอาจจะส่งในรูปแบบ E-mail หรือ ผ่าน Application (Monatrakul, 2020; Sribinowska, et al., 2015)

การพัฒนาการระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบและสั่งการด้วยระบบ IoT

การพัฒนาการควบคุมและระบบการให้น้ำและปุ๋ย เพื่อทำการติดตั้งวงจรไฟฟ้ากำลัง เป็นวงจรส่งกำลังไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ปั๊ม และแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยัง Solenoid Valve โดยจะถูกควบคุมโดยวงจรควบคุมในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและปุ๋ยอัตโนมัติจะสั่งการด้วย PLC ซึ่ง PLC จะทำหน้าที่สั่งการทำงานของปั๊มน้ำทั้งสอง และ Solenoid Valve ตามโปรแกรมที่ตั้งค่าไว้ การตั้งค่าเวลาการรดน้ำและให้ปุ๋ยสามารถตั้งค่าที่หน้าจอ HMI ที่ติดตั้งที่หน้าตู้ Control (Monatrakul, 2020) (Figure 2)



Figure 1 Characteristics of irrigation and fertilizer systems in the project.



Figure 2 Characteristics of irrigation and fertilizer systems in organic bitter melon production plots.

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

หลังจากทำการติดตั้งระบบระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติแล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยการตรวจสอบค่าความชื้นในดินพบว่า ระบบสามารถควบคุมปริมาณความชื้นเฉลี่ยให้มีความตามที่เกษตรกรต้องการได้ โดยในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 00.00–23.59 น. ค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 25–26% พร้อมทั้งทำการวัดค่าเปรียบเทียบกับค่าความชื้นในพื้นที่นอกแปลงทดสอบอยู่ระหว่าง 9–10% และในส่วนของอุณหภูมิในดินของแปลงทดสอบได้ทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับอุณหภูมิในอากาศ อุณหภูมิในดินนอกแปลงทดสอบ และอุณหภูมิในดินของแปลงทดสอบ พบว่า อุณหภูมิในดินของแปลงทดสอบมีค่าค่อนข้างคงที่ มีอุณหภูมิต่ำ 25–30 °C อุณหภูมิในดินนอกแปลงทดสอบและอุณหภูมิในอากาศมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิในดินภายในแปลงทดสอบ (30–42 °C) (Janthasri & Monatrakul, 2021; Monatrakul, 2019; Rotchanatheeratham & Choosumrong, 2018) การคาดการณ์ผลผลิตในช่วง 120 วัน ขนาดพื้นที่ 2 ไร่ มีจำนวนผลผลิต/รอบ จำนวน 10,452.66 กิโลกรัม มีรายได้ 188,147.88 บาทต่อรอบการผลิต (Table 1)

การคาดการณ์ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นหลังจากการดำเนินโครงการการทดสอบประสิทธิภาพในส่วนของปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้นหลังจากทำการพัฒนาระบบพบว่า ก่อนดำเนินโครงการและหลัง

ดำเนินการติดตั้งระบบ Smart farming สามารถเพิ่มจำนวนรอบเก็บเกี่ยวต่อปีจาก 2 รอบเป็น 3 รอบต่อปี จำนวนผลผลิตต่อปีใน 2 รอบได้จำนวน 7,000 กิโลกรัม X 2 รอบ = 14,000 กิโลกรัม ในขณะที่ระบบ Smart farming ผลผลิตต่อปีใน 3 รอบ ได้จำนวน 10,452.66 กิโลกรัม X 3 รอบ = 31,357.98 กิโลกรัม ปกติการปลูกมะระขึ้นกอินทรีย์ ฤดูหนึ่งจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 4 เดือน และเริ่มเก็บผลผลิตหลังปลูกประมาณ 45–50 วัน โดยสามารถได้ประมาณ 15–20 ครั้งต่อ 1 ฤดูการเพาะปลูก ซึ่งสามารถเก็บผลผลิตส่งขายได้ทุกวัน หรือจะเก็บ 2–4 วันต่อครั้ง โดยรอบที่ 1 เริ่มเดือน กรกฎาคม จนถึงเก็บเกี่ยวผลเดือน ตุลาคม รอบที่ 2 เริ่มเดือน พฤศจิกายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อน เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน จะหยุดการผลิตเนื่องจากขาดน้ำและมีสภาพอากาศร้อน อุณหภูมิสูงเหมาะแก่การระบาดของโรคแมลง แต่การนำระบบ Smart farming มาติดตั้ง ทำให้สามารถผลิตในฤดูร้อนได้เป็นรอบที่ 3 เนื่องจากระบบ Smart farming ควบคุมการใช้น้ำให้ประหยัด ทำให้มีปริมาณน้ำพอเพียงต่อการผลิตตลอดจนอุณหภูมิในดินของ แปลงทดสอบมีค่าค่อนข้างคงที่ มีอุณหภูมิต่ำ 25–30 °C อุณหภูมิในดินนอกแปลงทดสอบและอุณหภูมิในอากาศมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิในดินภายในแปลงทดสอบ (30–42 °C) การที่อุณหภูมิในแปลงลดลงทำให้การแพร่ระบาดของโรคแมลงลดลง จึงสามารถผลิตมะระขึ้นกได้ถึง 3 รอบ (การผลิตนอกฤดู) ก่อนติดตั้ง

ระบบ ใช้ต้นทุนต่อปีจำนวน 104,400 บาท หลังติดตั้งระบบใช้ต้นทุนจำนวน 112,800 บาท ผลกำไรก่อนติดตั้งระบบ 148,000 บาทต่อปี หลังติดตั้งระบบได้กำไร 451,643.64 บาทต่อปี ซึ่งสามารถประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจได้อยู่ที่ 303,643.64 บาทต่อปี (451,643.64 – 148,000) (Table 2)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การผลิตมะระขึ้นกอนิทรีย์ 2 ไร่ ใช้ต้นทุนรวมทั้งหมด จำนวน 112,800 บาท ได้ผลผลิตประมาณ 3,500 กิโลกรัม/2 ไร่/รอบการเพาะปลูก สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลังจากการปลูกเป็นเวลา 45 วัน และเก็บเกี่ยวได้ตลอดระยะเวลา 6 เดือนต่อรอบการเพาะปลูก มีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตในราคา 18 บาท/กิโลกรัม สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตมะระขึ้นกอนิทรีย์ของ Janthasri (2021) ที่มีต้นทุนการผลิตมะระขึ้นกอนิทรีย์ในช่วง 10,000– 15,000 บาทต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของการผลิตและระบบการผลิตมีทั้งระบบสารเคมีและระบบอินทรีย์ การปลูกมะระขึ้นกอนิทรีย์ โดยใช้ระบบ Smart farming จะเพิ่มค่าวัสดุในการติดตั้งระบบ Smart farming แต่ทั้งนี้จะประหยัดทรัพยากรในการผลิตรวมถึงแรงงานในฟาร์มซึ่งจะทำให้เกิดความยั่งยืนในระบบรวมถึงการสร้างเครือข่ายผู้ผลิต (Panyakul, 2008)

การออกแบบระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบและสั่งการด้วยระบบ IoT

การออกแบบระบบ IoT ในโครงการ จะใช้แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซนเซอร์สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้ โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และสามารถเขียน Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU มีข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software แล้วเขียน โปรแกรมฟังก์ชัน (Monatrakul, 2021; Pansri & Phromsakha Na Sakon Nakhon, 2019) มีการติดตั้งระบบเซนเซอร์ อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมของพื้นที่เป้าหมาย อาทิ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์วัดความชื้นดิน จะติดตั้งในดินที่ต้องการวัด เซนเซอร์วัดค่า pH สำหรับวัดความเป็นกรด-เบสของสารละลาย เซนเซอร์ Soil และ NPK สามารถอ่านค่า NPK ต่อกับ Arduino ได้โดยตรง กำหนดค่าความชื้นที่จะให้ระบบสั่งเปิดหรือปิดน้ำอัตโนมัติ มีระบบแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานให้ทราบโดยอาจจะส่งในรูปแบบ E-mail หรือ ผ่าน Application สอดคล้องกับงานของ Monatrakul (2020) และ Sribinowska, et al., (2015)

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

หลังจากทำการติดตั้งระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยการตรวจสอบค่าความชื้นในดินพบว่า ระบบสามารถควบคุมปริมาณความชื้นเฉลี่ยให้มีค่าตามที่เกษตรกรต้องการ สอดคล้องกับการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของค่าความชื้นในดินหลังติดตั้งระบบ Smart farming ของแปลงสมุนไพรมะกรูด อัญชัน พบว่า ค่าความชื้นในดินค่อนข้างสูงเฉลี่ยประมาณ 80–90% เนื่องจาก มีการตั้งระบบการให้น้ำทุก ๆ 1 นาทีเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้มีอุณหภูมิดินภายในแปลงปลูกค่อนข้างต่ำเฉลี่ย 22–25 °C (Janthasri & Monatrakul, 2021; Monatrakul, 2019; Rotchanatheeratham & Choosumrong, 2018) สอดคล้องกับงานของ Janthasri & Monatrakul, (2021) ได้ศึกษาด้านแบบสมาร์

ฟาร์ม สมุนไพร สำหรับการขับเคลื่อนเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนของจังหวัดมหาสารคาม โดยการติดตั้งระบบ Smart farming ในแปลงสมุนไพรนำร่อง 4 ชนิด ใช้ IoT ในการควบคุมน้ำ และปุ๋ย พบว่า สมุนไพรขมิ้นชัน บัวบก ไพล ว่านชักมดลูก มีปริมาณผลผลิตต่อรอบเพิ่มอย่างต่อเนื่องที่ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 3 6 และ 12 เดือน และมีปริมาณผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นกว่าระบบปลอดสาร 2 เท่า

การคาดการณ์ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นหลังจากการดำเนินโครงการทดสอบประสิทธิภาพในส่วนของคุณภาพผลผลิตที่เกิดขึ้นหลังจากทำการพัฒนาระบบ สอดคล้องกับงานของ Janthasri & Monatrakul (2021) ได้ศึกษาด้านแบบสมาร์ฟาร์ม สมุนไพร สำหรับการขับเคลื่อนเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนของจังหวัดมหาสารคาม พบว่า การคาดการณ์ผลผลิตสมุนไพรที่มีอายุเก็บเกี่ยว 6–12 เดือน ทุกชนิดก่อนการใช้ระบบสมาร์ฟาร์ม มีปริมาณผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นมากกว่าการผลิตในระบบสารเคมี 2–3 เท่า สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับ Pothong et al. (2019) ได้พัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์ รหัสเปิดและอินเทอร์เน็ต ได้นำความรู้ทางด้านเทคโนโลยี IoT มาใช้งานเพื่อส่งข้อมูล ระหว่างอุปกรณ์สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงข้อมูลจากเซนเซอร์ที่วัดได้แบบเรียลไทม์และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ผ่านมือถือ Smartphone สามารถลดต้นทุนทางด้านบุคลากร และเวลา อีกทั้งระบบนี้มีการพัฒนาขึ้นจาก Open Hardware ซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ที่สามารถพัฒนาโค้ดได้เองรวมถึงต้นทุนราคาไม่สูงมากหากเทียบกับระบบเซนเซอร์ที่มีขายตามท้องตลาด ซึ่งระบบที่วางขายตามท้องตลาดส่วนใหญ่จะมีราคาแพงและผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดปัจจัยการควบคุมการทำงานได้ด้วยตนเอง ระบบนี้สามารถทำงานและพัฒนาร่วมกับระบบ Web Map Application, Mobile GIS ได้เป็นอย่างดี โดยข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาไปเป็น Big Data ได้ในอนาคตข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มเซนเซอร์ในการตรวจจับแมลงเพื่อลดการระบาดของโรค

สรุปผลการวิจัย

การผลิตมะระขึ้นกอนิทรีย์ในระบบสมาร์ฟาร์มพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมระบบตรวจสอบ และสั่งการด้วยระบบ IoT ทำการออกแบบระบบและทำการติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนของคุณภาพระบบท่อส่งน้ำ ระบบให้ปุ๋ย ระบบปั๊ม ระบบไฟฟ้า อุปกรณ์บำบัดกรองน้ำ ผังการวางอุปกรณ์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้จับสัญญาณอุณหภูมิ ความชื้น โดยมีเอกสารรองรับในรูปของแบบสั่งผลิต ทำการพัฒนาระบบตรวจสอบ สั่งการ การให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติ พร้อมทั้งผังวงจรและวิธีการใช้งาน ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการผลิตมะระขึ้นกอนิทรีย์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต จำนวนผลผลิตในแต่ละรอบการเก็บเกี่ยวจะเพิ่มจาก 7,000 เป็น 10,452.66 กิโลกรัม ซึ่งสามารถประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจได้อยู่ที่ 303,643.64 บาทต่อปี สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากกว่า 3 เท่า (สำหรับใช้ในการคำนวณต้นทุน) เปรียบเทียบกับการผลิตระบบธรรมดา ถึงแม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนการผลิตค่าวัสดุ

ในการติดตั้งระบบ Smart farming ค่อนข้างสูงในระยะเริ่มต้น แต่มีข้อดีในเรื่องการบริหารจัดการด้านแรงงานประหยัดเวลาและทรัพยากรการผลิตในระยะยาว ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนได้เร็วในระยะเวลาสั้น สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนสถานที่วิจัยจากไร่ตาโออำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เจ้าหน้าที่และเกษตรกรจากสำนักงานเกษตรอำเภอบรบือ และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงกองนโยบายและแผนมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้

References

- Bulluck, L. R., Brosius, M., & Evanylo, G. K. (2002). Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*, 19(2), 147–160. doi: 10.1016/S0929-1393(01)00187-1
- Earth Net Foundation/Green Net. (2008). *Basic knowledge of organic agriculture*. Bangkok: Earth Net Foundation. (in Thai)
- Janthasri, R. (2021). *Bitter gourd course materials for a course on tropical fruit production of the agriculture*. Faculty of Agriculture Technology, Rajabhat Maha Sarakham University: Maha Sarakham University printing press. (in Thai)
- Janthasri, R., & Monatrakul, V. (2021). *Model of smart farming herbs towards drive sustainable herbal city of Maha Sarakham Province*. Maha Sarakham: Project to support technology development of Thai industries (ITAP) Mahasarakham University Network.
- Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2010). *Soil nutrient content on organic farms in Chantaburi, Chonburi, Rayong, Prachinburi and Sa Kaeo Provinces*. (Annual Report 2010). Bangkok: Veteran's Printing House. (in Thai)
- Monatrakul, V. (2019). *Design and development of prototypes for shampoo production hair conditioner and herbal shower cream Punboon Community Enterprise*. Maha Sarakham: Project to support technology development of Thai industries (ITAP) Mahasarakham University Network.
- Monatrakul, V. (2020). *Development of herbal tea products with traditional Sumedh herbal incubator of Traditional Sumedh Enterprises*. Maha Sarakham: Project to support technology development of Thai industries (ITAP) Mahasarakham University Network.
- Monatrakul, V. (2021). *Development of automatic fertilizer irrigation system, smart farming system for commercial herb production*. Maha Sarakham: Project to support technology development of Thai industries (ITAP) Mahasarakham University Network.
- Monatrakul, V. (2022). *Development of automatic fertilizer irrigation system, smart farming system in the production of hemp for trade*. Maha Sarakham: Project to support the development of technology of Thai industry (ITAP) Mahasarakham University Network.
- National Organic Agriculture Development Committee. (2008). *First national strategic plan on the development of organic agriculture, 2008–2011*. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai)
- Pansri, C., & Phromsakha Na Sakon Nakhon, T. (2019). *Model house (Smart Farm) for community enterprise management*. Chiang Mai: Chiang Mai university press. (in Thai)
- Panyakul, W. (2008). *Sustainable agriculture*. Bangkok: Earth Net Foundation. (in Thai)
- Pothong, T., Mekarun, P., & Choosumrong, S. (2019). Development of smart farming service system for smart farmer using FOSS4G and IoT. *Naresuan Agriculture Journal*, 16 (2), 10–17. (in Thai)
- Rattanaweha, C. (2002). *Organic farming. Report of the organic agriculture conference*. Bangkok: Agriculture Department. (in Thai)
- Rotchanatheeratham, W., & Choosumrong, S. (2018). Development of real-time smart weather station and web processing service for monitoring and evaluation of field environmental data based on IoT and FOSS4G. In *Proceedings of International Conference on GIS-IDEAS 2018* pp.64-70.
- Scialabba, N., & Hattam, C. (2002). *Organic agriculture, environment and food Security*. Rome: FAO.
- Srbinska, M., Gavrovski, C., Dimcev, V., Krkoleva, A., & Borozan, V. (2015). Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks. *Journal of Cleaner Production*, 88(2), 297–307. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.04.036
- Yoshime, L. T., de Melo, I. L. P., Sattler, J. A. G., de Carvalho, E. B. T., & Mancini-Filho, J. (2016). Bitter gourd (*Momordica charantia* L.) seed oil as a naturally rich source of bioactive compounds for nutraceutical purposes. *Nutrire*, 41(1), 1–7. doi: 10.1186/s41110-016-0013-y

Research article

Efficiency of organic bitter gourd production utilizing the smart farming systems in Maha Sarakham province, Thailand

Rapatsa Junthasri^{1*} Wiroon Monatrakul² Sujitra Pharanat³ and Chamamas Juntasri⁴

¹Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang District, Maha Sarakham, 44000

²Program in Innovative Technology Machinery, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang District, Maha Sarakham, 44000

³Program in Electric Technology, Faculty of Engineering, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang District, Maha Sarakham, 44000

⁴Roi Et Hospital, Mueang District, Roi Et, 44000

ARTICLE INFO

Article history

Received: 31 March 2022

Revised: 11 August 2022

Accepted: 20 September 2022

Online published: 2 November 2022

Keyword

Agricultural innovation

Bitter gourd

Economic impact

IoT system

Organic farming system

ABSTRACT

The objective of this study is to increase the efficiency of organic bitter gourd production by using smart farming system. The research was conducted in the Muang district of Maha Sarakham Province between January 2021 through January 2022 with the area of 2 rai. Data is collected to design and develop an automatic irrigation and fertilizer system, along with inspection system, and to command via the IoT system. This also includes the installation of the control system equipment, water pipeline system, fertilizer system, pump system, electrical system, water treatment equipment, and equipment layout and electronic equipment to detect temperature, humidity via monitoring and controlling the automatic irrigation and fertilization system, after which is succeeded by conducting tests and collecting data to assess the efficiency of organic bitter gourd production. The outcome shows that the smart farming systems can increase production efficiency. The number of yields in each harvesting cycle are increased from 7,000 kg. to 10,452.66 kg. This results in the economic impact of 303,643.64 Baht per year to generate income for farmers more than three folds (564,443.64 Baht/year). Although there are limitations in terms of production cost and material cost of installing the smart farm system, as of now they are quite high in the early stages (112,800 Baht/2 rai/year). However, clear advantages can be noted in labor management, saving time, and production resources in the long term (area of 2 rai or, more than 10 rai, requires 1 labor). This results in a short payback period (10,452.66 kg/production cycle), which is able to generate income for farmers sustainably (profit from 147,600 baht/year to 451,642.64 baht/year).

*Corresponding author

E-mail address: juntasri@hotmail.com (R. Junthasri)

Online print: 2 November 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.2022.18>



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

บทความวิจัย

ประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ของไก่ดำเขาหลักจังหวัดตรัง

พัชรา ธนารักษ์¹ ประพนธ์ มลิวัด² สมคิด ชัยเพชร² และ ณปภัช ช่วยชูหนู^{2*}

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

²คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 11 พฤษภาคม 2565

แก้ไข: 24 สิงหาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 5 กันยายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 8 พฤศจิกายน 2565

คำสำคัญ

ไก่ดำเขาหลัก

น้ำเชื้อ

อัตราการผสมติด

ผลผลิตไข่

อัตราการฟักออก

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ของไก่ดำเขาหลัก จังหวัดตรัง ทำการศึกษาปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ไก่ดำเขาหลัก จำนวน 10 ตัว (อายุ 8 เดือน) ทำการรีดเก็บน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ศึกษาปริมาณการวางไข่และน้ำหนักฟองไข่ในรอบ 1 ปี ใช้แม่พันธุ์ไก่ดำเขาหลัก จำนวน 45 ตัว (อายุ 5 เดือน) ทำการทดสอบอัตราการผสมติดด้วยการผสมเทียม และศึกษาน้ำหนักของฟองไข่ต่อการสูญเสีย น้ำระหว่างฟัก โดยแบ่งช่วงน้ำหนักฟองไข่ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 น้ำหนัก 46-50 กรัม กลุ่มที่ 2 น้ำหนัก 51-55 กรัม และกลุ่มที่ 3 น้ำหนัก 56-60 กรัม ผลการศึกษาพบว่า พ่อพันธุ์ไก่ดำเขาหลักให้ปริมาณน้ำเชื้อเฉลี่ย ความเข้มข้นของอสุจิเฉลี่ย และอัตราการรอดชีวิตของอสุจิ $329.75 \pm 69.01 \mu\text{L/bird}$, $4,158.06 \pm 225.13 \times 10^6 \text{ spz/ml}$ และ $92.21 \pm 2.72 \%$ ตามลำดับ ในการรีดน้ำเชื้อแต่ละครั้งสามารถผสมเทียมกับแม่พันธุ์ได้ 12-28 ตัว อัตราการผสมติด $89.82 \pm 4.08 \%$ แม่พันธุ์ไก่ดำเขาหลักเริ่มให้ผลผลิตไข่ที่อายุเฉลี่ย 178.84 ± 23.14 วัน จำนวนไข่เฉลี่ยสะสมตลอด 1 ปี 126.13 ± 15.02 ฟอง/ตัว น้ำหนักไข่เฉลี่ย 61.59 ± 8.09 กรัม ไข่กลุ่มที่ 3 มีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักฟองไข่ระหว่างการเก็บรักษา ($p < 0.05$) และระหว่างการฟักไข่ต่ำ ($p < 0.01$) ไข่กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 มีผลต่อ %น้ำหนักลูกไก่หลังการฟักออกสูง ($p < 0.05$) จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ของไก่ดำเขาหลักนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อการพัฒนาการขยายพันธุ์ไก่ดำของเกษตรกรได้

บทนำ

ไก่ดำเขาหลักเป็นไก่ที่เกษตรกรผสมพันธุ์และคัดเลือกจากไก่ดำ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ มงโกลเลีย อินโดนีเซีย ยูนาน และภูพาน เป็นเวลา 9 ปี โดยกลุ่มเกษตรกรบ้านเขาหลัก ตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ดำเนินการผลิตแบบรวมกลุ่ม สมาชิกจัดการเลี้ยงไก่ดำเพาะขยายพันธุ์และมอบลูกไก่ดำให้สมาชิกนำไปเลี้ยง และจำหน่ายให้กับกลุ่มจัดการท่องเที่ยววันวิถีเพื่อนำไก่ดำเขาหลักไปประกอบอาหารพื้นถิ่นบริการให้กับนักท่องเที่ยวและคณะผู้เข้าศึกษาดูงานในหมู่บ้านด้วยคุณสมบัติของไก่ดำ หรือ ไก่กระดูกดำ (Black bone chicken) เป็นอาหารของผู้รักสุขภาพ โดยเชื่อว่าเป็นยาอายุวัฒนะ ซึ่งการแพทย์แผนจีนใช้เป็นอาหารบำรุงสุขภาพในสตรีหลังคลอด ให้รอบเดือนมาปกติ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน รักษาเบาหวาน โลหิตจาง เป็นต้น จากหลายรายงานทั้งในและต่างประเทศ พบว่าเนื้อไก่ดำมีสรรพคุณทางเภสัชวิทยา (Sava et al., 2001; Geng et al., 2010) เนื่องจากสารเมลานิน (Melanin) ที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อไก่ดำมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Tian et al., 2007) อีกทั้งมีองค์ประกอบของโปรตีนสายสั้นที่ชื่อว่า คาร์โนซีน (Carnosine) ซึ่งประกอบด้วย

กรดอะมิโน β -Alanin และ Histidine พบว่ามีสูงกว่าเนื้อไก่พื้นเมืองทั่วไป ซึ่งโปรตีนชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ด้านการเกิดริ้วรอย (Tian et al., 2007; Chen et al., 2008; Tu et al., 2009) ส่งผลให้ทั้งเมนูอาหารที่มีไก่ดำเป็นส่วนประกอบเป็นที่ต้องการของนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะกลุ่มคนไทยเชื้อสายจีน และมาเลเซียเชื้อสายจีน ส่วนลูกไก่ดำเขาหลักเป็นที่ต้องการกลุ่มผู้สนใจที่จะนำสายพันธุ์ไปเลี้ยงเป็นอาชีพเสริมรายได้ จึงทำให้การผลิตไก่ดำเขาหลักของกลุ่มเกษตรกรจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้เพียงพอกับความต้องการทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ซึ่งได้มีการพัฒนาระบบตู้ฟักเพื่อช่วยเพิ่มจำนวนลูกไก่ ในขณะที่เดียวกันต้องมีความยั่งยืนในด้านการรักษาสายพันธุ์ไว้ให้กับชุมชน Hu et al. (2022) ในปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีการสืบพันธุ์สัตว์ปีกจะเป็นส่วนสำคัญในการรักษาพันธุ์กรรมสำหรับเกษตรกรและในเชิงพาณิชย์ สำหรับรายงานด้านปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อไก่ดำในประเทศไทย Somtow (2017) พบว่าไก่ดำม้งมีปริมาณน้ำเชื้อเฉลี่ยในเดือนกันยายนสูงสุด $359.37 \pm 46.66 \mu\text{L}$ ระดับความเข้มข้นของอสุจิสูงสุดในเดือนสิงหาคม $5,888.31 \pm 765.18 \times 10^6 \text{ spz/ml}$ การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อไก่ในไก่ซิลก็ที่มีปริมาณน้ำเชื้อ

*Corresponding author

E-mail address: napapach.c@rmuts.ac.th (N. Chuaychu-noo)

Online print: 8 November 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.2022.19>

255.13±120.20 µl ระดับความเข้มข้นของอสุจิ 2,850.25±250 ×10⁶ spz/ml (Chuaychu-noo, 2018) ซึ่งมีข้อมูลค่อนข้างน้อยมาก ทั้งนี้ การศึกษาวิจัยต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานด้านประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ ซึ่งจะเป็แนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการปรับปรุงสายพันธุ์และแนวทางในการวางแผนการผลิต อีกทั้งยังไม่พบรายงานเกี่ยวกับประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ของไก่ดำเขาหลัก เช่น คุณภาพน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์ อัตราการวางไข่ของแม่พันธุ์ อัตราการผสมติด รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพอัตราการฟักออก ซึ่งข้อมูลนี้มีความสำคัญต่อการขยายพันธุ์และการพัฒนาการผลิตไก่ดำเขาหลัก การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ ไก่ดำเขาหลัก และการจัดการฟักไข่เพื่อเพิ่มศักยภาพการขยายพันธุ์ไก่ดำเขาหลัก

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

สัตว์ทดลอง

ดำเนินการคัดเลือกไก่ดำเขาหลักพ่อพันธุ์ อายุ 8 เดือน จำนวน 10 ตัว เลี้ยงในกรงขัง 45 x 50 x 60 cm (กว้าง x ยาว x สูง) ให้อาหารไก่พ่อพันธุ์ 130 กรัม/ตัว/วัน และแม่พันธุ์ อายุ 5 เดือน จำนวน 45 ตัว เลี้ยงในกรงขัง ขนาด 48 x 45 x 45 cm ช่องละ 1 ตัว ให้อาหารวันละ 120 กรัม/ตัว/วันอาหารมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 17 % มีน้ำสะอาดกินแบบเต็มที่ ได้รับแสงวันละ 12 ชม. เลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิด พ่อแม่พันธุ์ไก่ดำผ่านการทำโปรแกรมวัคซีนตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์ และดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์เลขอนุญาตที่ IAC 01-13-64

การรีดน้ำเชื้อและการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ

ทำการรีดน้ำเชื้อ โดยใช้ผู้รีด 2 คน คนแรกทำหน้าที่จับบังคับไก่ ส่วนคนที่สองเป็นผู้รีดน้ำเชื้อ เริ่มต้นด้วยการกระตุ้นพ่อพันธุ์ โดยการลูบหลังพ่อพันธุ์จากส่วนหลังไปส่วนหาง ดัดแปลงจากวิธีของ Burrows & Quinn (1937) พ่อพันธุ์จะแสดงอาการตอบสนองด้วยการเกร็งและกระดกหาง จากนั้นบีบโคนกันพ่อพันธุ์เพื่อเก็บน้ำเชื้อทันที โดยใช้หลอดที่มีฝาปิดป้องกันน้ำเข้า ขนาด 1.5 ml ที่บรรจุน้ำยาเจือจางสูตร IGGKPh 100 µl น้ำเชื้อที่รีดเก็บได้จะถูกแช่ในน้ำควบคุมอุณหภูมิ 20-25 °C และเก็บในภาชนะที่ป้องกันแสง ขณะรีดเก็บน้ำเชื้อไก่ต้องระมัดระวังการปนเปื้อนของมูลและสิ่งสกปรก (Blesbois et al., 2005) ทำการรีดน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ไก่ดำ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อสดเบื้องต้น ประกอบด้วย การวัดปริมาณน้ำเชื้อ คะแนนความแรงของการเคลื่อนที่โดยการให้ค่าคะแนน 0-5 คะแนนประเมินภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า และ% อสุจิมีชีวิตและรูปร่างปกติ โดยการย้อมสี Eosin nigrosin โดยตามวิธีของ Blom (1950) รวมถึงการประเมินความเข้มข้นของตัวอสุจิ โดยใช้อุปกรณ์นับเม็ดเลือด haemocytometer

ปริมาณการวางไข่และน้ำหนัฟองไข่

ทำการเก็บไข่แม่ไก่ดำเขาหลักเพื่อบันทึกข้อมูล เมื่อแม่ไก่เริ่มให้ไข่ 5 % ทำการเก็บไข่เป็นเวลา 1 ปี บันทึกจำนวนไข่ น้ำหนักฟองไข่เฉลี่ย และ % ไข่

การทดสอบอัตราการผสมติดด้วยการผสมเทียม

การตรวจสอบอัตราการผสมติดของไก่ดำเขาหลักด้วยการผสมเทียม โดยเจือจางน้ำเชื้อด้วยน้ำยาเจือจางสูตร IGGKPh ให้อสุจิมีความ

เข้มข้น 1,000×10⁶spz/ml ทำการฉีดน้ำเชื้อเข้าสู่ช่องคลอดไก่ตามวิธีการของ Burrows & Quinn (1937) ดำเนินการใช้คน 2 คน คือ ผู้ปล้นกันไก่แม่พันธุ์และผู้ผสมเทียม (แม่ไก่มีสภาพร่างกายสมบูรณ์ มีอัตราการให้ไข่ไม่ต่ำกว่า 60 %) ใช้กระบอกฉีดยา ขนาด 1 ml (Tuberculin syringe) บรรจุน้ำเชื้อ 0.1 ml สอดเข้าช่องคลอดลึกประมาณ 4 cm การผสมเทียมทำเพียง 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ในช่วงเวลา 15.00-17.00 น. เริ่มเก็บไข่ในวันที่ 3 ภายหลังการผสมเทียม นำไข่เข้าฟักสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ภายหลังการนำไข่เข้าฟัก 7 วัน นำไข่ฟักออกมาตรวจสอบอัตราการผสมติดโดยการส่องไข่เพื่อดูการเจริญของคัพภะวิทยา และนำไข่เชื้อเป็นไข่ฟักต่อจนครบ 21 วัน เพื่อเก็บข้อมูลการฟักออกทำการทดสอบซ้ำทั้งหมด 6 ครั้ง

การศึกษาน้ำหนักของฟองไข่ต่อการสูญเสียน้ำหนักระหว่างฟักและการฟักออก

ทำการเก็บไข่ที่ได้จากการผสมเทียมนำมาแบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยแบ่งตามช่วงน้ำหนักฟองไข่ กลุ่มที่ 1 น้ำหนัก 46-50 กรัมกลุ่มที่ 2 น้ำหนัก 51-55 กรัมและกลุ่มที่ 3 น้ำหนัก 56-60 กรัม โดยใช้ตู้ฟักไข่ขนาด 378 ฟอง มีระบบกลับไข่อัตโนมัติ ที่อุณหภูมิ 37.5 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 57-60 % ทำการชั่งน้ำหนักไข่ฟัก ในวันที่ 7 และ 18 ของการฟัก ชั่งน้ำหนักลูกไก่แรกเกิด และคำนวณ % การฟักออก ทำการทดสอบซ้ำทั้งหมด 4 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการศึกษาแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Random complete block design: RCBD) สำหรับคุณภาพน้ำเชื้อและอัตราการผสมติดวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (analysis of variances: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1996)

ผลการวิจัย

ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ไก่ดำเขาหลัก

ปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อ

ผลการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ไก่ดำเขาหลัก พบว่าไก่ดำเขาหลักแต่ละตัวมีปริมาณน้ำเชื้อ (p < 0.01) ความเข้มข้นอสุจิ อัตราการรอดชีวิต และอัตราการตายของอสุจิ (p < 0.05) แตกต่างกัน โดยมีปริมาณน้ำเชื้อเฉลี่ย 375.75±69.01 µl/bird ความเข้มข้นของอสุจิเฉลี่ย 4,158.06±225.13 ×10⁶ spz/ml มี%อสุจিরอดชีวิต และอสุจิตายเฉลี่ย 92.21±2.72 และ 7.78±2.71 % ตามลำดับ (Table 1)

ปริมาณการวางไข่และน้ำหนักฟองไข่

ไก่ดำเขาหลักเริ่มให้ผลผลิตไข่ที่อายุเฉลี่ย 178.84±23.14 วัน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 1,660.70±120.00กรัมจากการเก็บข้อมูลผลผลิตไข่ในรอบ 1 ปี แม่พันธุ์ไก่ดำเขาหลัก ให้ไข่เฉลี่ยสะสมเฉลี่ย 126.13±15.02 ฟอง มีการให้ไข่เฉลี่ย 60.90±14.17 % และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 61.59±8.07 กรัม/ฟอง (Figure 1)

การทดสอบการผสมเทียม

การจัดการผสมเทียมไก่ดำเขาหลักพบว่า พ่อพันธุ์ไก่ดำเขาหลัก 1 ตัว สามารถรีดน้ำเชื้อเพื่อผสมเทียมให้กับแม่พันธุ์ได้เฉลี่ย 12-28 ตัว (ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอสุจิ) เมื่อเจือจางน้ำเชื้อด้วยน้ำยาเจือจาง

สูตร IGKPh ให้มีความเข้มข้นของอสุจิ $1,000 \times 10^6$ spz/ml ทำการผสมเทียมให้กับแม่ไก่ดำเขาหลักโดยใช้น้ำเชื้อเจือจาง 100 μ l อสุจิมีชีวิตประมาณ 100 ล้านเซลล์ ทำการผสมเทียม 1 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่ามีอัตราการผสมติดเฉลี่ย 89.82 ± 4.08 % อัตราการฟักออกคิดเป็น 83.91 ± 2.74 % จากจำนวนไข่มีเชื้อ

อัตราการสูญเสียไข่ฟองและอัตราการฟักออก

จากการศึกษาผลของน้ำหนักรูปร่างต่อการสูญเสียไข่ระหว่างการเก็บรักษา ระหว่างการฟัก และอัตราการฟักออก พบว่าน้ำหนักรูปร่างไม่มีผลต่อการสูญเสียไข่ระหว่างการเก็บรักษา

ระหว่างการฟัก โดยไข่กลุ่มที่ 3 มีอัตราการสูญเสียไข่ระหว่างการเก็บรักษา ($p < 0.05$) และระหว่างการฟัก ($p < 0.01$) ต่ำที่สุด แตกต่างทางสถิติกับไข่กลุ่มที่ 1 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับไข่กลุ่มที่ 2

น้ำหนักลูกไก่ภายหลังการฟักออก พบว่า กลุ่มที่ 3 และ กลุ่มที่ 2 มี% ของน้ำหนักลูกไก่สูง ($p < 0.05$) กว่ากลุ่มที่ 1 โดยมี % น้ำหนักลูกไก่ 67.17 ± 3.18 , 67.69 ± 1.88 และ 65.11 ± 2.00 ตามลำดับ

Table 1 Mean ($\pm$ SE) values of volume, vigor score, sperm concentration, live and dead sperm of Khaolak black bone chicken (N=10)

Rooster number	Volume (μ l)	Vigor score (1-5)	Sperm concentration ($\times 10^6$ spz/ml)	Live (%)	Dead (%)
1	250.00 ± 21.60^C	4.20 ± 0.21	$4,310.16 \pm 231.98^a$	92.00 ± 2.36^{ab}	8.00 ± 2.36^{ab}
2	347.50 ± 30.95^B	4.15 ± 0.26	$4,116.83 \pm 225.48^{abc}$	92.16 ± 1.32^{ab}	7.83 ± 13.2^{ab}
3	377.50 ± 40.31^{AB}	4.15 ± 0.28	$4,148.83 \pm 211.74^{abc}$	90.66 ± 3.07^{ab}	9.33 ± 3.07^{ab}
4	425.00 ± 77.24^A	4.15 ± 0.20	$4,261.00 \pm 126.61^{ab}$	93.83 ± 1.72^a	6.16 ± 1.72^b
5	390.00 ± 54.00^{AB}	4.00 ± 0.21	$4,257.00 \pm 269.03^{ab}$	90.50 ± 3.08^{ab}	9.50 ± 3.08^{ab}
6	257.50 ± 45.73^C	4.27 ± 0.17	$3,920.83 \pm 116.69^C$	89.16 ± 3.65^b	10.83 ± 3.65^a
7	357.50 ± 17.07^B	3.90 ± 0.14	$4,026.83 \pm 183.60^{bc}$	93.33 ± 2.50^a	6.66 ± 2.50^b
8	222.50 ± 22.17^C	4.05 ± 0.12	$4,133.66 \pm 262.57^{abc}$	93.50 ± 1.87^a	6.50 ± 1.87^b
9	342.50 ± 23.62^B	4.10 ± 0.18	$4,091.66 \pm 189.12^{abc}$	93.16 ± 2.13^a	6.83 ± 2.13^b
10	327.50 ± 17.07^B	3.80 ± 0.08	$4,314.16 \pm 292.03^a$	93.83 ± 1.32^a	6.16 ± 1.32^b
P-Value	12.24	0.08	8.10	0.017	0.017
%CV	0.001	5.01	0.03	6.80	15.32
Mean	329.75 ± 69.01	4.07	$4,158.06 \pm 225.13$	92.21 ± 2.72	7.78 ± 2.71

^{A,B} Means within column with no common superscript differ significantly ($p < 0.01$).

^{a,b} Means within column with no common superscript differ significantly ($p < 0.05$).

Table 2 The effect of Khaolak black bone chicken egg weight on hatchability performance

Parameter	Egg group			P-Value
	1 46-50 g	2 51-55 g	3 56-60 g	
Egg number (egg)	260	270	270	-
Egg weight (g)	48.28 ± 1.61	53.35 ± 1.76	58.58 ± 1.91	-
Egg weight loss in storage (%)	1.45 ± 0.37^a	1.38 ± 0.29^{ab}	1.24 ± 0.11^b	*
Egg weight loss in incubate (%)	13.89 ± 0.59^A	12.31 ± 0.25^B	12.05 ± 0.45^B	**
Fertile (%)	90.80 ± 0.78	89.61 ± 0.91	81.04 ± 1.41	ns
In fertile (%)	9.2 ± 0.98	10.39 ± 0.91	8.96 ± 1.41	ns
Embryonic dead (%)	9.88 ± 0.75	8.94 ± 1.26	9.31 ± 0.77	ns
Embryonic dead (1-18 day)	6.57 ± 0.99	6.30 ± 1.08	6.20 ± 0.60	ns
Embryonic dead (19-21 day)	3.68 ± 2.82	3.38 ± 2.95	4.11 ± 3.41	ns
Hatchability (%) (from fertile eggs)	79.34 ± 2.60	81.42 ± 2.25	80.24 ± 2.13	ns
Normal chick (%)	78.14 ± 2.67	80.18 ± 2.33	78.92 ± 2.45	ns
Abnormal chick (%)	1.2 ± 0.73	1.24 ± 0.50	1.32 ± 0.72	ns
Chick weight (g)	30.80 ± 1.25	35.60 ± 1.82	37.76 ± 1.75	-
Chick weight (%)	65.11 ± 2.00^b	67.17 ± 3.18^a	67.69 ± 2.88^a	*

^{A,B} Means within column with no common superscript differ significantly ($p < 0.01$).

^{a,b} Means within column with no common superscript differ significantly ($p < 0.05$).

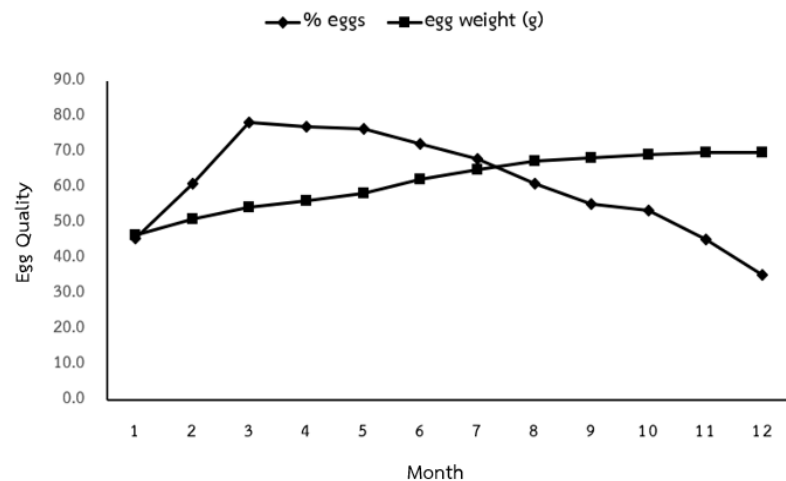


Figure 1 The percentage of egg production and egg weight (g) of Khaolak black bone chicken.

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการประเมินปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อไก่ดำเขาหลักในแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน (329.75 ± 69.01 $\mu\text{L}/\text{ตัว}$) สอดคล้องกับการรายงานของ Peters et al. (2008) และ Tarif et al. (2013) ที่กล่าวว่า ปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ไก่แต่ละตัวที่ติดเก็บได้แต่ละตัวนั้นแตกต่างกัน โดยความสามารถในการให้น้ำเชื้อของไก่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สายพันธุ์ อายุ หรือขึ้นกับพ่อพันธุ์แต่ละตัว แต่อย่างไรก็ตามปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อไก่ดำเขาหลักยังใกล้เคียงกับไก่พื้นเมืองไทย ปริมาณน้ำเชื้อที่ติดเก็บได้เฉลี่ย 351.17 $\mu\text{L}/\text{ejaculate}$ และมีความเข้มข้นของอสุจิเฉลี่ย $4,492.4 \times 10^6$ spz/ml และปริมาณน้ำเชื้อเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกับไก่พันธุ์โรดไอแลนด์เรด (376.50 μL) และสูงกว่าไก่พันธุ์ประดู่หางดำ (329.02 หรือ 328.00 μL) (Chuaychu-noo, 2018; Sonseeda et al., 2012) แต่ในด้านความเข้มข้นของอสุจิไก่ดำเขาหลัก ($4,158.06 \pm 225.13 \times 10^6$ spz/ml) มีค่าต่ำกว่าไก่พันธุ์โรดไอแลนด์เรดและไก่ประดู่หางดำ ($5,476.52$ และ $5,795.54 \times 10^6$ spz/ml) ตามลำดับ ส่วน % ของอสุจิมีชีวิตของไก่ดำเขาหลัก (92.21 ± 2.72 %) นั้นมีค่าต่ำกว่าไก่โรดไอแลนด์เรดและประดู่หางดำเล็กน้อย (94.61 และ 94.25 %) ตามลำดับ (Chuaychu-noo, 2018) ทั้งนี้โดยทั่วไปแล้วปริมาณน้ำเชื้อไก่จะสามารถรติดกับน้ำเชื้อได้ประมาณครั้งละ $100-800$ μL มีจำนวนเซลล์อสุจิเฉลี่ย $5,700 \times 10^6$ spz/ml (Etches, 1996; Gee, 1995) มีค่าคะแนนการเคลื่อนที่หมู่เฉลี่ย 3.58 คะแนน การเคลื่อนที่รวม 80.34 % และความเข้มข้นของอสุจิ $4,030 \times 10^6$ spz/ml (Churchil et al., 2014) ซึ่งปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อไก่ดำเขาหลักทั้งด้านปริมาตร ระดับความเข้มข้น การเคลื่อนที่ % อสุจিরอดชีวิต และอสุจিরอดตายเฉลี่ย นั้นใกล้เคียงกับน้ำเชื้อไก่พื้นเมือง ซึ่งสามารถนำไปผสมเทียมกับแม่พันธุ์ได้เฉลี่ย $12-28$ ตัว/ejaculate และสามารถใช้เทคโนโลยีในการเก็บรักษาเซลล์อสุจิได้

ปริมาณการวางไข่ของไก่ดำเขาหลักมีปริมาณไข่เฉลี่ยสะสมตลอด 1 ปี 126.13 ± 15.02 ฟอง/ปี ใกล้เคียงกับไก่ประดู่หางดำ (122.50 ฟอง/ปี) (Duanginda et al., 2009) และประดู่หางดำ

เชียงใหม่ 1 ที่ให้ผลผลิตไข่ $131-144$ ฟอง/ปี (Leotaragul et al., 2009) ไก่ดำเขาหลักให้ผลผลิตไข่สูงกว่าไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในกรงตับให้ไข่ 78.24 ฟอง/ปี (Leotaragul et al., 1997) และไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในสภาพปล่อยพื้นให้ผลผลิตไข่ $99.07-115.39$ ฟอง/ปี (Phochan et al., 1993) แต่น้อยกว่าไก่ซี ที่ให้ผลผลิตไข่ 163.40 ฟอง/ปี (Duanginda et al., 2009) ทั้งนี้ไก่ซี และไก่ประดู่หางดำมีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไปแล้วในระดับหนึ่ง แต่ในส่วนไก่ดำเขาหลักยังไม่ได้คัดเลือกในด้านการให้ผลผลิตไข่ ข้อมูลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคัดเลือกเพื่อยกระดับการผลิตไข่ไก่ดำเขาหลักต่อไป

เมื่อทดสอบอัตราการผสมติดด้วยวิธีการผสมเทียม ไก่ดำเขาหลักมีอัตราการผสมติดเฉลี่ย 89.82 ± 4.08 % อัตราการฟักออก คิดเป็น 83.91 ± 2.74 % จากจำนวนไข่มีเชื้อ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Leotaragul et al. (2010) ทำการศึกษาอัตราการผสมติดด้วยวิธีการผสมเทียมในไก่พื้นเมือง พบว่าอัตราการผสมติดที่ 82.74 ± 2.96 % อัตราการฟักออกจากไข่มีเชื้อที่ 82.39 ± 3.30 % Ensminger (1992) รายงานว่าอัตราการฟักออกของไข่มีเชื้อของไก่พันธุ์เบาและไก่เนื้อเท่ากับ 90 % และ 81 % ตามลำดับ

อัตราการสูญเสียไข่ที่ระหว่างการฟักและอัตราการฟักออกของไก่ดำเขาหลัก สอดคล้องกับการรายงานของ North & Bell (1990) ที่กล่าวว่า การสูญเสียไข่ที่ระหว่างการฟักไข่ ในช่วง $1-18$ วัน ต้องมีค่าระหว่าง $10-15$ % จึงจะเหมาะสม โดยการสูญเสียไข่ที่ของฟองไข่จะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วงแรกของการฟัก และอัตราการสูญเสียไข่ที่เพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของการฟัก แต่ไม่สอดคล้องกับรายงานของ North (1978) ที่กล่าวว่าขนาดฟองไข่มีความเกี่ยวข้องกับการสูญเสียไข่ที่ของฟองไข่ในระหว่างการฟัก โดยพบว่าไข่ฟองเล็กมีอัตราการสูญเสียไข่ที่มากกว่าฟองใหญ่ ในส่วนของน้ำหนักลูกไก่ภายหลังการฟักจะเห็นว่าน้ำหนักของลูกไก่ภายหลังการฟักทั้ง 3 กลุ่มทดลองอยู่ระหว่าง $65-67$ % ซึ่งอยู่ในค่ามาตรฐานใกล้เคียงกับการฟักไข่เชิงการค้า (North & Bell, 1990) แสดงให้เห็น

ว่าการเก็บรักษาไข่ไก่ดำเขาหลักที่ 7 วัน ในอุณหภูมิห้องก่อนการเข้าฟัก ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการฟักออก แต่อย่างไรก็ตามฟองไข่ขนาดเล็กนั้นมีโอกาสสูญเสียน้ำหนักฟองไข่สูง การจัดการเก็บรักษาไข่พันธุ์ให้ลดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างรอเข้าฟักจะมีส่วนช่วยรักษาคุณภาพฟองไข่ได้ดียิ่ง

สรุปผลการวิจัย

พ่อพันธุ์ไก่ดำเขาหลักให้ปริมาณน้ำเชื้อเฉลี่ย 375.75 ± 69.01 $\mu\text{L}/\text{ตัว}$ ความเข้มข้นของอสุจิเฉลี่ย $4,158.06 \pm 225.13 \times 10^6$ spz/ml อัตราการรอดชีวิตของอสุจิ 92.21 ± 2.72 % สามารถผสมเทียมให้แม่พันธุ์ได้ 12-28 ตัว/ejaculate อัตราการผสมติดเฉลี่ย 89.82 ± 4.08 % แม่พันธุ์ไก่ดำเขาหลักเริ่มให้ผลผลิตไข่ที่อายุเฉลี่ย 178.84 ± 23.14 วัน จำนวนไข่เฉลี่ยสะสมตลอด 1 ปี เฉลี่ย 126.13 ± 15.02 ฟอง น้ำหนักไข่เฉลี่ย 61.59 ± 8.09 กรัม ระหว่างการฟัก พบว่าไข่ที่เข้าฟักที่มีน้ำหนัก 56-60 กรัม มีอัตราการสูญเสียสูงที่สุด อัตราการฟักออก 83.91 ± 2.74 % และน้ำหนักของลูกไก่หลังการฟักอยู่ระหว่าง 65-67 % ของน้ำหนักฟองไข่ การศึกษาครั้งนี้เป็นฐานข้อมูลประสิทธิภาพทางสืบพันธุ์ของไก่ดำเขาหลักซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญต่อการวางแผนการขยายพันธุ์ การพัฒนาการผลิต และการเก็บรักษาพันธุ์กรรมไก่ดำเขาหลักด้วยเทคโนโลยีการสืบพันธุ์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก ตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง รวมทั้งขอขอบคุณงบประมาณ ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โครงการริเริ่มสำคัญ (Flagship Project) ปีงบประมาณ 2563 สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการวิจัยย่อย “การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการผลิตไก่ดำบ้านเขาหลัก จังหวัดตรัง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน” และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

References

Blom, E. (1950). A one-minute live-dead sperm stain by means of eosin- nigrosin. *Fertility and Sterility*, 1, 176–177.

Burrows, W. H., & Quinn, J. P. (1937). The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. *Poultry Science*, 16(1), 19–24.

Chen, S. R., Jiang, B., Zheng, J. X., Xu, G. Y., Li, J. Y., & Yang, N. (2008). Isolation and characterization of natural melanin derived from silky fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson). *Food Chemistry*, 111(3), 745–749.

Chuaychu-noo, N. (2018). *The improvement in high quantity and quality of cryopreserved semen production in rooster*. (Doctoral thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)

Churchil, R. R., Praveena, P. E., & Sharma, D. (2014). Semen quality parameters, their inter relationship and post-washing sperm attributes of Rhode Island Red roosters. *Veterinary World*, 7, 1117–1122.

Duanginda, M., Laopaiboon, B., Vongpralub, T., Sanchaisuriya, P., Nantachi, K., Sarawish, S., & Raksoong, W. (2009). *Development of parent stock of Thai indigenous chickens, Pradu hang dam and Chee breeds by genetic selection*. (Research report). Bangkok: Thailand Science Research and Innovation (TSRI). (in Thai)

Ensminger, M. E. (1992). *Poultry Science*. (3rd ed.). Illinois: Interstate Publishers, Inc.

Etches, R. J. (1996). *Reproduction in poultry*. Wallingford: CAB International.

Gee, G. F. (1995). Artificial insemination and cryopreservation of semen from nondomestic birds. *Proceeding of the 1st international symposium on the artificial insemination of poultry* (pp. 262–279). Illinois: Poultry Science Association, Inc.

Geng, S. S., Li, H. Z., Wu, X. K., Dang, J. M., Tong, H., Zhao, C. Y., Liu, Y., & Cai, Y. Q. (2010). Effect of Wujijing Oral Liquid on menstrual disturbance of women. *Journal of Ethnopharmacology*, 128(3), 649–653.

Hu, T., Taylot, L., Sherman, A., Tiambo, C. K., Kemp, S. J., Whitelaw, B., Hawken, R. J., Djikeng, A., & McGrew, M. J. (2022). *A low-tech, cost-effective and efficient method for safeguarding genetic diversity by direct cryopreservation of poultry embryonic reproductive cells*. Accessed August 15, 2022. Retrieved from <https://elifesciences.org/articles/74036>

Leotaragul, A., Sondhipiroj, P., & Morathop, S. (1997). Breeding and selection of native chickens of Mahasarakham livestock breeding station II. Productive performance of native chickens raised in livestock breeding station. *Proceeding of the 35th. Kasetsart university annual conference* (pp. 54-63). Bangkok: Kasetsart University (in Thai)

Leotaragul, A., Pimcomelai, O., & Intharachote, U. (2009). Formation of foundation stock of Pradu Hangdum breed of indigenous chicken 10. phenotypic characteristics and economic traits of chicken for generation 5. *Proceedings of the 47th Kasetsart university annual conference: Animals* (pp. 247–254). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Leotaragul, A., Prathum, C., & Morathop, S. (2010). Egg production and chick production cost of Indigenous chicken (Pradu Hang Dum Chiang Mai 1) raised in

- battery cages. *Journal of Agriculture*, 26(2), 173–178. (in Thai)
- North, M. O. (1978). *Commercial chicken production* (2nd ed.). Connecticut: AVI Publishing Co.
- North, M. O., & Bell, D. D. (1990). *Commercial chicken production manual* (4th ed). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Peters, S. O., Shoyebo, O. D., Ilori, B. M., Ozoje, M. O., Ikeobi, C. O. N., & Adebambo, O. A. (2008). Semen quality traits of seven strain of chickens raised in the humid tropics. *International Journal of Poultry Science*, 7(10), 949–953.
- Phochan, S., Chomchi, N., & Phochan, P. (1993). Using cassava leaves in cassava recipes for raising native chickens. 12th *Proceedings of annual conference: Department of livestock development, Ministry of agriculture and cooperatives*. (pp. 153–160). Bangkok: Department of Livestock Development. (in Thai)
- Statistical Analysis System (SAS). (1996). *SAS/STAT User's Guide: Version 6.12* SAS Institute Inc (4th ed.). North Carolina: Cary.
- Sava, V. M., Galkin, B. N., Hong, M. Y., Yang, P. C., & Huang, G. T. (2001). A novel melanin-like pigment derived from black tea leaves with immuno-stimulating activity. *Food Research International*, 34(4), 337–343.
- Somtaw, S. (2017). Annual variation on semen characteristic and frozen semen quality of Hmong black-bone chicken. (Master's thesis) Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Sonseeda, P., Vongpralob, T., Loapaiboon, B., & Sanchaisuriya, P. (2012). Effect of age and line on motility viability and fertility rate of cryopreserved Thai native cock semen. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 40 (Supplement 2), 334–338. (in Thai)
- Tarif, A. M. M., Bhuiyan, M. M. U., Ferdousy, R. N., Juyena, N. S., & Mollah, M. B. R. (2013). Evaluation of semen quality among four chicken lines. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 6(5), 7–13.
- Tian, Y., Xie, M., Wang, W., Wu, H., Fu, Z., & Lin, L. (2007). Determination of carnosine in Black-Bone Silky Fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson) and common chicken by HPLC. *European Food Research and Technology*, 226, 311–314.
- Tu, Y., Sun, Y. Z., Tian, Y. G., Xie, M. Y., & Chen, J. (2009). Physicochemical characterisation and antioxidant activity of melanin from the muscles of Taihe Black-bone silky fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson). *Food Chemistry*, 114(4), 1345–1350.

Research article

Reproductive performance of Khaolak black bone chicken, Trang province

Pachara Thananurak¹ Prapot Maliwan² Somkid Chaipetch²
and Napapach Chuaychu-noo^{2*}

¹Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani, 12130

²Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thung Song, Nakhon Si Thammarat, 80110

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 11 May 2022

Revised: 24 August 2022

Accepted: 5 September 2022

Online published: 8 November 2022

Keyword

Khaolak black bone chicken

Semen

Fertility

Egg production

Hatchability

ABSTRACT

The objective of this present study was to investigate reproductive performance of Khaolak black bone chicken, Trang province. Semen was collected twice a week from 10 Khaolak black bone cockerels (8 months) for evaluation in terms of volume and quality. Egg production and egg weight for a period of 1 year from 45 Khaolak black bone hens (5 months) were recorded. The fertility test was determined by artificial insemination. The study of egg weight loss during hatching which eggs were divided into 3 experiment groups in the following : firstly; 46-50 g; secondly; 51-55 g, and lastly; 51-55 g. Results for cockerels found that the average of semen volume, sperm concentrate, and semen volume were 329.75±69.01 µl/bird, 4,158.06±225.13×10⁶ spz/ml and 92.21±2.72 %, respectively. This semen was inseminated into 12-28 hens. The fertility rate was 89.82±4.08 %. The Khaolak black bone hens were laying eggs at 178.84±23.14 days. The results from one year laying period revealed that total egg production was 126.13±15.02 eggs/bird, while the average egg weight was 61.59±8.09 g. Egg of group 3 had egg weight loss during storage ($p < 0.05$) and hatching ($p < 0.01$) lower than the other groups. However, the percentage of chick weight of group 3 and group 2 were high ($p < 0.05$). This research suggested that the reproductive performance of Khaolak black bone chicken could be improved breeding and production.

*Corresponding author

E-mail address: napapach.c@rmutsu.ac.th (N. Chuaychu-noo)

Online print: 8 November 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.2022.19>



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

บทความวิจัย

ห่วงโซ่อุปทานไถ่พื้นเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช

จิรวรรณ จันทรคง^{1*} ณปภัช ช่วยชูหนู¹ และ ประพจน์ มลิวัลย์¹

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 7 กรกฎาคม 2565

แก้ไข: 9 ตุลาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 21 ตุลาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 21 พฤศจิกายน 2565

คำสำคัญ

ห่วงโซ่อุปทาน

ไถ่พื้นเมือง

พ่อค้ารวบรวม

ผู้บริโภค

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาด้านภาพการผลิต การตลาดและห่วงโซ่อุปทานของไถ่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย เกษตรกรผู้เลี้ยงไถ่พื้นเมือง จำนวน 400 ราย พ่อค้ารวบรวม จำนวน 20 ราย พ่อค้าส่ง จำนวน 20 ราย พ่อค้าปลีก จำนวน 30 ราย และผู้ประกอบการร้านอาหาร จำนวน 30 ราย รวมทั้งผู้บริโภค จำนวน 400 ราย โดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงไถ่พื้นเมืองส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงไถ่พื้นเมืองรูปแบบปล่อยลาน และกึ่งขังกึ่งปล่อย สายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยง ประกอบด้วย ไถ่แดง ไถ่คอสอน ไถ่ศรีวิชัย ไถ่ซี และไถ่แดง ระยะเวลาลี้ยงเฉลี่ยประมาณ 16 สัปดาห์ต่อการผลิต น้ำหนักตัวเฉลี่ยประมาณ 1.5 กิโลกรัม/ตัว ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไถ่พื้นเมือง พบว่ากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไถ่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช นิยมจำหน่ายในรูปแบบไม่มีชีวิต มีราคาขายเฉลี่ย 70 - 80 บาทต่อกิโลกรัม รวมทั้งเกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด ส่วนโครงสร้างตลาดไถ่พื้นเมือง เป็นลักษณะตลาดผู้ขายน้อยราย (Oligopoly market) ที่มีสินค้าเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน ส่วนอำนาจการกำหนดราคาขึ้นอยู่กับพ่อค้ารวบรวมและพ่อค้าขายส่ง ด้านการศึกษาห่วงโซ่อุปทานไถ่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช แสดงให้เห็นว่าห่วงโซ่อุปทานไถ่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วย เกษตรกรผู้เลี้ยงไถ่พื้นเมือง ซึ่งมีทั้งดำเนินการแบบเกษตรกรรายย่อย และกลุ่มเครือข่าย พ่อค้ารวบรวมไม่มีชีวิต พ่อค้าขายส่ง/ขายปลีกไปชำแหละ ซึ่งอาจเป็นบุคคลเดียวกัน ร้านค้าหรือผู้ประกอบการร้านอาหาร และผู้บริโภคคนสุดท้าย การศึกษาห่วงโซ่อุปทานไถ่พื้นเมืองครั้งนี้ เพื่อประโยชน์ในการใช้ข้อมูลสำหรับการพัฒนาการเลี้ยงไถ่พื้นเมืองเชิงพาณิชย์ในระดับชุมชนให้กับเกษตรกรต่อไป

บทนำ

ไถ่พื้นเมืองมีต้นกำเนิดมาจากไถ่ป่าในแถวทวีปเอเชีย โดยเฉพาะในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ประเทศไทยมีการเลี้ยงปลาสัตว์ โดยเฉพาะไถ่พื้นเมือง ซึ่งเป็นการเลี้ยงของเกษตรกรรายย่อย เพื่อเป็นอาชีพเสริมในเกือบทุกจังหวัดของประเทศ สำหรับเนื้อไถ่ที่วางจำหน่ายในตลาดของไทยมี 4 พันธุ์หลัก ได้แก่ ไถ่เนื้อ ไถ่ซี (ไถ่ไข่ตัวผู้) ไถ่ลูกผสมพื้นเมือง และไถ่พื้นเมือง ทั้งนี้จากงานวิจัยของ Leotaragul et al. (2009) พบว่าเนื้อไถ่ที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุดของตลาดในประเทศไทยคือ ไถ่พื้นเมือง รองลงมาคือ ไถ่ลูกผสมพื้นเมือง ไถ่โด่ง และไถ่เนื้อตามลำดับ ปัจจุบันความต้องการบริโภคไถ่พื้นเมืองทั้งตลาดภายในและตลาดต่างประเทศมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องคล้ายคลึงกับประเทศในเอเชียที่นิยมบริโภคเนื้อไถ่พื้นเมืองมากกว่าไถ่อื่น ๆ อาทิ ประเทศจีน โดยเหตุผลที่มีการนิยมบริโภคเนื้อไถ่พื้นเมืองเพราะรสชาติ และความแน่นของเนื้อ (Tang et al., 2009) และยังคงสอดคล้องกับรายงานของ Leotaragul et al. (2010) ที่รายงานว่า เนื้อไถ่พื้นเมืองของไทย มีความแน่นนุ่ม กลิ่นหอม และมีรสชาติดี จึงเป็น

ปัจจัยที่มีผลต่อการชอบบริโภคเนื้อไถ่พื้นเมือง อีกทั้งเนื้อไถ่พื้นเมืองเป็นแหล่งอาหารโปรตีนคุณภาพดีที่มีความสำคัญต่อสุขภาพของคนในชุมชน และปลอดภัยจากการตกค้างของสารปฏิชีวนะต่าง ๆ ด้วยวิธีการเลี้ยงแบบพื้นถิ่น เป็นที่ต้องการของตลาดผู้บริโภค โดยเฉพาะในเทศกาลสำคัญ เช่น ปีใหม่ และตรุษจีน เป็นต้น ทำให้ราคาเนื้อไถ่พื้นเมืองสูงกว่าเนื้อไถ่ทั่วไป 2 - 3 เท่า ส่งผลต่อแนวโน้มการเติบโตของตลาดไถ่พื้นเมืองที่สูง และสามารถขยายการผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศ แต่ทั้งนี้กลับพบว่าการผลิตไถ่พื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อยยังคงประสบปัญหาในเรื่องการผลิต อัตราการเจริญเติบโตช้า ให้ผลผลิตต่ำ บางช่วงไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ส่งผลให้ไถ่พื้นเมืองมีราคาสูงกว่าไถ่เนื้อโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 - 30 (Laopaiboon et al., 2010) รวมทั้งปัญหาด้านการตลาดของไถ่พื้นเมือง ช่องทางการจัดจำหน่าย และระดับราคาซื้อขายที่อาจไม่เป็นธรรมระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค

ในประเทศไทยมีเกษตรกรผู้เลี้ยงไถ่พื้นเมืองทั้งหมด 2,720,316 ราย (Information and Communication Technology Center,

*Corresponding author

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

Online print: 21 November 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.2022.20>

Department of livestock Development, 2021) โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยที่มีอยู่ทั่วประเทศที่สามารถเลี้ยงไก่พื้นเมือง ไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงในรูปแบบขังกรง ปลอ่ยลาน หรือกึ่งขังกึ่งปลอ่ย โดยผู้เลี้ยงสามารถพัฒนาเป็นธุรกิจได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับกระแสการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการได้บริโภคอาหารปลอดภัยจากผลผลิตที่ปลอดภัย จึงเป็นเป้าหมายนำไปสู่การสร้างอาชีพและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร ด้านกิจกรรมทางการตลาดไก่พื้นเมือง โดยส่วนใหญ่พบว่า เกิดขึ้นในตลาดท้องถิ่น ตลาดชุมชนทำให้ส่วนแบ่งการตลาดไก่พื้นเมืองมีน้อยมาก เมื่อเทียบกับตลาดไก่เนื้อ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการเลี้ยงไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่ เป็นการเลี้ยงโดยเกษตรกรรายย่อย เลี้ยงแบบหลังบ้าน ผู้รวบรวมไม่มีชีวิตจึงต้องตระเวนรับซื้อไก่ในหมู่บ้านเพื่อนำไปจำหน่ายให้กับพ่อค้าชำแหละหรือชำแหละเอง แล้วจึงนำไปจำหน่ายต่อไปในตลาดชุมชนและผู้บริโภคต่อไป (Boonman & Weesaphen, 2009; Wongsuthavas & Sombun, 2009) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่ปรากฏข้อมูลแน่ชัดถึงเส้นทางการตลาด ช่องทางการจัดจำหน่าย ตลอดจนห่วงโซ่อุปทานของไก่พื้นเมือง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นและมีส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อความเข้าใจในกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริง ตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิต จนถึงผู้บริโภคคนสุดท้าย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบการผลิตไก่พื้นเมือง แนวทางในการขยายตลาดไก่พื้นเมือง ตลอดจนแนวโน้มการบริโภคไก่พื้นเมืองในอนาคต ดังนั้นการศึกษาห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราชครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานภาพการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมือง รวมทั้งศึกษาองค์ประกอบของโซ่อุปทานซึ่งมีรูปแบบที่หลากหลาย การดำเนินกิจกรรมขององค์ประกอบในโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพการผลิต และการตลาดไก่พื้นเมืองของเกษตรกร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง ตลอดจนอาจเป็นแรงผลักดันให้เกิดการพัฒนาเข้าสู่รูปแบบเชิงพาณิชย์ที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) และมีการตรวจสอบเครื่องมือโดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน หลังจากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ (Wording) เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในการสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลจริง

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพทั่วไปด้านการผลิตและการตลาดของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง ในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเลือกศึกษากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 400 ราย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัยได้จากการคำนวณจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2564 จำนวน 74,755 ราย (Information and Communication Technology Center, Department of livestock Development, 2021) และกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยคำนวณจากสูตรการหาขนาดตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น

ร้อยละ 95 (Yamane, 1973) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 ราย จากนั้นทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบใช้ความน่าจะเป็น โดยกำหนดสัดส่วนตามฐานข้อมูลประชากรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในแต่ละพื้นที่อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาองค์ประกอบของโซ่อุปทาน การดำเนินกิจกรรมขององค์ประกอบในโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

- การศึกษาห่วงโซ่อุปทานที่ 1 ด้านการผลิต ทำการเก็บรวบรวมเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป สภาพการเลี้ยงไก่พื้นเมือง รวมทั้งองค์ความรู้ด้านการเลี้ยงไก่พื้นเมืองจากเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 400 ราย ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็น โดยกำหนดสัดส่วนตามฐานข้อมูลประชากรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในแต่ละพื้นที่อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช

- การศึกษาห่วงโซ่อุปทานที่ 2 ด้านการรวบรวม และการชำแหละไก่พื้นเมือง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการรับซื้อไก่พื้นเมืองมีชีวิตจากเกษตรกร รวมทั้งกระบวนการรวบรวม จัดซื้อ และชำแหละไก่พื้นเมือง โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างพ่อค้ารวบรวมที่คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 20 ราย

- การศึกษาห่วงโซ่อุปทานที่ 3 ด้านการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง การค้าส่ง/ค้าปลีก ทำการเก็บรวบรวมเกี่ยวกับลักษณะช่องทางการจำหน่ายไก่พื้นเมือง ปริมาณการจำหน่ายจากเกษตรกร โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง พ่อค้าส่ง จำนวน 20 ราย พ่อค้าปลีก จำนวน 30 ราย และผู้ประกอบการร้านอาหาร จำนวน 30 ราย ที่คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling)

- การศึกษาห่วงโซ่อุปทานที่ 4 กลุ่มผู้บริโภคไก่พื้นเมือง โดยศึกษาจากผู้ซื้อหรือเคยซื้อเนื้อไก่พื้นเมืองในจังหวัดนครศรีธรรมราช กำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยคำนวณจากสูตรการหาขนาดตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (Yamane, 1973) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 ราย ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบตามสะดวก (Convenience sampling)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม ดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive method) เป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติอย่างง่าย เพื่ออธิบายถึงสภาพทั่วไปด้านสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง รูปแบบการผลิตไก่พื้นเมือง ตลอดจนอธิบายองค์ประกอบของห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง โดยนำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative method) เป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Pongvichai, 2008) ตลอดจนการคำนวณหาต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง โดยวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนและผลตอบแทนที่เป็นไปตามหลักทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์

ผลการวิจัย

จากการศึกษาสถานภาพการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมือง

และองค์ประกอบของห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยทำการศึกษาระบบการที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ผู้ผลิต จนกระทั่งถึงผู้บริโภค โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

1. การผลิตและการตลาดไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในจังหวัดนครศรีธรรมราช

พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่จะเลี้ยงไก่พื้นเมืองรูปแบบปล่อยลาน และกึ่งขังกึ่งปล่อย สายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงประกอบด้วย ไก่แดง ไก่คอลอน ไก่ศรีวิชัย ไก่ซี และไก่เบตง เป็นต้น ด้านการจัดหาพันธุ์ไก่ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมสั่งซื้อพันธุ์ไก่จากศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครศรีธรรมราช หรือจังหวัดใกล้เคียง แต่บางกลุ่มเกษตรกรมีการซื้อพ่อแม่พันธุ์มาแล้วเพาะฟักเอง โดยเกษตรกรมีระยะเวลาในการเลี้ยงไก่ประมาณ 1-2 ชั่วโมง/วัน แรงงานครัวเรือนในการเลี้ยงไก่ 1-2 คน/ครัวเรือน จำนวนโรงเรือนของเกษตรกร 1 – 2 โรงเรือน/ครัวเรือน ในส่วนพื้นที่ของโรงเรือนจะใช้แกลบรอง อายุการใช้งานของโรงเรือน 5 – 10 ปี ด้านประสบการณ์ในการเลี้ยงไก่ส่วนใหญ่ ไม่เกิน 10 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับความรู้ด้านการเลี้ยงไก่มาจากครอบครัว เพื่อนและญาติ รวมทั้งความรู้จาก

เจ้าหน้าที่ของรัฐ

ด้านการศึกษาด้านทุนผลตอบแทนการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกร ระยะเวลาเฉลี่ยประมาณ 16 สัปดาห์ต่อรอบการผลิต มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1.5 กิโลกรัม/ตัว หากจำหน่ายไก่มีชีวิตได้ในราคา 80 บาท/กิโลกรัม หรือราคาขายไก่มีชีวิตรวมเฉลี่ยประมาณ 120 บาท/ตัว โดยเกษตรกรมีรายได้สุทธิต่อรอบการผลิต จำนวน 2.04 บาท/ตัว/รอบการผลิต รายได้เหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 36.42 บาท/ตัว/รอบการผลิต และมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (ROI) เท่ากับ 1.73 ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เป็นจำนวน 117.96 บาท/ตัว/รอบการผลิต โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ซึ่งไม่เป็นเงินสด จำนวน 9.88 บาทซึ่งเป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.81 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 108.08 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ค่าอาหาร คิดเป็นร้อยละ 54.26 ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 20.77 และค่าพันธุ์ไก่ คิดเป็นร้อยละ 12.72 ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Cost-benefit of native 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		4.50	3.81
1.2 Opportunity cost for land use		3.70	3.14
1.3 Opportunity cost for capital		1.68	1.42
Total fixed cost		9.88	
2. Variable cost			
2.1 Breed	15.00		12.72
2.2 Feed	64.00		54.26
2.3 Drug and vaccine	1.20		1.02
2.4 Floor laying materials	0.70		0.59
2.5 Structure repairs and equipment	0.98		0.83
2.6 Others such as water and electricity bills	1.70		1.44
2.7 Household opportunity cost		24.50	20.77
Total variable cost	108.08		
Total cost	117.96		100.00
Total cash cost	83.58		
Total income	120.00		
Net income	2.04		
Income over cash cost	36.42		
Return on investment (ROI)	1.73		

Source: from questionnaire and author calculations.

ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง พบว่ากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช นิยมจำหน่ายในรูปแบบไก่มีชีวิต มีราคาขายเฉลี่ย 70 - 80 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้พบว่าเกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 71.25 เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมาคือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 20.25 และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชนโดยตรง หรือผู้ประกอบการร้านอาหารในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 8.50

2. องค์ประกอบของห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ในส่วนของการศึกษาองค์ประกอบของห่วงโซ่อุปทานไก่

พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วย 5 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่เลี้ยงไก่พื้นเมืองที่ดำเนินการในรูปแบบของเกษตรกรรายย่อย และบางพื้นที่มีการรวมกลุ่มในลักษณะกลุ่มเครือข่าย โดยมีกำลังการผลิตตั้งแต่ 50 - 200 ตัวต่อรอบการผลิต ส่วนใหญ่เลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย โดยใช้เวลาเลี้ยงเฉลี่ยประมาณ 16 สัปดาห์ต่อรอบการผลิต จนได้น้ำหนักตัวตรงตามตลาดต้องการ คือ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยประมาณ 1.5 กิโลกรัม และมีคุณภาพขาตรงตามตลาดต้องการ คือ ผิวหนังสวย หนังมีสีเหลือง แข็งเหลือง โดยนิยมจำหน่ายในรูปแบบไก่มีชีวิต มีราคาขายเฉลี่ย 70-80 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้พบว่าเกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด

2. ผู้รวบรวมไก่พื้นเมืองมีชีวิต ทำหน้าที่รับซื้อไก่พื้นเมืองมีชีวิตจากฟาร์มของเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ชุมชน หรือกลุ่มเครือข่าย โดยจะรับซื้อไก่พื้นเมืองให้กับเกษตรกร โดยส่วนใหญ่ผู้รวบรวมไก่พื้นเมืองมีชีวิตจะตระเวนเข้าไปรับซื้อไก่พื้นเมืองในพื้นที่ชุมชน โดยนิยมเข้าไปรับซื้อช่วงเย็นหรือใกล้ค่ำ เพื่อความสะดวกและง่ายในการจับไก่พื้นเมืองในฟาร์มของเกษตรกร และรวบรวมส่งต่อ หรือในบางพื้นที่ผู้รวบรวมไก่พื้นเมืองมีชีวิตมีการตั้งจุดรับซื้อ โดยนิยมใช้รถกระบะจอดตั้งจุดรับซื้อประจำบริเวณในชุมชน/หมู่บ้าน ในช่วงเช้าของวันที่ตรงกับที่ตั้งตลาดนัดชุมชน โดยในช่วงปกติรับซื้อไก่พื้นเมืองมีชีวิต กิโลกรัมละ 70 - 80 บาท แต่หากเป็นช่วงเทศกาลราคากิโลกรัมละ 90 - 100 บาท เพื่อนำมาชำแหละที่โรงเชือดมาตรฐาน และจำหน่ายต่อไป

3. พ่อค้าขายส่งไก่พื้นเมืองชำแหละ บางพื้นที่ในจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นบุคคลเดียวกับผู้รวบรวมไก่พื้นเมืองมีชีวิต ทำหน้าที่ขายส่งไก่พื้นเมืองชำแหละที่เอาอวัยวะภายในออกแล้วให้กับพ่อค้าปลีกในตลาดชุมชน และผู้ประกอบการร้านอาหาร โดยนิยมจำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 110 - 120 บาท ทั้งนี้จากการสอบถาม พบว่าพ่อค้าขายส่งสามารถส่งไก่พื้นเมืองชำแหละในแต่ละพื้นที่ เดือนละประมาณ 1,000 - 1,500 ตัว แต่ในช่วงเทศกาลปีใหม่จนกระทั่งถึงเทศกาลตรุษจีน และเซ็งเม้ง มียอดการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30 - 50 และส่งผลให้ระดับราคาเพิ่มขึ้น ร้อยละ 20 - 30

4. ผู้ประกอบการร้านอาหาร ส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดใกล้เคียง เช่น จังหวัดพัทลุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทั้งนี้ผู้ประกอบการร้านอาหารแต่ละร้านต้องการไก่พื้นเมืองที่มีลักษณะแตกต่างกันบ้างตามประเภทอาหารที่จำหน่าย เช่น ผู้ประกอบการบางรายต้องการเฉพาะไก่พื้นเมืองที่มีน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 กิโลกรัม บางรายต้องการเฉพาะไก่พื้นเมืองเพศผู้ หรือเพศเมีย หรือบางรายต้องการทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยขึ้นอยู่กับเมนูหลักที่ผู้ประกอบการร้านอาหารจำหน่ายให้กับผู้บริโภค เช่น ข้าวมันไก่พื้นเมือง แกงคั่วไก่พื้นเมือง ไก่พื้นเมืองต้มขมิ้น เป็นต้น

5. ผู้บริโภคไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งโดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคนิยมนำไก่พื้นเมืองไปประกอบอาหารในครัวเรือน โดยซื้อไก่ชำแหละ ที่ระดับราคา 120 - 150 บาท/กิโลกรัม ทั้งนี้พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อไก่พื้นเมืองจากตลาดสดเพื่อประกอบอาหารในครัวเรือน โดยประเภทอาหารที่เลือกทำส่วนใหญ่ เป็นเมนูประเภทต้ม และแกง ส่วนเหตุผลในการซื้อไก่พื้นเมืองนั้น เนื่องจากไก่พื้นเมืองสามารถให้คุณค่าทางโภชนาการทางอาหารได้เป็นอย่างดี มีราคาที่เหมาะสมกับคุณค่าโภชนาการที่คาดว่าจะได้รับ และเลือกซื้อเนื่องจากเนื้อของไก่พื้นเมืองมีความนุ่มและเหนียวปรุงอาหารได้หลากหลาย และมีรสชาติดี

ทั้งนี้จากการศึกษาห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองมีชีวิต และท้ายสุดถึงมือผู้บริโภค (Figure 1) โดยมีรายละเอียดทั้ง 5 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 โดยเริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองมีชีวิต และจำหน่ายโดยตรงให้แก่ผู้บริโภคในชุมชน

รูปแบบที่ 2 โดยเริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองมีชีวิต และจำหน่ายตรงไปยังผู้ประกอบการ/ร้านอาหารในชุมชน และท้ายสุดถึงมือผู้บริโภค

รูปแบบที่ 3 โดยเริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองมีชีวิต ขายผ่านพ่อค้าขายส่ง/ขายปลีกไก่พื้นเมืองชำแหละ และท้ายสุดถึงมือผู้บริโภค

รูปแบบที่ 4 โดยเริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองมีชีวิต ขายผ่านพ่อค้าผู้รวบรวมไก่พื้นเมืองมีชีวิต ผ่านพ่อค้าขายส่งไก่พื้นเมืองชำแหละ และพ่อค้าขายปลีกไก่พื้นเมืองชำแหละ ท้ายสุดถึงมือผู้บริโภค

รูปแบบที่ 5 โดยเริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองมีชีวิต ขายผ่านพ่อค้าผู้รวบรวมไก่พื้นเมืองมีชีวิต ผ่านพ่อค้าขายส่งไก่พื้นเมืองชำแหละ ผู้ประกอบการ/ร้านอาหาร และท้ายสุดถึงมือผู้บริโภค

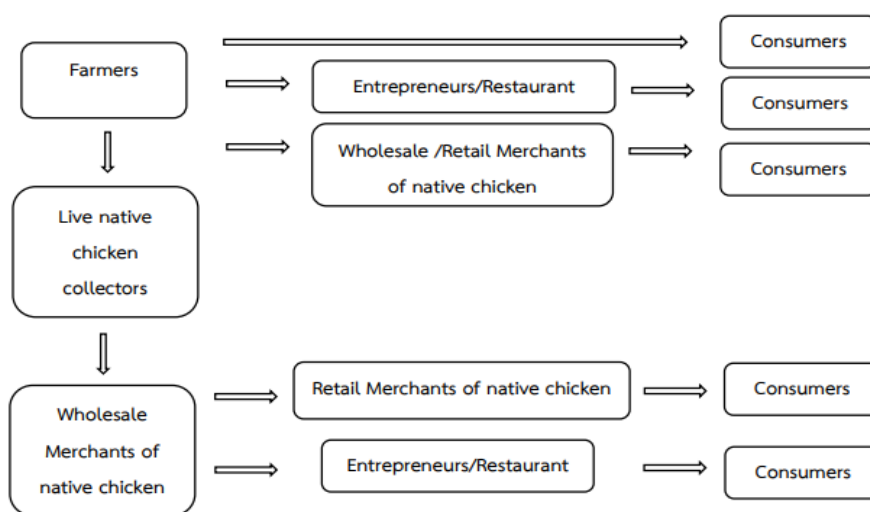


Figure 1 Supply chain of native chicken in Nakhon Sri Thammarat Province.

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาสถานภาพการผลิตและการตลาด ด้านต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เป็นจำนวน 117.96 บาท/ตัว/รอบการผลิต ที่น้ำหนักตัวเฉลี่ยประมาณ 1.5 กิโลกรัม/ตัว ราคาขายไก่มีชีวิตรวม 120 บาท/ตัว โดยเกษตรกรมีรายได้สุทธิต่อการรอบการผลิต จำนวน 2.04 บาท/ตัว/รอบการผลิต รายได้เหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 36.42 บาท/ตัว/รอบการผลิต ทั้งนี้จะเห็นว่ารายได้เหนือต้นทุนเงินสดยังคงมากกว่าศูนย์ แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรยังคงสามารถดำเนินกิจกรรมเลี้ยงไก่พื้นเมืองต่อไปได้ เนื่องจากผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสดมากกว่าศูนย์ นั้นหมายถึงเกษตรกรยังคงมีรายได้สูงกว่าต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิต ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง พบว่าโครงสร้างต้นทุน สามารถแยกเป็นต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ซึ่งเป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ มากที่สุด ด้านต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ต้นทุนค่าอาหาร มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.22 ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 22.67 และค่าพันธุ์คิดเป็นร้อยละ 13.88 ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าต้นทุนการผลิตไก่พื้นเมืองที่มีสัดส่วนสูงนี้มาจากค่าอาหารสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chankong & Chauchu-noo (2021) และ Chauchu-noo et al. (2022) ที่พบว่า ต้นทุนในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองมากที่สุดคือต้นทุนค่าอาหารสัตว์ และจากงานวิจัยของ Prapasawat et al. (2012) กล่าวว่า ต้นทุนที่สำคัญที่สุดในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง คือ ต้นทุนค่าอาหารสัตว์เช่นกัน ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงไก่พื้นเมือง ต้นทุนที่สำคัญที่สุด คือ ต้นทุนค่าอาหารสัตว์ ดังนั้นการเลี้ยงไก่พื้นเมืองควรคำนึงถึงระยะเวลาในการเลี้ยงที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ขนาดและปริมาณที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งจากการศึกษาพบว่าที่ระดับน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1.5 กิโลกรัม/ตัว ทั้งนี้หากเกษตรกรมีการวางแผนการผลิต ควบคุมระยะเวลาในการผลิตที่เหมาะสม จะส่งผลต่อการบริหารจัดการต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ เช่น กระบวนการให้อาหารที่ถูกวิธี การให้อาหารตรงตามความต้องการในแต่ละช่วงอายุ และการจัดหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ในพื้นที่ซึ่งเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ลง ส่งผลต่อรายได้สุทธิที่เพิ่มขึ้นต่อการรอบการผลิต รวมทั้งการสร้างเครือข่าย การรวมกลุ่มในการพัฒนาการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เพื่อสร้างอำนาจในการต่อรองเรื่องราคาราคาสินค้า ตลอดจนการวางแผนการผลิตให้เป็นระบบเพื่อให้มีผลผลิตสม่ำเสมอ และเพียงพอกับความต้องการตลอดทั้งปี

ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง เป็นการศึกษาเพื่อแสดงการเคลื่อนย้ายของสินค้าจากผู้ผลิต ผ่านพ่อค้าคนกลางประเภทใดบ้างก่อนถึงมือผู้บริโภค จากการศึกษาช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง พบว่ากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช นิยมจำหน่ายในรูปแบบไก่มีชีวิตมีราคาขายเฉลี่ย 70-80 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้พบว่า เกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 71.25 เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไม่ไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมาคือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน คิดเป็น

ร้อยละ 20.25 และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชนโดยตรง หรือร้านอาหารในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 8.50 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Chauchu-noo et al. (2022) ได้ทำการศึกษาช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดง ซึ่งเป็นไก่พื้นเมืองพันธุ์ดั้งเดิมของไทยที่นิยมเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ โดยพบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด ร้อยละ 68.33 รองลงมาคือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน ร้อยละ 20.00 และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้ร้านอาหารในชุมชน ร้อยละ 11.67 ตามลำดับ แต่ทั้งนี้จากการศึกษางานของ Saenkhunthow et al. (2016) ทำการศึกษาการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบว่า วิถีตลาดไก่พื้นเมืองในพื้นที่ดังกล่าว เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือนเหลือจึงจำหน่ายเป็นไก่มีชีวิต โดยเน้นจำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชน มากที่สุด ร้อยละ 46.60 รองลงมาคือ พ่อค้าผู้รวบรวมในชุมชน ร้อยละ 29.49 เครือข่ายเกษตรกร ร้อยละ 24.28 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในจังหวัดมหาสารคามทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ผลิต รวบรวม จำหน่าย และจำหน่ายให้กับผู้บริโภคโดยตรง

ด้านการศึกษาห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช แสดงให้เห็นว่าห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วย เกษตรกร พ่อค้ารวบรวมไก่มีชีวิต พ่อค้าขายส่ง/ขายปลีกไก่ชำแหละ ร้านค้าหรือผู้ประกอบการร้านอาหาร และผู้บริโภคคนสุดท้าย ซึ่งสอดคล้องกับห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองสายพันธุ์อื่น ในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น งานวิจัยของ Wongsuthavas & Sombun (2009) รายงานว่าห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองของอำเภอพังโคน และอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ประกอบด้วย ผู้เลี้ยงไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยให้หากินเองตามธรรมชาติ ผู้รวบรวม ผู้ชำแหละ ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค โดยผู้รวบรวม ผู้ชำแหละ และผู้จำหน่ายเป็นบุคคลเดียวกัน โดยจะออกไปรวบรวมไก่พื้นเมืองในหมู่บ้านด้วยตนเอง เพื่อมาชำแหละและจำหน่ายให้กับผู้บริโภคต่อไป อีกทั้งงานวิจัยของ Nuathnuplong et al. (2019) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างตลาดไก่เบตงในพื้นที่จังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส พบว่าตลาดไก่เบตงเป็นตลาดผู้ขายน้อยราย โดยเส้นทางการตลาดของไก่เบตง เริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เบตงมีชีวิต ผ่านผู้รวบรวมไก่เบตงมีชีวิต ผ่านพ่อค้าขายส่งไก่เบตงชำแหละ และผู้ประกอบการร้านค้า ได้แก่ ร้านข้าวมันไก่ ภัตตาคาร และโรงแรม จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงพบว่า เส้นทางการตลาดไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่จะประกอบด้วย เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง ผู้รวบรวม ผู้จัดจำหน่าย และผู้บริโภค ทั้งนี้ผู้รวบรวม ผู้ชำแหละ และผู้จำหน่าย อาจเป็นบุคคลเดียวกัน โดยจะทำหน้าที่ออกไปรวบรวมไก่พื้นเมืองในหมู่บ้าน หรือชุมชนใกล้เคียง เพื่อนำมาชำแหละ และจำหน่ายให้กับผู้บริโภคต่อไป

จากการศึกษาห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และโครงสร้างตลาดไก่พื้นเมือง พบว่าตลาดไก่พื้นเมืองมีลักษณะโครงสร้างตลาดเป็นตลาดผู้ขายน้อยราย (Oligopoly market) คือ ในตลาดมีจำนวนผู้ขายน้อยราย ในที่นี้หมายถึง พ่อค้ารวบรวมไก่พื้นเมือง พ่อค้าส่ง/ปลีก ซึ่งพบว่าแต่ละชุมชนมีจำนวนน้อยราย ที่มีสินค้าเหมือนหรือใกล้เคียงกัน หากมี

ความแตกต่างก็เพียงเล็กน้อยและสามารถทดแทนกันได้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคไก่พื้นเมืองไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นไก่พื้นเมืองพันธุ์ไหนอย่างไร โดยทั่วไปจะเข้าใจว่าเป็นไก่พื้นเมือง หรือที่เรียกกันส่วนใหญ่ในภาคใต้ว่า ไก่บ้าน การเข้าสู่ตลาดของผู้ขายรายใหม่ทำได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะพ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่น ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน มีกลุ่มเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารทางการตลาด ตลอดจนมีความผูกพันกับเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในแต่ละพื้นที่ชุมชนเป็นอย่างดี ส่งผลให้อำนาจการกำหนดราคาขึ้นอยู่กับพ่อค้ารวบรวมและพ่อค้าขายส่ง สำหรับเส้นทางการตลาดของไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยส่วนใหญ่เริ่มจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองมีชีวิต ผ่านพ่อค้ารวบรวมไก่พื้นเมืองมีชีวิต พ่อค้าขายส่ง/ขายปลีกไก่พื้นเมืองชำแหละ ร้านค้า/ผู้ประกอบการร้านอาหารไก่พื้นเมือง และท้ายสุดถึงมือผู้บริโภค ทั้งนี้จากการศึกษาห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าแนวทางการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรผู้ผลิตไก่พื้นเมืองนำความรู้ที่ได้ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เพื่อไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตและการตลาด เช่น แนวทางในการบริหารจัดการต้นทุนผลตอบแทน ตลอดจนการพัฒนาในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ไก่พื้นเมืองเพื่อเสริมสร้างรายได้ให้กับครอบครัวอีกทางหนึ่ง อีกทั้งหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องควรช่วยกันผลักดันและส่งเสริม ประชาสัมพันธ์ไก่พื้นเมืองภาคใต้ให้เป็นที่ยอมรับในวงกว้าง ตลอดจนการส่งเสริมการจัดการการตลาดไก่พื้นเมืองที่ดีจะเป็นแนวทางสำคัญในการส่งเสริมการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสถานภาพการผลิตและการตลาด ตลอดจนห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่ เลี้ยงไก่พื้นเมืองรูปแบบปล่อยลาน และกึ่งขังกึ่งปล่อย ใช้เวลาเลี้ยงเฉลี่ยประมาณ 16 สัปดาห์ต่อรอบการผลิต มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยประมาณ 1.5 กิโลกรัม/ตัว ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง พบว่ากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช นิยมจำหน่ายในรูปแบบไก่มีชีวิต มีราคาขายเฉลี่ย 70 - 80 บาทต่อกิโลกรัม โดยนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด ส่วนโครงสร้างตลาดไก่พื้นเมือง เป็นลักษณะตลาดผู้ขายน้อยราย การเข้าสู่ตลาดของผู้ขายรายใหม่ทำได้ค่อนข้างยาก และอำนาจการกำหนดราคาขึ้นอยู่กับพ่อค้ารวบรวมและพ่อค้าขายส่ง ด้านการศึกษาห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช แสดงให้เห็นว่าห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วยเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง พ่อค้ารวบรวมไก่มีชีวิต พ่อค้าขายส่ง/ขายปลีกไก่ชำแหละ ร้านค้าหรือผู้ประกอบการร้านอาหาร และผู้บริโภคคนสุดท้าย ทั้งนี้จากการศึกษาองค์ประกอบของห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง เพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการร่วมกันทั้งเกษตรกรผู้ผลิต พ่อค้ารวบรวม พ่อค้าส่ง พ่อค้าปลีก ผู้ประกอบการร้านอาหารและผู้บริโภค ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจร่วมกัน ส่งเสริมให้เกิดความมั่นคงทางอาหารต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี รวมทั้งขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปี พ.ศ. 2564 ภายใต้โครงการวิจัย ห่วงโซ่อุปทานไก่พื้นเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช และขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

References

- Boonman, C. & Weesaphen, S. (2009). *The evaluation of feasibility of native chicken production for commerce in the community level case study: Mai Ma-Dan grilled chicken, Baan-Kean grilled chicken and native chicken trading in the market of Sisaket, Yasothon, and Ubon Ratchathani Provinces* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (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)
- Chuaychu-noo, N., Ponatong, B., Kakulpim, P., & Chankong, J. (2022). *Cost - benefit analysis and distribution channel of Dang chicken in Southern region*. *Prawarun Agricultural Journal*, 19(1), 59-65. (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)
- Leotaragul, A., Prathum, C., & Morathop, S. (2009). *Guidance for customers perception of Pradu Hangdum Chiangmai chicken* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Leotaragul, A., Prathum, C., Pangmao S., & Phianmongkhon, A. (2010). Satisfaction of consumers with native chicken (Pradu Hangdum Chiangmai) meat. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 38, 104-107. (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 Agriculture Journal*, 38(4), 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 Maha Sarakham Province*. Accessed April 15, 2020. Retrieved from: http://region4.dld.go.th/webnew/images/stories/vic_hakarn/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)
- Tang, H., Gong, Y. Z., Wu, C. X., Jiang, J., Wang, Y., & Li, K. (2009). Variation of meat quality traits among five genotypes of chicken. *Poultry Science*, 88(10), 2212–2218.
- Yamane, T. (1973). *Statistic: an introductory analysis*. (3rd ed.) New York: Harper and Row.

Research article

Supply chain of native chicken: Case study in Nakhon Sri Thammarat Province

Jareewan Chankong^{1*} Napapach Chuaychu-noo¹ and Praphot Maliwan¹

¹*Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thung Song, Nakhon Sri Thammarat, 80110*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 7 July 2022

Revised: 9 October 2022

Accepted: 21 October 2022

Online published: 21 November 2022

Keyword

Supply chain

Native chickens

Collectors

Consumers

ABSTRACT

This study aimed to characterize the production potentials, marketing and supply chain of native chickens in Nakhon Sri Thammarat Province. Data were collected from a sample group consisting of 400 native chicken farmers, 20 native chicken collectors, 20 wholesale merchants, 30 retail merchants and 30 restaurant operators including 400 consumers by using the questionnaire. The results of this study revealed that most of the native chicken farmers prefer raising their native chickens in the free range system and semi - free range system. The popular breeds are Dang chicken, Naked neck chicken, Srivijaya chicken, Chee chicken and Betong chicken. The raising period is about 16 weeks per production cycle. The average body weight is about 1.5 kg/head. It was found that the sample of native chicken farmers in Nakhon Sri Thammarat Province popularly distributed in the form of live chickens. The average selling price is 70 - 80 baht per kilogram. While the distribution channel showed that the farmers preferred selling native chickens to merchants in the local area. Additionally, the structure of the native chicken market approached an oligopoly market with the same or similar products and the pricing power depends on the native chicken collectors and the wholesale merchants. The study of the native chicken supply chain in Nakhon Sri Thammarat Province showed that the native chicken supply chain in Nakhon Sri Thammarat Province consists of the farmers who raise native chickens, which are both operated as a smallholder farmer and group of network, live native chickens collectors, wholesaler/retailer of slaughtered chicken which may be the same person, entrepreneurs or restaurant operators and the final consumers. The results if this study could be useful for further development of native chicken production of the community.

*Corresponding author

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

Online print: 21 November 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.2022.20>



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

บทความวิจัย

ปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ผาจิต ปาลิทร¹ จรรย์รักษ์ อุดมเศรษฐ์^{2*} และ ธาณินทร์ คงศิลา²

¹สาขาวิชาเกษตรเขตร้อน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 17 สิงหาคม 2565

แก้ไข: 30 กันยายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 30 กันยายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 23 พฤศจิกายน 2565

คำสำคัญ

การส่งเสริมอาชีพ

อาชีพการเกษตร

เยาวชน

เกษตรกรรม

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจอาชีพการเกษตรของเยาวชน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ เยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 362 ราย โดยการสุ่มอย่างมีระบบ (Systematic Sampling) เก็บข้อมูลด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเป็น 0.977 ผลการศึกษาพบว่า เยาวชนร้อยละ 60.80 เคยได้รับการฝึกอบรมการเกษตร ซึ่งเคยได้รับการฝึกอบรมด้านพืชเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 81.81) หลังจากที่ได้รับทราบการฝึกอบรมได้นำความรู้ที่ได้ไปใช้หรือปฏิบัติ ร้อยละ 70.16 และมีผลต่อความต้องการประกอบอาชีพการเกษตรร้อยละ 75.70 ส่วนการศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ; EFA พบว่ามี 7 องค์ประกอบ เรียงตามลำดับความสำคัญ โดยพิจารณาจากค่าความแปรปรวนของชุดข้อมูล (% of Variance) ได้แก่ 1) แรงสนับสนุนและแรงเสริมจากภายนอก (ร้อยละ 36.19) 2) ครอบครัวและทรัพย์สิน (ร้อยละ 6.204) 3) ปัจจัยการผลิต (ร้อยละ 5.381) 4) ปัญหา (ร้อยละ 4.684) 5) ความพร้อมด้านร่างกายและจิตใจ (ร้อยละ 3.464) 6) สภาพพื้นฐานของเยาวชน (ร้อยละ 3.008) และ 7) การตลาด (ร้อยละ 2.707) สามารถเป็นองค์ประกอบของปัจจัยที่มีผลต่อการส่งเสริมการประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ร้อยละ 61.64 ซึ่งจะพบว่าปัจจัยต่าง ๆ เป็นผลจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภายนอกกับปัจจัยภายใน สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ชีวภาพ และประสบการณ์ โดยใช้ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำและการเสริมสร้างประสบการณ์จริง จะสามารถเป็นแรงจูงใจให้เยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเข้าสู่อาชีพการเกษตร

บทนำ

สภาพแวดล้อมทางการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ในปัจจุบันมีการอพยพแรงงานเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมและบริการมากขึ้น จะเห็นได้จากสัดส่วนแรงงานในภาคเกษตรในช่วง 22 ปี ที่ผ่านมามีแนวโน้มลดลงต่อเนื่อง โดยเฉลี่ยลดลงประมาณปีละ 150,000 คน (Tunsri, 2015) ส่งผลให้แรงงานในการทำเกษตรลดลง ครอบครัวเกษตรกรที่เปรียบเสมือนหน่วยย่อยในการขับเคลื่อนสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ ประสบปัญหาขาดแคลนแรงงาน ทำให้สังคมเกษตรเป็นสังคมของผู้สูงอายุ โดยในปี พ.ศ. 2526-2557 เกษตรกรในประเทศไทยมีอายุเฉลี่ย 58 ปี (Farmers Debt Research Project in Rural Thailand, 2014) อีกทั้งแรงงานภาคการเกษตรกลุ่มอายุ 19-24 ปี ลดลงอย่างรวดเร็ว โดยสาเหตุสำคัญที่แรงงานในภาคการเกษตรลดลง เกิดจากทัศนคติของคนรุ่นใหม่ต่ออาชีพการเกษตร (Bank of Thailand, 2014) ทำให้เกิดการขาดแรงจูงใจในการให้คนรุ่นใหม่เข้าสู่ภาคเกษตร (Office of Agricultural Economics, 2013) เยาวชน

ที่จะพัฒนาไปเป็นแรงงานในภาคเกษตรกรรมที่เคยเป็นแรงงานที่สำคัญในครอบครัว ได้หันไปสู่อาชีพอื่น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตร (Young Farmer Group Development Group, 2011) เมื่อพิจารณาข้อมูลดังแสดงข้างต้นจะพบว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการขาดแคลนแรงงานเกษตรรุ่นใหม่ มาจากทัศนคติต่ออาชีพการเกษตรและการขาดแรงจูงใจที่ดี ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมานี้ เป็นผลทำให้มีจำนวนผู้สืบทอดอาชีพเกษตรลดน้อยลงอย่างชัดเจน จากเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าว จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาค้นคว้าปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากมีการรายงานข้อมูลสถิติการย้ายถิ่นของเยาวชนอายุ 14-25 ปี พ.ศ. 2562-2563 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 313,000 คน เป็นจำนวนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงอายุอื่น ๆ เป็น ส่วนใหญ่ย้ายถิ่นด้วยสาเหตุของการทำงาน ซึ่งมีจำนวนสูงขึ้นทุกปี โดยย้ายเพื่อทำงานนอกภาคการเกษตรสูงถึงร้อยละ 84.4 (National Statistical Office Thailand, 2020) ซึ่งผลการวิจัย

*Corresponding author

E-mail address: agrjru@ku.ac.th (J. Udomsade)

Online print: 23 November 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.2022.21>

จะเป็นข้อมูลสำคัญในการหาแนวทางส่งเสริมการตัดสินใจในการประกอบอาชีพการเกษตรให้แก่เยาวชน ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานเกษตรในอนาคต และยังก่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพแรงงานในภาคการเกษตรให้ดีขึ้นได้อีกทาง

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ประชากร

เยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อายุระหว่าง 15-25 ปี ที่เป็นสมาชิกองค์การเกษตรกรในอนาคตแห่งประเทศไทย (อกท.) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นองค์กรที่มุ่งหวังให้เยาวชนกลุ่มนี้เป็นเกษตรกรรุ่นใหม่ที่จะทำการเกษตรจนเป็นต้นแบบอาชีพของชุมชนได้ แต่จากข้อมูลการสำรวจเบื้องต้น พบว่ามีเยาวชนจำนวนหนึ่ง ไม่ต้องการประกอบอาชีพการเกษตร จึงเลือกเยาวชนกลุ่มนี้เป็นประชากรในการศึกษาเพื่อให้ทราบปัจจัยส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตร โดยเลือกจากวิทยาลัยตัวแทนตามการแบ่งเขตการบริหารงานราชการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 เขต เขตละ 1 วิทยาลัย และเป็นวิทยาลัยที่มีการดำเนินงาน การบริหารจัดการ และประกอบกิจกรรม อกท. อย่างต่อเนื่อง จำนวน 5 วิทยาลัย ได้แก่ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุดรธานี วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีขอนแก่น วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีบุรีรัมย์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีศรีสะเกษ และวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีมุกดาหาร และคำนวณหาขนาดตัวอย่างจากประชากรทั้งหมด 3,737 คน ที่ศึกษาในระดับ ปวช.1 – ปวส.2 โดยใช้สูตรการคำนวณของ Taro Yamane ในระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 362 คน กำหนดจำนวนตัวอย่างจากแต่ละวิทยาลัย โดยใช้สูตรคิดคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม (Proportional allocation) จากนั้นนำบัญชีรายชื่อมาทำการสุ่มอย่างมีระบบ (Systematic Sampling) เพื่อสุ่มเลือกบุคคลที่จะทำการสัมภาษณ์ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบสัมภาษณ์ปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้นำไปทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนในวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี ที่ไม่ใช่อีกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่าเครื่องมือมีความเชื่อมั่นได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) เท่ากับ 0.977

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบน-มาตรฐาน และการศึกษาการได้รับความรู้จากการเข้ารับการฝึกอบรมด้านการเกษตรของเยาวชน ได้กำหนดความหมายจากค่าเฉลี่ยเป็น 4 ช่วง ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 0.00 - 0.75 หมายถึง ไม่ได้ได้รับความรู้ คะแนนเฉลี่ย 0.76 - 1.50 หมายถึง ได้ได้รับความรู้น้อย คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.25 หมายถึง ได้ได้รับความรู้ปานกลาง และคะแนนเฉลี่ย 2.26 - 3.00 หมายถึง ได้ได้รับความรู้มาก

จากนั้นทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการส่งเสริมอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ดำเนินการโดยการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลว่ามีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยสถิติ Kaiser –

Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) และทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้ Bartlett's Test of Sphericity หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ Bartlett's Test of Sphericity หากพบว่ามีความสำคัญทางสถิติจะแปลได้ว่า ยอมรับสมมติฐาน H1 คือ ตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ (Kraiawan, 2013) ต่อมาทำการตรวจสอบค่าความแปรปรวนตัวแปรแต่ละตัวแปร โดยพิจารณาความร่วมกันของตัวแปร (Communality : h^2) ซึ่งไม่ควรน้อยกว่า 0.50 และหากมีค่าน้อยกว่า 0.50 ควรตัดตัวแปรนั้นออกไป แล้วนำมาสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Common Factor Analysis; CFA) เทคนิคย่อยวิธีแกนหลัก (Principal Axis Factoring; PAF) และแกนหมุนองค์ประกอบแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธี เวอร์แมกซ์ (Varimax Method) และลำดับสุดท้ายคือ การพิจารณาองค์ประกอบ โดยใช้เกณฑ์การกำหนดจำนวนองค์ประกอบ ดังนี้ 1) องค์ประกอบแต่ละตัวต้องมีตัวแปรสังเกต 3 ตัวขึ้นไป 2) Eigen Value มีค่ามากกว่า 1 3) ร้อยละของความแปรปรวนสะสม มากกว่า 60 และ 4) Factor loading ต้องมากกว่า 0.3

ผลการวิจัย

ปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยด้านครอบครัว

1. เยาวชนผู้ให้สัมภาษณ์ ได้แก่ นักเรียนและนักศึกษา ปวส.1 จนถึงระดับ ปวช.2 เป็นเพศชาย ร้อยละ 50.82 และเพศหญิงร้อยละ 49.08 อายุเฉลี่ย 17 ปี เรียนสาขาพืชศาสตร์ ร้อยละ 27.90 รองลงมา สาขาสัตวศาสตร์ ร้อยละ 19.88 สาขาเกษตรศาสตร์ ร้อยละ 13.53 สาขาช่างยนต์ ร้อยละ 12.70 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ร้อยละ 10.77 สาขาการบัญชี ร้อยละ 5.80 สาขาประมง ร้อยละ 4.97 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ร้อยละ 2.48 สาขาไฟฟ้า ร้อยละ 1.38 และสาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์และสาขาบริหารธุรกิจ ร้อยละ 0.27

2. เยาวชนมีบิดาเป็นเกษตรกร (ร้อยละ 51.60) มารดาเป็นเกษตรกร (ร้อยละ 51.72) และมีเยาวชนบางรายมีผู้ปกครองที่ไม่ใช่บิดา มารดา ($n=6$) เป็นเกษตรกร ร้อยละ 50.00

3. เยาวชนมีประสบการณ์ในการทำการเกษตร (ร้อยละ 63.18) โดยแบ่งเป็น ประสบการณ์ด้านพืช ร้อยละ 52.76 เฉลี่ย 4.53 ปี ประสบการณ์ด้านปศุสัตว์ ร้อยละ 81.50 เฉลี่ย 3.98 ปี และประสบการณ์ด้านประมง ร้อยละ 90.05 เฉลี่ย 2.42 ปี ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกเข้ารับการฝึกอบรมได้ด้วยตนเอง

การเข้าร่วมฝึกอบรมและได้รับความรู้จากการฝึกอบรมด้านการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 60.80 เคยเข้ารับการฝึกอบรมการเกษตร จากสถานศึกษา หน่วยงานภาครัฐและเอกชน และร้อยละ 39.20 ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรมการเกษตร ซึ่งด้านที่เคยเข้ารับการฝึกอบรม ส่วนใหญ่ ร้อยละ 81.81 เคยเข้ารับการฝึกอบรมอบรมด้านพืช รองลงมา ร้อยละ 37.27 ฝึกอบรมด้านสัตว์ ร้อยละ 24.09 ฝึกอบรมด้านประมง และร้อยละ 15.45 ฝึกอบรมด้านอารักขาพืช ซึ่งผลสรุปภาพรวม การได้รับความรู้จากการเข้ารับการฝึกอบรมทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 1.71 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.763 (Table 1) และมีการนำ

ความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ร้อยละ 70.16 ซึ่งการฝึกอบรมเกี่ยวกับการเกษตรส่งผลให้เยาวชนต้องการประกอบอาชีพเกษตรมากถึงร้อยละ 75.9 (Table 2)

2. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้ Kaiser – Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) ตัวแปรสังเกตจำนวน 45 ตัวแปร ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบนั้นมีค่า KMO เท่ากับ 0.93 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.50 แสดงว่า ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในระดับที่เหมาะสมในการนำไปวิเคราะห์เชิงสำรวจได้ และเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ได้นั้น ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณะ ข้อมูลมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังแสดง (Table 3)

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแปรแต่ละตัวโดยสถิติค่าความร่วมกัน (Comminality: h^2)

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแปรแต่ละตัว โดยสถิติค่าความร่วมกัน (Comminality : h^2) เพื่อใช้วัดความเหมาะสมของตัวแปรที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า ตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบนั้นมีค่า Comminality : h^2 อยู่ระหว่าง 0.534 – 0.852 มีค่ามากกว่า 0.5 จำนวน 39 ตัว ซึ่งมี 6 ตัวแปร

ที่มีค่าน้อยกว่า 0.5 ได้แก่ แสดงว่าตัวแปรไม่เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ (Yuth, 2013) ผู้วิจัยจึงตัดตัวแปรต่อไปนี้

ออกจากกรวิเคราะห์องค์ประกอบในลำดับถัดไป

สกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction)

การสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Common Factor Analysis: CFA) โดยการย่อแกนหลัก (Principal Axis Factoring : PAF) และทำการหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีเวอริแมกซ์ (Varimax Method) ได้จำนวนองค์ประกอบ 8 องค์ประกอบ ที่มีค่า Eigen Value มากกว่า 1

จาก Table 3 พบว่า ค่าไอเกน (Eigen Value) ซึ่งเป็นผลบวกกำลังสองของน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทั้ง 45 ตัวแปร ในแต่ละองค์ประกอบ ที่มีค่าไอเกน (Eigen Value) มากกว่า 1 ขึ้นไปได้ องค์ประกอบทั้งหมด 8 องค์ประกอบ ค่าร้อยละความแปรปรวนสะสม ทั้ง 8 องค์ประกอบ จากตัวแปรทั้งสิ้น 39 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 64.004 สามารถอธิบายได้ว่าองค์ประกอบของกระบวนการจัดการความรู้ของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ สามารถเป็นองค์ประกอบได้ร้อยละ 64.004 (Table 4)

Table 1 Training attendance and knowledge gained from training

Training topic (n=220)	% of training*	Knowledge gained										Interpret**
		well		moderate		less		no gain		Mean	S.D.	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%			
Plant	81.81 (n=180)	71	39.44	98	54.478	8	4.44	3	1.66	1.68	0.638	moderate
Animal	37.27 (n=83)	36	43.37	38	45.8	5	6.02	4	4.82	1.72	0.786	moderate
Fishery	24.09 (n=53)	25	47.16	20	37.73	7	13.20	1	1.88	1.70	0.774	moderate
Plant protection	15.45 (n=34)	15	44.11	14	41.17	3	8.82	3	8.82	1.76	0.855	moderate
overview										1.71	0.763	moderate

*More than 1 answer

** 0.00 – 0.75 means no knowledge gained, 0.76 – 1.50 means gained less knowledge, 1.51 – 2.25 means gained moderate knowledge Value and 2.26 – 3.00 means gaining a lot of knowledge

Table 2 Effects of training to the youth

The effect of training	Number	Percentage
Applying knowledge to practice	254	70.16
Not applying knowledge to practice	108	29.83
The effects of training		
Effects to needs of youth in agricultural careers	274	75.70
Not effects to needs of youth in agricultural careers	88	24.30

ปัจจัยที่มีผลต่อการส่งเสริมการประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1. การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร ได้มีการกำหนดตัวแปรสังเกต (Observed Variable) จำนวน 45 ตัวแปร ดังนี้

X1 แทน เพศ	X16 แทน การมีเงินออม	X31 แทน ปัญหาด้านการจัดหาตลาด
X2 แทน อายุ	X17 แทน การเป็นสมาชิกกลุ่มทางการเกษตร	X32 แทน ปัญหาการคมนาคมไม่สะดวก กำหนดราคาเองไม่ได้
X3 แทน ระดับการศึกษา	X18 แทน การได้รับข่าวสารทางการเกษตร/โฆษณา/ปชส.	X33 แทน ปัญหาด้านการขนส่งผลผลิตทางการเกษตร
X4 แทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	X19 แทน การส่งเสริมการเกษตรจากภาครัฐ/เอกชน	X34 แทน การเข้ารับการอบรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร
X5 แทน จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่มี	X20 แทน ทำเลที่ตั้งพื้นที่ทำการเกษตร	X35 แทน การสนับสนุนปัจจัยการผลิตจากภาครัฐ/เอกชน
X6 แทน จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่มี	X21 แทน การมีแหล่งน้ำสำหรับการเกษตร	X36 แทน การสนับสนุนด้านเงินทุนภาครัฐ/เอกชน
X7 แทน ประสบการณ์ในการทำการเกษตร	X22 แทน ปริมาณน้ำสำหรับการเกษตร	X37 แทน การได้รับสวัสดิการต่าง ๆ
X8 แทน อาชีพของผู้ปกครอง	X23 แทน เทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัย	X38 แทน ภาวะการจ้างงาน/การได้งานทำ
X9 แทน การสนับสนุนของผู้ปกครองในการทำการเกษตร	X24 แทน กระแสนิยมบริโภคอาหารปลอดภัย	X39 แทน บุคคลต้นแบบ
X10 แทน ความสัมพันธ์ที่ดีในครอบครัว	X25 แทน การได้รับการยอมรับจากสังคม	X40 แทน ความถนัด
X11 แทน ขนาดพื้นที่ถือครองทางการเกษตร	X26 แทน ปัญหาด้านดิน	X41 แทน ความสนใจ
X12 แทน ลักษณะการถือครองที่ดิน	X27 แทน ปัญหาด้านอากาศ	X42 แทน สุขภาพ
X13 แทน รายได้ทางการเกษตร	X28 แทน ปัญหาด้านแมลง	X43 แทน ทุนทรัพย์ (เพื่อการศึกษาต่อ)
X14 แทน จำนวนรายจ่ายในครัวเรือน	X29 แทน ปัญหาด้านปริมาณน้ำเพื่อการทำการเกษตร	X44 แทน ทุนทรัพย์ (เพื่อการลงทุนประกอบอาชีพอื่น ๆ)
X15 แทน การมีหนี้สิน	X30 แทน ปัญหาด้านโรค	X45 แทน คำแนะนำของผู้ปกครอง

Table 3 Kaiser –Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) and Bartlett's Test of Sphericity

Kaiser –Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO)		.932
Bartlett's Test of Sphericity	Chi-Square	10251.70
	df	990
	Significance	0.000
	n	362

Table 4 Number of Components, Eigen Values, Percentage of Variance and percentage of cumulative variance in each factor

Component	Eigen Values	%Of Variance	Cumulative %	Priority
1	16.278	36.193	36.193	1
2	2.792	6.204	42.397	2
3	2.421	5.381	47.778	3
4	2.108	4.684	52.462	4
5	1.559	3.464	55.926	5
6	1.353	3.008	58.933	6
7	1.218	2.707	61.640	7
8	1.064	2.364	64.004	8

โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบนั้น Factor ที่ 1 นั้นมีความสำคัญที่สุด ซึ่งอธิบายได้ถึงความแปรปรวน ของชุดข้อมูล = ร้อยละ 36.193, Factor ที่ 2 = ร้อยละ 6.204, Factor ที่ 3 = ร้อยละ 5.381, Factor ที่ 4 = ร้อยละ 4.684, Factor ที่ 5 = ร้อยละ 3.464, Factor ที่ 6 = ร้อยละ 3.008, Factor ที่ 7 = ร้อยละ 2.707 และ Factor ที่ 8 = ร้อยละ 2.364

แต่เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบว่า ตัวแปรใดควรอยู่ในองค์ประกอบใด โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา Factor Loading (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ) ซึ่งต้องมีค่ามากกว่า 0.50 แล้วจึงคัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่มี Factor Loading (องค์ประกอบ) สูงสุด จากนั้นพิจารณาถึงจำนวนตัวแปรที่รวมกันวัดค่าความแปรปรวนของแต่ละองค์ประกอบตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไปจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ทำให้ได้องค์ประกอบของปัจจัยที่มีผลต่อการส่งเสริมการประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 7 องค์ประกอบ ประกอบด้วยตัวแปรทั้งสิ้น 37 ตัวแปร โดยทั้ง 7 องค์ประกอบสามารถเป็นองค์ประกอบได้ร้อยละ 61.64 ซึ่งรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบเรียงตามลำดับความสำคัญของค่าน้ำหนัก ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 มีค่าน้ำหนักระหว่าง 0.534 - 0.782 เรียกองค์ประกอบนี้ว่า แรงสนับสนุนและแรงเสริมจากภายนอก (Encouragement) จำนวน 11 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนัก

ประกอบด้วย การสนับสนุนด้านเงินทุนภาครัฐ/เอกชน (X36) การได้รับสวัสดิการต่าง ๆ (X37) การสนับสนุนปัจจัยการผลิตจากภาครัฐ/เอกชน (X35) อาชีพของผู้ปกครอง (X8) การส่งเสริมการเกษตรจากภาครัฐ/เอกชน (X19) ความสัมพันธ์ที่ดีในครอบครัว (X6) การได้รับข่าวสารทางการเกษตร/โฆษณา/ปชส. (X18) การเข้ารับการอบรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร (X34) ภาวะการจ้างงาน/การได้งานทำ (X38) การเป็นสมาชิกกลุ่มทางการเกษตร(X17) และบุคคลต้นแบบ(X39)

องค์ประกอบที่ 2 มีค่าน้ำหนักระหว่าง 0.539 - 0.782 เรียกองค์ประกอบนี้ว่า ครอบครัวและทรัพย์สิน (Parents & Poverty) จำนวน 5 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนัก ประกอบด้วย การสนับสนุนของผู้ปกครองในการทำการเกษตร (X9) ขนาดพื้นที่ถือครองทางการเกษตร (X11) จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่มี (X6) ลักษณะการถือครองที่ดิน (X12) และจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่มี (X5)

องค์ประกอบที่ 3 มีค่าน้ำหนักระหว่าง 0.591 - 0.772 เรียกองค์ประกอบนี้ว่า ปัจจัยการผลิต (Inputs) จำนวน 5 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนัก ประกอบด้วย ปริมาณน้ำสำหรับการเกษตร (X22) การมีแหล่งน้ำสำหรับการเกษตร (X21) ทำเลที่ตั้งพื้นที่ทำการเกษตร (X20) เทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัย (X23) และกระแสนิยมบริโภคอาหารปลอดภัย (X24)

องค์ประกอบที่ 4 มีค่าน้ำหนักระหว่าง 0.664 - 0.781

เรียกองค์ประกอบนี้ว่า ปัญหา (Problems) จำนวน 3 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนัก ประกอบด้วย ปัญหาด้านดิน (X26) ปัญหาด้านอากาศ (X27) ปัญหาด้านแมลง (X28) ปัญหาด้านโรค (X30) และปัญหาด้านปริมาณน้ำเพื่อการทำการเกษตร (X29)

องค์ประกอบที่ 5 มีค่าน้ำหนักระหว่าง 0.543 - 0.738 เรียกองค์ประกอบนี้ว่า ความพร้อมด้านร่างกายและจิตใจ (Readiness) จำนวน 4 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนัก ประกอบด้วย ความสนใจ(X41) สุขภาพ (X42) ความถนัด (X40) และ คำแนะนำของผู้ปกครอง (X45)

องค์ประกอบที่ 6 มีค่าน้ำหนักระหว่าง 0.742 - 0.852 เรียกองค์ประกอบนี้ว่า สภาพพื้นฐานของเยาวชน (Individual) จำนวน 4 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนัก ประกอบด้วย อายุ (X2) ระดับการศึกษา (X3) เพศ (X1) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (X4)

องค์ประกอบที่ 7 มีค่าน้ำหนักระหว่าง 0.536 - 0.656 เรียกองค์ประกอบนี้ว่า การตลาด (Marketing) จำนวน 4 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนัก ประกอบด้วย ราคาผลผลิตไม่แน่นอนและกำหนดราคาเองไม่ได้ (X32) ปัญหาด้านการขนส่งผลผลิตการเกษตร (X33) และด้านการจัดหาตลาด (X31)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การฝึกอบรมทำให้เยาวชนสนใจงานทางด้านเกษตรมากขึ้น พิจารณาได้จากการที่เยาวชนนั้นมีการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมนำไปปฏิบัติและต่อยอด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Anunauue et al. (2018) ที่พบว่า การเรียนรู้ด้านการเกษตรสำหรับเยาวชน ในประเด็นที่สามารถนำไปปรับใช้ให้เข้ากับชีวิตประจำวันได้ ศึกษาต่อได้ ต่อยอดองค์ความรู้ได้ จะทำให้เยาวชนสนใจอาชีพการเกษตรมากขึ้น เนื่องจากเยาวชนจะเห็นได้ชัดเจนว่าสามารถนำไปเป็นอาชีพได้จริง อีกทั้งจากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า การได้เรียนรู้ผ่านการได้ลงมือทำจริง (Learning by Doing) จากการฝึกอบรมและการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติจะยิ่งช่วยกระตุ้นให้เยาวชนสนใจอาชีพการเกษตรได้มากขึ้น ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นชัดเจนว่า เยาวชนส่วนใหญ่ที่เข้ารับการฝึกอบรมด้านการเกษตรจะมีความสนใจอาชีพการเกษตร สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal learning theory) ของ Ausubel (1968)

นักจิตวิทยาการศึกษาชาวอเมริกัน ที่กล่าวว่า หากการเรียนรู้สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีมาก่อน การเรียนรู้จะเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Ausubel, 2008) ดังนั้น เจื่อนไขเรื่องประสบการณ์ด้านการเกษตรจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง ที่จะช่วยเป็นฐานของการสร้างความสนใจในการเข้าสู่อาชีพการเกษตรของเยาวชน ซึ่งเจื่อนไขดังกล่าวนี้ สามารถสร้างได้ในชั้นเรียน โดยเพิ่มกิจกรรมการเรียนการสอนแบบฝึกปฏิบัติ ประสบการณ์ตรงและทักษะจากการลงมือทำ ตามทฤษฎีของ เพียเจ้ (Piage's cognitive development Theory) ที่เกี่ยวกับการพัฒนาทางสติปัญญาที่เน้นเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ และ Cone of experience ของ Dale (1969) ที่แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้แบบ Active Learning จะช่วยเสริมการจดจำ สร้างทักษะที่สำคัญจนสามารถนำไปปฏิบัติและถ่ายทอดสู่ผู้อื่นได้ อีกทั้ง Ricketts & Place (2005) ยังได้รายงานว่าการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกิจกรรมลงมือทำจะทำให้ให้นักเรียนเปิดกว้างในการเรียนรู้ด้านการเกษตรมากขึ้น เนื่องจากเยาวชนเป็นช่วงวัยที่ต้องได้รับการศึกษา

ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นประสบการณ์จึงมีผลอย่างมากต่อทัศนคติด้านการเกษตรของเยาวชน ตามผลการศึกษาของ Palinthorn et al. (2018) ชี้ให้เห็นว่า ครู/อาจารย์ เป็นแหล่งสารสนเทศด้านการเกษตรที่เยาวชนรับที่สำคัญที่สุด ทำให้ใช้เวลาส่วนมากอยู่กับครู/อาจารย์ และผลการวิจัยที่พบว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจการประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 7 องค์ประกอบ ประกอบด้วย 37 ตัวแปร ซึ่งสอดคล้องกับ Gottfredson (1999) ที่ได้ทำการรวบรวมและอธิบายทฤษฎีการเลือกอาชีพของฮอลแลนด์ (Holland's Theory of Vocational Choice) ไว้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมกับแรงผลักดัน ประสบการณ์ และสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ จะก่อให้เกิดความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ และความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบนี้จะกลายเป็นความสนใจ จนสามารถนำไปสู่การเลือกอาชีพ จึงสามารถนำมาเขียนเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เยาวชนเข้าสู่อาชีพการเกษตรได้ดังแสดงใน Figure 1 โดยใช้การบูรณาการแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีแรงจูงใจ แนวคิดเกี่ยวกับการเลือกอาชีพ แนวคิดเกี่ยวกับการสื่อสาร และผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งรายละเอียดของแนวทางมีดังนี้

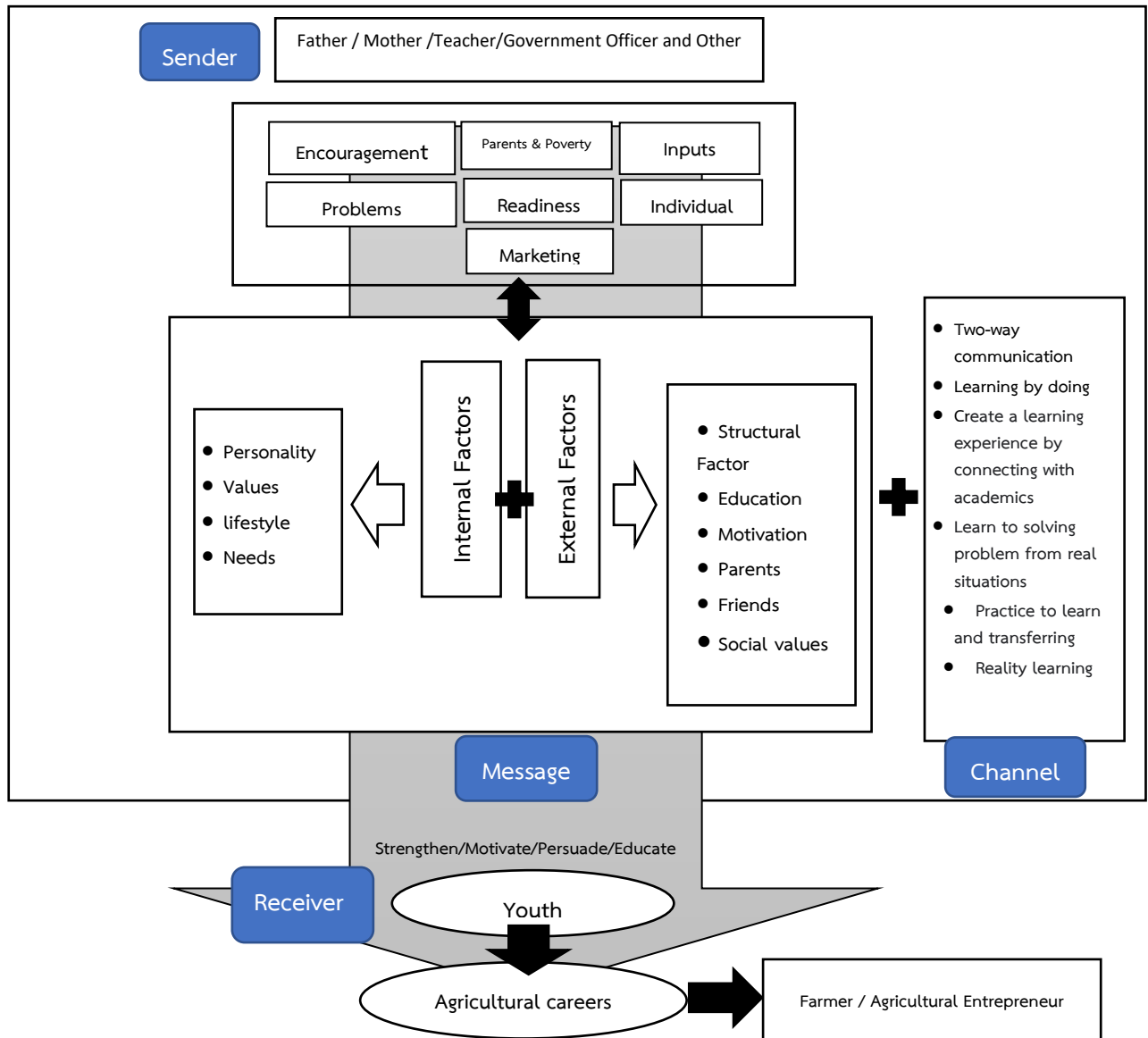


Figure 1 Guidelines for promoting youth into agricultural careers in the Northeastern region

สรุปผลการวิจัย

ปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถจำแนกได้จำนวน 7 องค์ประกอบ 37 ตัวแปร ได้แก่ 1) แรงสนับสนุนและแรงเสริมจากภายนอก (Encourage) 2) ครอบครัว (Parents & Poverty) 3) ปัจจัยการผลิต (Inputs) 4) ปัญหา (Problems) 5) ความพร้อมด้านร่างกายและจิตใจ (Readiness) 6) สภาพพื้นฐานของเยาวชน (Individual) และ 7) การตลาด (Marketing) เรียงตามลำดับความสำคัญ เป็นองค์ประกอบของปัจจัยที่ส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ร้อยละ 61.64 ซึ่งจะพบว่าปัจจัยต่าง ๆ เป็นผลจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภายนอกกับปัจจัยภายใน สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ชีวภาพ ซึ่งสามารถเสนอเป็นแนวทางการส่งเสริมการตัดสินใจประกอบอาชีพการเกษตรของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดังนี้

แนวทางสำหรับครอบครัว การศึกษาพบว่า เยาวชนส่วนใหญ่มีผู้ปกครองเป็นเกษตรกร จึงเป็นช่องทางที่สำคัญที่จะทำให้เยาวชนได้รับการบ่มเพาะคุณลักษณะ ปลุกฝังทัศนคติที่ดีต่อการเกษตร ได้รับการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการเกษตร อีกทั้ง

ผู้ปกครองสามารถช่วยสร้างทักษะพิเศษต่าง ๆ รวมไปถึงแนวคิดการใช้ชีวิตที่สำคัญในอนาคตให้แก่เยาวชน ให้เยาวชนซึมซับและมีประสบการณ์ จนสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

แนวทางสำหรับครู / อาจารย์ ซึ่งเป็นบุคคลที่มีบทบาทและมีอิทธิพลต่อความรู้ ความคิด ความเข้าใจ และทัศนคติของเยาวชนเป็นอย่างมากเช่นกัน เป็นแหล่งข้อมูลการเกษตรที่สำคัญของเยาวชน และการให้ความรู้เกี่ยวกับอาชีพก็มีส่วนสำคัญในการตัดสินใจเลือกอาชีพ ดังนั้น ควรออกแบบบทเรียน กิจกรรม และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ และออกแบบวิชาหรือบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรให้ครบวงจรใช้การผลิต เพิ่มสาระวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเป็นผู้ประกอบการเกษตรในอนาคต ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ เพื่อสร้างประสบการณ์ที่สำคัญในการประกอบอาชีพการเกษตร

แนวทางสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การส่งเสริมเยาวชนให้ประกอบอาชีพการเกษตร ควรเริ่มต้นจากการสร้างความเข้มแข็งให้กับครอบครัวเกษตรกรก่อน โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีนโยบายหรือโครงการ ที่ช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรไทย เสริมสร้างความเข้มแข็งทั้งทางเศรษฐกิจและ

สังคมให้ครัวเรือนเกษตรกร ควบคู่ไปกับการสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้ประกอบการถึงความสำคัญของการสื่อสารภายในครอบครัว อันจะช่วยพัฒนาความคิด ค่านิยมที่ดีต่ออาชีพการเกษตรของเยาวชนได้ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญต่อการใช้สื่อในการเผยแพร่สารสนเทศการเกษตร โดยสามารถใช้สื่อดิจิทัลรูปแบบต่าง ๆ ที่กำลังนิยมในปัจจุบันให้เยาวชนเห็นช่องทางการประกอบอาชีพ เพื่อให้เป็นแรงบันดาลใจหรือเป็นต้นแบบของความสำเร็จ

References

- Anunauue, S., Toomhirun, C., Khipotong, J., Sangkatawat, P. (2018). A model for promoting learning in agriculture for youths. *Veridian E-Journal. Thai Version, Humanities Social Sciences and Arts*, 11 (3), 2531-2550. (in Thai)
- Ausubel, D. P. (1968). *Meaningful verbal learning theory*. *Journal of Psychology*. [On-line], 66 213-224. Accessed September 22, 2021. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221309.1962.9711837>.
- Ausubel, D. P. (2008). *Educational Psychology: A Cognitive View*. [On-line], Accessed September 22, 2021. Retrieved from <https://books.google.co.th/books?id=HINpAAAAMAAJ>.
- Bank of Thailand. (2014). *Thailand agriculture situation*. Accessed November 22, 2020. Retrieved from https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/EconomicConditions/AnnualReport/AnnualReport/annual_Y57_T.pdf (in Thai)
- Dale, E. (1969). *Audio-Visual Methods in Teaching*, 3rd ed., Holt, Rinehart & Winston, New York, 1969, p. 108
- Farmers Debt Research Project in Rural Thailand. (2014). *Farmers Debt in Rural Thailand*. Accessed December 2, 2020. Retrieved from <https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2019/05Final-Report.pdf> (in Thai)
- Gottfredson, G. D. (1999). John L. Holland's Contributions to vocational psychology: A review and evaluation. *Journal of Vocational Behavior*, 55, 15-40.
- Kraiawan, Y. (2013). *Multivariate Statistical Analysis for Research*. 1st ed. Bangkok.: Chulalongkorn University Press.
- National Statistical Office Thailand. (2020). *Population migration survey in 2020*. Accessed December 12, 2020. Retrieved from http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/2563/Migration_63.pdf (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2013). *Labor shortage problem in agriculture, case study, Northeastern region*. Accessed November 22, 2020. Retrieved from <http://www.oae.go.th/download/journal/2557/Shortageofagriculturalworkers.pdf> (in Thai)
- Palinthorn, F., Udomsade, J., & Kongsila, T., (2018). Agricultural information exposure of future farmers of Thailand organization members in Northeastern region. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 46(2), 387-396.
- Ricketts, K. G., & Place, N. T. (2005). Cooperation between secondary agriculture educators and extension agents. *Journal of Extension* [On-line], 43 (6), Article 6 FEA6. Retrieved from: <http://www.joe.org/2005december/a6p.shtml>
- Tunsri, K. (2015). *Labor and the changes in the Thai agricultural sector*. Accessed February 7, 2022. Retrieved from https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/NorthEastern/DocLib_Research/4-Labor-20-with-20Agri%20Changing.pdf (in Thai)
- Young Farmer Group Development Group. (2011). *Handbook of Operation of the Young Farmers Group (for officers)*. Agricultural Cooperatives of Thailand Co., Ltd., Bangkok.

Research article

Factors affecting the agricultural careers extension of youth in the Northeastern region of the Kingdom of Thailand

Fakjit Palinthorn¹ Jumnongruk Udomsade^{2*} and Thanin Kongsila²

¹Tropical Agriculture Program, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

²Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

ARTICLE INFO

Article history

Received: 17 August 2022

Revised: 30 September 2022

Accepted: 30 September 2022

Online published: 23 November 2022

Keyword

Careers extension

Agricultural careers

Youth

Agriculture

Northeastern region

ABSTRACT

This research aims to find the factors affecting the agricultural careers extension of youth in the Northeastern region, Thailand. The samples of this research were 362 youth in the Northeastern region using systematic sampling randomly. Collecting data by an interview schedule with 0.977 of alpha-coefficient. The result revealed that 60.80 percent of the youth had been training in agriculture. Most of them had training in plants (81.81%). After receiving the training, most of the youth apply knowledge to practice (70.16%), and the training affects to needs of youth in agricultural careers 75.70%. However, factors affecting the agricultural careers extension of youth in the Northeastern region, Thailand by using exploratory factor analysis: EFA consisted of 7 components sorted by %of Variance: 1) Encourage 2) Parents & Poverty 3) Inputs 4) Problems 5) Readiness 6) Individual, and 7) Marketing, respectively. The result revealed that all factors are the relationship between external and internal factors, physical environment, biological, and experience by a hands-on learning process and enhancing hands-on experience will drive youth in the Northeastern region to the agricultural career.

*Corresponding author

E-mail address: agrjru@ku.ac.th (J. Udomsade)

Online print: 23 November 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.2022.21>



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

บทความวิจัย

การยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของเกษตรกรในอำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี

พรชสรณ์ ขาญบัณฑิตนันท์* เอวดี เปรมัชเชียร และอภิชาติ ดะลุนเพรย์

ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 13 กันยายน 2565

แก้ไข: 19 ตุลาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 10 พฤศจิกายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 24 พฤศจิกายน 2565

คำสำคัญ

การยอมรับ

เทคโนโลยี

เกษตรแม่นยำ

พระพุทธบาท

สระบุรี

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำการเกษตร มีประโยชน์ที่หลากหลาย แต่การนำไปประยุกต์ใช้ยังมีในอัตราที่จำกัด งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพทั่วไป ทางเศรษฐกิจและสังคม ลักษณะการทำเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี โดยเก็บข้อมูลจากเกษตรกรจำนวน 396 ราย ด้วยแบบสอบถาม ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำด้วยสมการถดถอยโลจิสติกส์ และคำนวณผลกระทบส่วนเพิ่ม ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเกษตรกรตัวอย่างที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 31-60 ปี ร้อยละ 81.08 มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป ร้อยละ 74.33 โดยมีรายได้และหนี้สินมากกว่ากลุ่มที่ไม่ยอมรับฯ ในด้านลักษณะการทำเกษตร พบว่ากลุ่มที่ยอมรับเทคโนโลยีฯ ส่วนใหญ่ ปลูกผักต่าง ๆ และมันสำปะหลัง โดยมีพื้นที่เพาะปลูก ประสบการณ์ฝึกอบรม และมีระบบน้ำใช้ในการเกษตรมากกว่ากลุ่มที่ไม่ยอมรับฯ ส่วนปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความน่าจะเป็นในการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ อายุ การศึกษา การใช้อินเทอร์เน็ตผ่านสมาร์ทโฟน มีระบบน้ำใช้ในการเกษตร มีการพบปะเกษตรกรผู้นำบ่อยครั้ง ดังนั้นควรมีการส่งเสริมเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำให้แก่เกษตรกรที่ใช้สมาร์ทโฟน การมีระบบน้ำไว้ในพื้นที่เกษตรกรรม จัดให้มีการประชุมพบปะผู้นำเกษตรกรให้บ่อยครั้ง สร้างเสริมการรับรู้และความตั้งใจที่จะใช้เทคโนโลยีฯ เป็นส่วนช่วยให้เกษตรกรให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยีฯ ในอัตราที่เพิ่มขึ้น

บทนำ

ภาคการเกษตรมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ เพราะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับประชากร และมีส่วนสำคัญในการเชื่อมโยงเศรษฐกิจฐานรากเข้าไว้ด้วยกัน ปัจจุบันพื้นที่เกษตรกรรมมีจำนวนลดน้อยลง เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกที่จะใช้วิธีการผลิตแบบดั้งเดิมซึ่งอาศัยแรงงานคนเป็นหลัก ขณะที่ประชากรมีความต้องการทั้งปริมาณและคุณภาพของอาหารเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต เกษตรกร นักวิทยาศาสตร์ รัฐบาลรวมถึงองค์กรต่าง ๆ หันมาให้ความสำคัญต่อนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่จะนำมาช่วยในการเพิ่มผลผลิตการเกษตรให้เพียงพอต่อความต้องการ และมีคุณภาพที่ดีขึ้น (Phasinam et al., 2022)

การเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) คือรูปแบบการเกษตรที่นำเทคโนโลยีและการจัดการข้อมูลมาใช้ในการวางแผนบริหารจัดการพื้นที่ในฟาร์มให้มีความเหมาะสมและแม่นยำขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตในด้านปริมาณและคุณภาพ ลดต้นทุนในการผลิต รวมทั้งลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม การจัดการการผลิตด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเริ่มมีการใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา และฝั่งยุโรปตะวันตกตั้งแต่ปี 1985 เป็นต้นมา (Zhang et al., 2002) ต่อจากนั้นประเทศที่พัฒนาแล้วเริ่มมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรมากขึ้นรวมถึงประเทศไทยเช่นกัน อาจกล่าวได้ว่าระบบการผลิตในภาคเกษตรในปัจจุบันกำลังก้าวสู่สภาวะที่เรียกว่า เกษตรสมัยใหม่ หรือมีการเรียกชื่อได้หลากหลาย เช่น Farming 4.0, Agriculture 4.0 หรือ เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) สำหรับ

*Corresponding author

E-mail address: pharssorn.c@ku.th (P. Charnbunditnun)

Online print: 24 November 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.2022.22>

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้นิยามเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ว่า เกษตรอัจฉริยะ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่ประกอบด้วย เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำที่อาศัยอุปกรณ์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมืออัตโนมัติต่าง ๆ และเทคโนโลยีดิจิทัล รวมทั้งเทคโนโลยีสารสนเทศ (Poapongsakorn et al., 2020)

เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมีประโยชน์ทั้งในด้านผลทางเศรษฐกิจ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจนที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของเกษตรกร เช่น การจัดการศัตรูพืชที่ใช้เทคโนโลยีควบคุม ด้วยเซ็นเซอร์ช่วยลดการใช้ยาฆ่าแมลงลงได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 13.4 ขณะที่ยังคงรักษาสภาพแวดล้อมความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ การเกษตร (Dammer & Adamek, 2012) และสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิต ลดต้นทุนวัตถุดิบ เช่น เมล็ดพันธุ์ เคมีภัณฑ์ เชื้อเพลิงและปุ๋ย มีการศึกษาพบว่าเกษตรกรที่ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำสามารถลดต้นทุนผันแปร และเพิ่มรายได้สุทธิให้แก่เกษตรกรได้ (Bucci et al., 2019)

ในหลายพื้นที่ของประเทศไทยมีการส่งเสริมและฝึกอบรมแก่เกษตรกรในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเช่นเดียวกับพื้นที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ซึ่งมีพื้นที่ทำการเกษตร 63,434.76 ไร่ที่ได้ทำการขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับทางสำนักงานเกษตรอำเภอพระพุทธบาท ปี 2564 ทำการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก รองลงมาคือข้าวนาปี มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน ตามลำดับ โดยมักจะได้รับผลกระทบจากปัญหายุ้งแล้ง น้ำท่วม จากปริมาณน้ำฝนที่ไม่แน่นอนในแต่ละปี แต่เกษตรกรยังคงทำการเกษตรในรูปแบบเดิม มีการไถทิ้งแล้วปลูกใหม่ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น นอกจากนี้ในพื้นที่อำเภอพระพุทธบาทยังมีอุตสาหกรรมหลายแห่งที่รับซื้อผลผลิตทางการเกษตร แต่ก็ยังมีไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องนำเข้า หากเกษตรกรได้ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมาช่วยในการผลิตจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและสามารถลดต้นทุนการผลิตได้จากการสัมภาษณ์เบื้องต้นกับผู้นำศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) พบว่ามีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ได้แก่ ระบบน้ำอัตโนมัติ ชุดตรวจวิเคราะห์ดินเพื่อให้ปุ๋ยตรงตามความต้องการของพืช แต่ผลการดำเนินงานในช่วงเวลาที่ผ่านมามีพบว่าเกษตรกรส่วนหนึ่งให้การยอมรับเทคโนโลยีและนำไปปฏิบัติในพื้นที่ของตนเอง ในขณะที่เกษตรกรอีกส่วนหนึ่งเข้ามาเรียนรู้แต่ยังไม่ให้การยอมรับนำไปใช้อย่างต่อเนื่อง

การใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำก่อให้เกิดประโยชน์กับการทำเกษตรอย่างชัดเจนทั้งในและต่างประเทศ ในเมื่อเทคโนโลยีมีต้นทุนสูงโดยเฉพาะสำหรับเกษตรกรรายย่อย ประกอบกับความแตกต่างของปัจจัยจากตัวเกษตรกรเอง ลักษณะการทำเกษตร หรือการรับรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการตัดสินใจปรับเปลี่ยนและหันมาใช้เทคโนโลยีของเกษตรกร ดังนั้นการส่งผ่านเทคโนโลยีโดยมองข้ามปัจจัยเหล่านี้ก็อาจจะยังไม่มีประสิทธิภาพมากนักในการจูงใจ

ให้เกษตรกรหันมาใช้อย่างแพร่หลาย จากความสำคัญดังกล่าวและการสัมภาษณ์ผู้นำ ศพก. จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ว่าสาเหตุใดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำจึงยังไม่เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง มีการใช้เพียงไม่กี่แห่ง เกษตรกรทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงการใช้ และแทบจะไม่ถูกใช้อย่างต่อเนื่องหลังการได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานหรือภาคส่วนต่าง ๆ จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของเกษตรกร และเป็นแนวทางรวมถึงข้อเสนอแนะในการส่งเสริมและขยายผลการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำให้กับเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

เกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture: PA) ในการศึกษาครั้งนี้หมายถึง รูปแบบการเกษตรที่นำเทคโนโลยีและการจัดการข้อมูลมาใช้ในการจัดการฟาร์ม ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศและดิจิทัล เซนเซอร์ เทคโนโลยีชีวภาพ โดยมีการให้ปุ๋ย น้ำ และยาฆ่าแมลง ในปริมาณและเวลาที่ถูกต้องเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต และใช้วางแผนการจัดการพื้นที่ในแปลงปลูกได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เช่น ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน ปุ๋ยสั่งตัด ระบบน้ำอัตโนมัติ ระบบ HandySense เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว/ข้าวโพด เซนเซอร์ วัดความชื้นดิน โดรนพ่นยา/ตรวจพื้นที่ แอปพลิเคชันตรวจวัดสภาพอากาศ แอปพลิเคชันเกี่ยวกับการจัดการฟาร์มต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อทำการศึกษาระดับการรับรู้ การยอมรับ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของเกษตรกร

ในการศึกษานี้ใช้อาศัยกรอบแนวคิดที่ประยุกต์แนวคิดจากแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) (Davis et al., 1989) โดยจะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับ หรือการตัดสินใจที่จะใช้เทคโนโลยี ตลอดจนนวัตกรรมที่เกิดขึ้นใหม่ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้ ได้แก่ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และการรับรู้ถึงประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ (Perceived Usefulness) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยี (Behavioral Intention) มีทั้งสิ้น 3 ปัจจัย ได้แก่ การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) การรับรู้ประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ (Perceived Usefulness) และทัศนคติ (Attitude) ซึ่งในท้ายที่สุดความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยีจะส่งอิทธิพลต่อการตั้งใจใช้และนำมาสู่การใช้งานจริงของเทคโนโลยี

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลและส่งผลต่อการยอมรับและใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรนั้น มีการศึกษาในหลายงานวิจัยพบว่า อายุ ประสบการณ์ ขนาดฟาร์ม การผลิต ปริมาณผลผลิต รายได้ ต้นทุนค่าใช้จ่าย เป็นตัวแปรที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Michael et al., 2016) นอกจากนี้ปัจจัย

ด้านความรู้ความเข้าใจต่อเทคโนโลยี และปัจจัยด้านสังคม ปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร เช่น ความถี่ในการพบปะเกษตรกรผู้นำ จำนวนช่องทาง จำนวนครั้งที่ได้รับการฝึกอบรม มีความสัมพันธ์ต่อการยอมรับเทคโนโลยีอย่างมีนัยสำคัญ (Kittichainarong et al., 2016) ปัจจัยทางด้านการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร พบว่าเกษตรกรที่ติดต่อกันจะมีการยอมรับเทคโนโลยีมากขึ้นตามไปด้วย (Chaipiriyakit et al., 2019) อาจเนื่องมาจากการได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้รับรู้ถึงแนวทางการใช้ ตลอดจนเพิ่มช่องทางในการเปิดรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ สำหรับปัจจัยด้านการรับรู้คุณประโยชน์หรือผลตอบแทน เช่น ส่งผลให้ต้นทุนลดลง ประสิทธิภาพหรือผลผลิตเพิ่มขึ้น ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม หรือสามารถใช้ปุ๋ยและสารเคมีได้ตามเป้าหมาย มีความแม่นยำมากขึ้น (Bucci et al., 2019) ในส่วนของการรับรู้ความง่ายในการใช้งานและการรับรู้ประโยชน์ พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปัจจัยทางด้านสังคมกับความตั้งใจที่จะใช้ เป็นต้น (Olusegun & Ogunseye, 2008) จากผลการศึกษาของหลายงานวิจัยที่ผ่านมาเน้นการศึกษาในครั้งนี้จึงอาศัยแนวคิดและการนำปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้นมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ผ่านแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี

งานวิจัยนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นหลัก เพื่อให้ได้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) อาทิ ข้อมูลส่วนบุคคล ลักษณะการทำเกษตร ความรู้ ทักษะ การใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เป็นต้น โดยประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ ครัวเรือนเกษตรกรในอำเภอพระพุทธรูป จังหวัดสระบุรี ทั้งสิ้น 9 ตำบล มีเนื้อที่ทั้งหมด 63,434.76 ไร่ จำนวนครัวเรือนทั้งหมด 1,988 ครัวเรือน ข้อมูลจากสำนักงานเกษตรอำเภอพระพุทธรูปที่ทำการปรับปรุงข้อมูลเกษตรกรผ่านระบบทะเบียนเกษตรกร และแอปพลิเคชัน DOAE Farmbook วันที่ 24 พฤศจิกายน 2564 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้หลักการของ Krejcie & Morgan (1970) ได้ผลการคำนวณตัวอย่างที่ควรทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 322 รายและการคำนวณกลุ่ม

ตัวอย่างมาใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์จะต้องใช้ขนาดตัวอย่าง n มากกว่าการวิเคราะห์การถดถอยแบบปกติโดยทั่วไป โดยที่ $n \geq 30p$ เมื่อ p เป็นตัวแปรอิสระ (Vanichbuncha, 2009) โดยงานวิจัยนี้ใช้ตัวแปรอิสระ 9 ตัวแปรในการทำนายจึงควรใช้มากกว่า 270 ราย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเก็บจำนวนตัวอย่าง 396 ราย เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเพียงพอต่อการวิเคราะห์ ซึ่งใช้วิธีการสุ่ม (Sampling) โดยไม่ใช้ความน่าจะเป็นแล้วทำการเลือกตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) โดยสุ่มประชากรในระดับตำบลใกล้เคียงตามสัดส่วนเกษตรกรในแต่ละตำบล

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถาม ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ในการอธิบายข้อมูลสภาพทั่วไปด้วยวิธีการทางสถิติอย่างง่าย เช่น สภาพทั่วไปทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนเกษตรกร ลักษณะการทำเกษตร ด้วยการหาค่าการแจกแจงความถี่ ร้อยละ เป็นต้น และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) โดยทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพทั่วไปทางเศรษฐกิจและสังคม ปัจจัยด้านลักษณะการทำเกษตร ด้วยการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกส์ โดยพิจารณา 2 ทางเลือก กำหนดให้ 1 คือ เกษตรกรผ่านเกณฑ์การยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ และกำหนดให้ 0 คือไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ โดยมีเกณฑ์การยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำตามค่ารวมการใช้เทคโนโลยีในปัจจุบันในฟาร์มของเกษตรกร แนวทางการจัดกลุ่มนี้มาจากการทบทวนวรรณกรรมการส่งผ่านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกัน หากมีการใช้ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป จะทำให้มีโอกาสในการยอมรับนำไปใช้อย่างต่อเนื่อง (Miller et al., 2017) ดังนั้นผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำเทคโนโลยีตามโอกาสดังกล่าว ซึ่งสื่อถึงเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ และสามารถพบเห็นได้ในพื้นที่อำเภอพระพุทธรูป จังหวัดสระบุรี

Table 1 Acceptance score for each technology

Technology	Score	Technology	Score
Rapitest soil test kit	2	Agriculture drone	1
Fertilizer to order	2	Weather application	1
Automatic water system	2	Farmbook application	1
HandySense	2	Farmto application	1
Sowing machine	1	FarmAI application	1
Soil moisture sensor module	1		

โดยกำหนดให้ 1 คือ กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ มีคะแนนรวม ≥ 2

0 คือ กลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ มีคะแนนรวม < 2

โดยทางเลือกของการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำจะจัดอยู่ในรูปแบบสมการ การยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ดังนี้

$$Z(Tech) = \beta_0 + \beta_1 Age + \beta_2 Edu + \beta_3 Inc + \beta_4 Debt + \beta_5 SP + \beta_6 Land + \beta_7 SUP + \beta_8 Cons$$

เมื่อ Z คือ ความน่าจะเป็นที่เกษตรกรจะยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ
 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{11}$ คือ สัมประสิทธิ์ที่แสดงอิทธิพลของตัวแปรตัวที่ i ที่มีต่อตัวแปรตาม
 โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ดังต่อไปนี้

Table 2 Socio-economic variables

No.	Variables	Symbol	Description
1	Age	Age	Farmer's age (Years old)
2	Education	Edu	Dummy variable; Under secondary education = 0, Secondary school and above = 1
3	Income	Inc	Average household income (Baht)
4	Debt	Debt	Household debt (Baht)
5	Using internet via smartphones	SP	Dummy variable; Using internet via smartphones = 1, No using internet via smartphones = 0

Table 3 Farm characteristics variables

No.	Variables	Symbol	Description
1	Farmland	Land	Cultivated area (Rai)
2	Water system	Sup	Dummy variable; Water system = 1, No water system = 0
3	Consultation	Cons	Dummy variable; Attend meeting with farmer leaders less than 3 times a year = 0, Frequent attend meeting with farmer leaders more than 3 times a year = 1
4	Technology	Tech	Dummy variable; Acceptance score for each technology (Table 1) Under the acceptance criteria = 0, Upper the acceptance criteria = 1

จากลักษณะการอยู่อาศัยของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในอำเภอพระพุทธรบาททั้ง 9 ตำบล พบว่า ตำบลธารเกษม ตำบลขุนโกลน ตำบลพุดจาน มีสัดส่วนเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มากที่สุดตามลำดับ ตำบลหนองแก ตำบลพุก่าง ตำบลเขาวง มีสัดส่วนเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ น้อยที่สุดตามลำดับ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนพบว่า ร้อยละ 56.06 ของครัวเรือนมีจำนวนสมาชิก 3-4 คน และร้อยละ 30.30 มีจำนวนสมาชิกตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป

การประกอบอาชีพของเกษตรกรพบว่าส่วนใหญ่ทำไร่ร้อยละ 65.15 รองลงมาคือ ทำนา เลี้ยงสัตว์ ทำสวน ตามลำดับ เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 75 มีอาชีพรอง ซึ่งคืออาชีพที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกรรองจากอาชีพหลัก อาชีพรองของเกษตรกร ได้แก่ รับจ้างทั่วไป ทำสวนผักสวนผลไม้ ค้าขาย หรือมีธุรกิจส่วนตัวทำไร่ เลี้ยงสัตว์

รายได้ในภาคการเกษตรของเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีรายได้อยู่ในช่วง 150,001-300,000 บาทต่อปี และ 300,001-550,000 บาทต่อปี ส่วนครัวเรือนของเกษตรกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีรายได้ในภาคการเกษตรส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 150,000-300,000 บาทต่อปี รายได้รวมทั้งหมดของเกษตรกรคือรายได้ในภาคการเกษตรและอาชีพรองอื่น ๆ ซึ่งเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีรายได้

รวมอยู่ในช่วง 300,001-550,000 บาทต่อปี กลุ่มครัวเรือนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีรายได้รวมอยู่ในช่วง 150,000-300,000 บาทต่อปี หนี้สินในครัวเรือนของเกษตรกรพบว่าเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ ประมาณ 492,000 บาท

สมาชิกกลุ่มความร่วมมือ ทั้งนี้เกษตรกรสามารถเข้าร่วมกลุ่มความร่วมมือได้มากกว่า 1 กลุ่ม เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกลุ่มกองทุนหมู่บ้านร้อยละ 49 และเป็นสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ได้แก่ กลุ่มสหกรณ์การเกษตร กลุ่มอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) กลุ่มเกษตรแปลงใหญ่ กลุ่มอาสาสมัครเกษตรกรหมู่บ้าน (อกม.) กลุ่มกองทุนเงินล้าน กลุ่มออมทรัพย์หมู่บ้าน กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรตลาดเสียน กลุ่มเกษตรกรทำไร่นาตำบลนายาว กลุ่มปลูกผักปลอดสารพิษ กลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านชัยครก กลุ่มเกษตรกรทำไร่นาตำบลนายาว กลุ่มวิสาหกิจชุมชนหนองกระทุ่ม กลุ่มออมทรัพย์สหกรณ์หมู่บ้าน

การได้รับข่าวสารด้านเกษตรจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งนี้เกษตรกรสามารถรับข่าวสารได้มากกว่า 1 ช่องทาง ซึ่งโดยส่วนใหญ่เกษตรกรรับข้อมูลข่าวสารจากเกษตรตำบล เกษตรอำเภอถึงร้อยละ 79 ของเกษตรกรตัวอย่างทั้งหมด รับข่าวสารจากผู้ใหญ่บ้านร้อยละ 56 อินเทอร์เน็ตร้อยละ 43

องค์การบริหารส่วนตำบลหรือเทศบาลร้อยละ 42 นอกจากนี้ยังได้รับข้อมูลข่าวสารจากวิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน ธนาการเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ การเกษตร ปศุสัตว์ ที่มิววิจัย เพื่อนบ้านและบุคคลในครัวเรือน เป็นต้น

พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตผ่านสมาร์ทโฟนของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีการใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 69.44 และเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มักจะมีการใช้อินเทอร์เน็ตคิดเป็นร้อยละ 93.92 ขณะที่เกษตรกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีการใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 54.84 เกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีการใช้อินเทอร์เน็ตวันละ 2-3 ชั่วโมงต่อวัน โดยเกษตรกรมีการใช้แอปพลิเคชัน Line เป็นหลัก รองลงมา คือ แอปพลิเคชัน Youtube, Facebook และ Google ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันอื่น ๆ ที่เกษตรกรใช้งาน ได้แก่ แอปพลิเคชัน TikTok, Shopee, Lazada และ แอปพลิเคชัน A-mobile ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันให้บริการทางการเงินของ ธ.ก.ส. เป็นต้น

ลักษณะการทำเกษตร

ผลผลิตหลักของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างได้แก่ ข้าวโพดร้อยละ 63.64 ข้าวร้อยละ 14.65 และผักต่าง ๆ ร้อยละ 6.82 โดยส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำเกษตรมากกว่า 16 ปีขึ้นไปถึงร้อยละ 53.28 ประสบการณ์ 11-15 ปี ร้อยละ 26.77 เมื่อพิจารณาตามกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่ากลุ่มเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีสัดส่วนการยอมรับที่มากในกลุ่มที่มีผลผลิตหลักเป็นผักต่าง ๆ มันสำปะหลัง และไร่นาสวนผสม

พื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างพบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 35.36 มีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดต่อครัวเรือนอยู่ที่ 11-30 ไร่ รองลงมาคือ 31-60 ไร่ และต่ำกว่า 10 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดเฉลี่ยครัวเรือนละ 45 ไร่ โดยเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดเฉลี่ยครัวเรือนละ 55 ไร่ และเกษตรกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยครัวเรือนละ 39 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกของครัวเรือนส่วนใหญ่ร้อยละ 39.65 มีพื้นที่เพาะปลูกที่เป็นของตนเองหรือครัวเรือนอยู่ที่ 11-30 ไร่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยครัวเรือนละ 24 ไร่ โดยเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีค่าเฉลี่ยครัวเรือนละ 28 ไร่ และเกษตรกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีค่าเฉลี่ยครัวเรือนละ 22 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 32.32 มีพื้นที่เพาะปลูกอยู่ที่ 11-30 ไร่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือนอยู่ที่ 22 ไร่ โดยเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ

เทคโนโลยีฯ มีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยครัวเรือนละ 27 ไร่ และเกษตรกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยครัวเรือนละ 18 ไร่

ประสบการณ์ในการฝึกอบรมของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างพบว่าร้อยละ 26.77 มีประสบการณ์การฝึกอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับเกษตรแม่นยำ โดยเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีประสบการณ์การฝึกอบรมฯ ร้อยละ 56.76 ประสบการณ์ในการฝึกอบรมของเกษตรกร ได้แก่ การใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน การทำระบบน้ำอัตโนมัติ การใช้ปุ๋ยสั่งตัด การถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการพัฒนาที่ดิน การจัดการระบบโรงเรือนแบบปิด และ Young Smart Farmer เป็นต้น ส่วนเกษตรกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับเทคโนโลยีฯ ไม่มีประสบการณ์ฝึกอบรมฯ ถึงร้อยละ 91.13 ประสบการณ์ในการฝึกอบรมหลักสูตรเกษตรอื่น ๆ พบว่าเกษตรกรกลุ่มที่มีประสบการณ์ผ่านการฝึกอบรมมีจำนวนร้อยละ 54.29 โดยเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีประสบการณ์ฝึกอบรมฯ ร้อยละ 76.35 ประสบการณ์ฝึกอบรม ได้แก่ การปรุงดิน การทำปุ๋ยหมัก การทำเกษตรอินทรีย์ การปลูกพืชต่าง ๆ การเลี้ยงสัตว์ต่าง ๆ เกษตรทฤษฎีใหม่ เกษตรแปลงใหญ่ การทำเชื้อชีวภัณฑ์ฆ่าแมลงและกำจัดเชื้อรา การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) และโครงการ 1 ไร่ 1 แสน เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหลักสูตรที่จัดขึ้นโดยเกษตรอำเภอพระพุทธบาท และสถานีพัฒนาที่ดินสระบุรี ส่วนเกษตรกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับเทคโนโลยีฯ ไม่มีประสบการณ์ฝึกอบรมฯ มีมากถึงร้อยละ 58.87

การติดต่อเกษตรกรผู้นำ ในที่นี้หมายถึงผู้ที่เป็นที่พึ่งให้แก่เกษตรกร ได้แก่ เจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่พัฒนาที่ดิน ราชัญชาวบ้าน อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (อกม.) เป็นต้น ส่วนใหญ่เกษตรกรมีการติดต่อ 1-2 ครั้งต่อปี ร้อยละ 60.86 โดยพบว่าเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ มีการติดต่อบ่อยครั้งคือ 3 ครั้งต่อปีขึ้นไปถึงร้อยละ 43.24 ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ ที่มีเพียงร้อยละ 14.92

เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างมีระบบน้ำเพื่อใช้ในการเกษตรร้อยละ 55.05 โดยใช้ระบบสปริงเกลอร์ร้อยละ 34.34 ของเกษตรกรตัวอย่างทั้งหมด รองลงมาคือระบบน้ำหยดร้อยละ 12.12 และมีการใช้ทั้งสองระบบร้อยละ 6.06 โดยเกษตรกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ ส่วนใหญ่ไม่มีระบบน้ำถึงร้อยละ 60.48 ในอำเภอพระพุทธบาทมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่นอกเขตชลประทาน

โดยมีเขตชลประทานอยู่ทางด้านทิศตะวันตกระหว่างอำเภอพระพุทธรบาทและอำเภอหนองโดน จากตัวอย่างพบว่าอยู่นอกเขตชลประทานร้อยละ 97.98

จำนวนแรงงานในภาคการเกษตรในครัวเรือนส่วนใหญ่มีแรงงานในครัวเรือน 2 คน เป็นสัดส่วนร้อยละ 62.37 และไม่มีแรงงานจ้าง เป็นสัดส่วนร้อยละ 42.93

เทคโนโลยีที่เกษตรกรนำมาใช้ในการทำการเกษตรส่วนใหญ่มีการใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว/ข้าวโพด ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน แอปพลิเคชันตรวจวัดสภาพอากาศ โดรนพ่นยา/ตรวจสภาพพื้นที่ แอปพลิเคชัน Farmbook เซนเซอร์วัดความชื้นดิน ปุยสังคต ระบบน้ำอัตโนมัติ แอปพลิเคชัน FarmAI และแอปพลิเคชัน Farmto ตามลำดับ ส่วนใหญ่เกษตรกรมีการใช้เพียงอย่างเดียวร้อยละ 35.35 และไม่ใช่เทคโนโลยีถึงร้อยละ 29.80

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำด้วยการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติกส์ และวิธีการ

Maximum Likelihood ของค่าสัมประสิทธิ์ในตัวแปรต่าง ๆ แสดงผลดังสมการ ดังนี้

$$Z(Tech) = -2.1722 + (-0.0323)Age + (0.6840)Edu + (3.45e - 07)Inc + (1.29e - 07)Debt + (1.6784)SP + (0.0001)Land + (1.6551)SUP + (1.1496)Cons$$

นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect) จากผลการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบโลจิสติกส์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรการใช้อินเทอร์เน็ตผ่าน Smart Phone (SP) การมีระบบน้ำใช้ในการเกษตร (SUP) ความถี่ในการพบปะเกษตรกรผู้นำ (Cons) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอายุ (Age) และการศึกษา (Edu) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลองที่กะประมาณได้ (Correctly Classified) สามารถพยากรณ์กลุ่มตัวอย่างชุดนี้ได้ถูกต้องโดยรวมร้อยละ 83.84 ซึ่งอยู่ในระดับที่มาก

Table 5 Parameter estimates and marginal effects from binary logit model

Explanatory Variables	Coefficient	Standard Error	Mean	Marginal Effect	Prob.
Constant	-2.1722	1.0463	1.00		0.038
Age	-0.0323*	0.0156	53.99	-0.0065	0.039
Edu	0.6840*	0.3103	0.51	0.1375	0.028
Inc	3.45e-07	2.47e-07	517,455.80	6.97e-08	0.162
Debt	1.29e-07	1.21e-07	688,630.10	2.62e-08	0.286
SP	1.6784**	0.4334	0.69	0.2869	0.000
Land	0.0001	0.0030	45.05	0.0000	0.984
Sup	1.6551**	0.2894	0.55	0.3165	0.000
Cons	1.1496**	0.2981	0.26	0.2538	0.000

** , * indicate statistical significance at the 99 % and 95 % levels, respectively.

LR $\chi^2(8) = 168.33$ pseudo $R^2 = 0.3216$

prob.> $\chi^2 = 0.0000$ Correctly classification = 83.84%

ผลการคำนวณหาค่า Marginal Effect หรือผลกระทบส่วนเพิ่ม สำหรับตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในความน่าจะเป็นที่เกษตรกรจะยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ 1 หน่วย ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

สำหรับปัจจัยในกลุ่มทางด้านเศรษฐกิจและสังคม พบว่าอายุของหัวหน้าครัวเรือน (Age) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ โดยหากเกษตรกรมีอายุลดลง 1 ปี จะทำให้ความน่าจะเป็นที่เกษตรกรจะยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.65 สำหรับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน (Edu) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

โดยพบว่าหากเกษตรกรมีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป จะทำให้ความน่าจะเป็นที่เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.75 นอกจากนี้ การใช้อินเทอร์เน็ตผ่านสมาร์ทโฟน (SP) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ถ้าเกษตรกรมีการใช้อินเทอร์เน็ตผ่านสมาร์ทโฟน จะทำให้ความน่าจะเป็นที่เกษตรกรจะยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพิ่มขึ้นร้อยละ 28.69

ในกลุ่มของปัจจัยด้านลักษณะของการทำการเกษตร พบว่าการมีระบบน้ำ (Sup) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ถ้าเกษตรกรมีระบบน้ำเพียงพอในการทำเกษตรได้ตลอดทั้งปี ทำให้ความน่าจะเป็นที่เกษตรกรจะยอมรับ

เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.65 และการพบปะเกษตรกรผู้นำ (Cons) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ โดยหากเกษตรกรมีการพบปะเกษตรกรผู้นำ หรือเจ้าหน้าที่ที่คอยให้คำปรึกษาบ่อยครั้ง จะทำให้ความน่าจะเป็นที่เกษตรกรจะยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพิ่มขึ้นร้อยละ 25.38

วิจารณ์ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำด้วยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบโลจิสติกส์ พบว่าตัวแปรที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ได้แก่ การใช้อินเทอร์เน็ตผ่านสมาร์ทโฟน (SP) สอดคล้องกับการศึกษาของ Castle et al. (2016) ที่กล่าวว่าเกษตรกรที่มีโทรศัพท์ที่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้จะส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี การมีระบบน้ำ (SUP) นอกจากนี้จากการศึกษาของ Roopood et al. (2020) ที่กล่าวว่าเกษตรกรที่มีระบบน้ำอยู่ในเขตชลประทานซึ่งมีน้ำเพียงพอในการทำเกษตรนั้น มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวนาแห้ง การพบปะเกษตรกรผู้นำ (Cons) ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Kittichainarong et al. (2016) พบว่าปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร ได้แก่ ความถี่ในการพบปะเกษตรกรผู้นำ จำนวนช่องทาง จำนวนครั้งที่ได้รับการฝึกอบรม มีความสัมพันธ์ต่อการยอมรับเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดสำหรับผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญ และการศึกษาของ Chaipiriyakit et al. (2019) ที่ได้ศึกษาปัจจัยทางด้านการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร พบว่าเกษตรกรที่มาติดต่อกันจะมีการยอมรับเทคโนโลยีมากขึ้นตามไปด้วย อาจเนื่องมาจากการได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ช่วยเพิ่มช่องทางการเปิดรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในส่วนของตัวแปรที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้แก่ อายุ หากอายุของเกษตรกรเพิ่มขึ้นจะทำให้ความน่าจะเป็นในการยอมรับเทคโนโลยีฯ ลดลง เป็นไปในแนวทางเดียวกับการศึกษาของ Roopood et al. (2020) อีกทั้งยังมีการวิจัยที่อายุไม่มีนัยสำคัญด้วยการศึกษาของ Chaipiriyakit et al. (2019)

สรุปผลการวิจัย

กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับเทคโนโลยีฯ ส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป และมีรายได้รวมทั้งหมดเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ ในตำบลธารเกษม ตำบลขุนโกลน ตำบลพุดค่าจัน มีสัดส่วนเกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ฯ มากที่สุดตามลำดับ เนื่องจากเป็นตำบลที่อยู่ในละแวกเดียวกัน โดยที่ตำบลธารเกษมเป็นที่ตั้งของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) และกลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่ที่มีความแข็งแกร่งในการช่วยเหลือด้านเกษตรกรรมซึ่งกันและกัน กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ ส่วนใหญ่มีผลผลิตหลักเป็นผักต่าง ๆ มันสำปะหลัง ไร่นาสวนผสม และ

มีที่เพาะปลูกเฉลี่ยและพื้นที่เพาะปลูกที่เป็นของตนเองมากกว่ากลุ่มที่ไม่ยอมรับฯ แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากกว่ามีโอกาที่จะยอมรับเทคโนโลยีฯ มากกว่ากลุ่มที่มีพื้นที่เพาะปลูกน้อย โดยในกลุ่มนี้มีประสบการณ์ในการฝึกอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับเกษตรแม่นยำ และมีการติดต่อเกษตรกรผู้นำบ่อยครั้งอย่างน้อย 3 ครั้งต่อปีขึ้นไป ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีฯ มากขึ้น เกษตรกรที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับเทคโนโลยีฯ ส่วนใหญ่มีระบบน้ำ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเพาะปลูกเนื่องจากอำเภอพระพุทธบาทส่วนใหญ่มีพื้นที่อยู่นอกเขตชลประทาน

ข้อเสนอแนะ

ในการเริ่มต้นส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำให้กับเกษตรกรควรเริ่มจากกลุ่มที่ใช้สมาร์ทโฟน เพื่อนำร่อง และขยายผลไปสู่เกษตรกรกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งกลุ่มที่มีความพร้อมและควรเป็นกลุ่มเป้าหมายแรก ๆ ที่ได้รับการส่งเสริม ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีการศึกษาหรือผ่านการอบรมหลักสูตรการเกษตร กลุ่มที่มีระบบน้ำไว้ใช้ในการทำเกษตรในพื้นที่ของตนเอง และมีการพบปะกับผู้นำเกษตรกรบ่อยครั้ง ซึ่งจะกระตุ้นให้เกษตรกรเกิดการเรียนรู้ มีทัศนคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จด้วยดีจากความร่วมมือของเกษตรกรที่ให้ข้อมูล คณาจารย์และบุคลากรภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

References

- Bucci, G., Bentivoglio, D., Belletti, M., & Finco, A. (2019). When accuracy of measurements matter: Economic profitability from precision agriculture. In *Proceeding of IEEE international workshop on metrology for agriculture and forestry (MetroAgriFor)* (pp. 237–241). Portici: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). doi: 10.1109/MetroAgriFor47546. 2019
- Castle, M. H., Lubben, B. D., & Luck, J. D. (2016). Factors influencing the adoption of precision agriculture technologies by Nebraska producers. Paper presented at the Presentations, Working Papers, and Gray Literature, Agricultural Economics. 49.

- Chaipiriyakit, A., Fongmul, S., Kruekum, P., Jeerat, P., Vetchasitniraphai, N., & Khamtavee, T. (2019). Factors affecting adoption corn planting technology of farmers in Phawo sub-district, Mae Sot district, Tak Province. *Journal of Agricultural production*, 1(1), 43–53. (in Thai)
- Dammer, K. H., & Adamek, R. (2012). Sensor-based insecticide spraying to control cereal aphids and preserve lady beetles. *Agronomy Journal*, 104(6), 1694-1701. doi:10.2134/agronj2012.0021.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.
- Kittichainarong, P., Pitakdantham, R., & Praneetvatakul, S. (2016). Adoption of Tailor-made fertilizer technology for rice production in Bang Rakam district, Phitsanulok Province. In *Proceedings of the 54th Kasetsart University annual conference: Plants, animals, veterinary medicine, fisheries, agricultural extension and home economics* (pp. 1080-1088). Bangkok: Kasetsart University.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607–610.
- Miller, N. J., Griffin, T. W., Bergtold, J., Ciampitti, I. A., & Sharda, A. (2017). Farmers' adoption path of precision agriculture technology. *Advances in Animal Biosciences*, 8(02), 708–712. doi:10.1017/s2040470017000528.
- Olusegun, F., & Ogunseye, S. O. (2008). Applying an enhanced technology acceptance model to knowledge management in agricultural extension services. *Data Science Journal*, 7, 31–45. doi: <http://doi.org/10.2481/dsj.7.31>.
- Phasinam, K., Kassaruk, T., & Shabaz, M. (2022). Applicability of internet of things in smart farming. *Journal of Food Quality*, (Special Issued). doi:10.1155/2022/7692922.
- Poapongsakorn, N., Puntakua, K., & Wiwatvisha, N. (2020). *Agricultural technology policies 4.0* (1st ed.). Chiang Mai: Thailand Development Research Institute. (in Thai)
- Roopood, Y., Premashthira, A., & Daloonpate, A., (2020). Factors affecting farmer's adoption of seeding machine for dry paddy field in Surin Province. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 48(4), 857– 868. doi:10.14456/kaj.2020.78. (in Thai)
- Vanichbuncha, K. (2009). *Statistics for research* (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture: A worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2– 3), 113– 132. doi: 10.1016/S0168-1699(02)00096-0

Research article

Adoption of precision agriculture technology of farmers in Phra Phutthabat district, Saraburi Province

Pharssorn Charnbunditnun* Aerwadee Premashthira and Apichart Daloonpate

Department Agricultural and Resources Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, Bangkok, 10900

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 13 August 2022

Revised: 19 October 2022

Accepted: 10 November 2022

Online published: 24 November 2022

Keyword

Adoption

Technology

Precision Agriculture

Phra Phutthabat

Saraburi

ABSTRACT

Precision agricultural technology is considered as an alternative production factor to improve farming efficiency. Despite the various benefits, adoption rate of precision agriculture technology is still limited. The objectives of this research were 1) to investigate socio-economic and farm characteristics of farmers and 2) to study factors affecting the adoption of precision agriculture technology of farmers in Phra Phutthabat district, Saraburi Province. The survey data were obtained from 396 farmers by questionnaire. The binary logistic regression was applied to analyses the data and marginal effect. The results of the study found that the majority of farmers who reached the acceptance criteria for precision agricultural technology were average aged between 31-60 years (81.08 %), completed secondary education and higher (74.33 %), had higher average income and liabilities than farmers who under acceptance level. In term of farm characteristics, indicated that most farmers who reached acceptance level grown vegetables and cassava, had higher cultivating areas, more training experience and used farm irrigation systems. The statistically significant factors affecting the adoption of precision agricultural technology among farmers were age, education, using internet via smartphones, having farm irrigation system and numbers of attend meeting with farmer leaders. Therefore, the government or related agencies should prioritize the promotion of precision agriculture technology directly to farmers who use smartphones with having farm irrigation system. In addition, they should encourage farmers to attend more meeting with farmer leaders and enhance the perception and intention to use of precision agriculture technology that were important factors to increase opportunity to accept technology.

*Corresponding author

E-mail address: pharssorn.c@ku.th (P. Charnbunditnun)

Online print: 24 November 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/1/paj.2022.22>



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

บทความวิจัย

การตรวจสอบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในผักสมุนไพรที่จำหน่ายตามท้องตลาด ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี

สุภัทรา กลางประพันธ์* มนทิรา พารณสี และ ศรัณย์ ฉวีรักษ์

สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 10 สิงหาคม 2565

แก้ไข: 28 กันยายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 24 ตุลาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 29 พฤศจิกายน 2565

คำสำคัญ

กระเทียม

ผักสมุนไพร

ชุดทดสอบ เอ็ม เจ ที เค

สารเคมีฆ่าแมลงตกค้าง

บทคัดย่อ

ผักสมุนไพรแม้จะมีประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่หากพบการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงย่อมเกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงในผักสมุนไพรที่จำหน่ายตามท้องตลาดในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี เก็บตัวอย่างผักสมุนไพรแบบเจาะจงในตลาดขายส่งผักในจังหวัดอุบลราชธานี ตามเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ 1) เป็นผักที่มีสรรพคุณทางยาและจำหน่ายในร้านค้าส่ง 2) มีส่วนที่ใช้ตรงกับสรรพคุณทางยา แล้วนำมาทดสอบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในตัวอย่างโดยใช้ชุดทดสอบ เอ็ม เจ ที เค (MJP test kit) ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ผลการศึกษาพบว่า ผักสมุนไพรที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์คัดเข้ามีจำนวนทั้งสิ้น 14 ชนิด จากแหล่งจำหน่ายร้านค้าส่งจำนวน 5 ร้าน พบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัยมากจำนวน 5 ชนิด โดยพบการตกค้างมากที่สุดในกระเทียม (ร้อยละ 100) รองลงมาเป็น ผักชี (ร้อยละ 60) พริกขี้หนู (ร้อยละ 40) ผักบุ้งจีน (ร้อยละ 40) และหอมแดง (ร้อยละ 20) ตามลำดับ ส่วนผักสมุนไพรที่พบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างส่วนใหญ่ผู้บริโภคมักจะรับประทานสดจึงอาจทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดสารพิษตกค้างในร่างกายได้ ดังนั้น จึงต้องมีการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริโภคผักสมุนไพรอย่างถูกต้องให้แก่ผู้บริโภคและมีมาตรการดูแลเกี่ยวกับการใช้สารเคมีฆ่าแมลงอย่างมีประสิทธิภาพ

บทนำ

ในปัจจุบันกระแสการรักษาสุขภาพด้วยการบริโภคอาหารที่นอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการแล้วยังมีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพร ด้วยกำลังได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในพืชผักที่นอกจากจะมีคุณค่าต่อร่างกายแล้ว บางชนิดยังมีสรรพคุณทางยาสามารถใช้ป้องกันและรักษาโรคได้ ดังเช่นการศึกษาการป้องกันโรคกระดูกพรุนของผู้สูงอายุโดยใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านด้านอาหารของไทย ด้วยการรับประทานผักพื้นบ้าน เช่น งาดำ มะรุม ใบกะน้า ใบกว้างตุ้ง ยอดแค ยอดสะเดา ใบชะพลู ตำลึง เป็นต้น ร่วมกับการใช้สมุนไพร การออกกำลังกาย และการนวดแผนไทย พบว่าสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักลงได้ (Wongwattanasathien et al., 2018) อีกทั้ง

ในปัจจุบันกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) เช่น โรคหัวใจ เบาหวาน และความดันโลหิตสูง โดยเฉพาะโรคไขมันในเลือด ล้วนแล้วเป็นโรคที่เกิดจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารทั้งสิ้น หากเลือกรับประทานอาหารที่ถูกกับโรคก็จะช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และระดับไขมันในร่างกายได้ (Kanghae, 2017) จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ประชาชนเลือกที่จะรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพกันมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรผู้ปลูกพืชผักสมุนไพรต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร และประชาชนยังต้องการผักผลไม้ที่มีลักษณะสวยงามสมบูรณ์ จึงเป็นสาเหตุให้เกษตรกรมีการใช้ยาฆ่าแมลงมากขึ้น และมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตเร็วกว่าเวลาที่กำหนดภายหลังการใช้ยาฆ่าแมลง ทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงมากขึ้น (Department

*Corresponding author

E-mail address: Supattra.kl@ubru.ac.th (S. Klangprapun)

Online print: 29 November 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.2022.23>

of Disease Control, Ministry of Public Health, 2016) ดังจะเห็นได้จากการศึกษาการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงในผักพื้นบ้านอีสานและอาหารท้องถิ่นจากตัวอย่างพืชและสัตว์รอบแปลงปลูกพืชที่ใช้สารเคมีฆ่าแมลงในพื้นที่ 4 จังหวัดอีสานตอนล่าง ได้แก่ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ยโสธร และศรีสะเกษ พบการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงในพื้นที่ 4 จังหวัดค่อนข้างสูง (Chaigarun & Wanchana, 2013) โดยกลุ่มของสารเคมีฆ่าแมลงที่ใช้มากในเกษตรกรรมคือกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) ซึ่งเป็นสารเคมีฆ่าแมลงที่ละลายได้ดีในน้ำ มีความเป็นพิษต่อการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (cholinesterase) ในระบบประสาท โดยสารเคมีในกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดีคือ มาลาไธออน (malathion) ไดอาซีนอน (diazinon) เฟนิโตรไทออน (fenitrothion) ไพริมิฟอสเมทิล (pirimiphos methyl) และไดคลอวอส (dichlorvos หรือ DDVP) เป็นต้น สารเคมีกลุ่มนี้สามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการกิน หายใจ และซึมเข้าทางผิวหนัง มีพิษเฉียบพลันต่อมนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลัง จะทำให้มีอาการทางสมองเนื่องจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง เช่น มึนศีรษะ ซึม มึนงง ชัก และหมดสติ และหากมีอาการมากอาจทำให้ถึงแก่ชีวิตเนื่องจากระบบการหายใจล้มเหลวได้ ส่วนสารเคมีฆ่าแมลงอีกกลุ่มที่นิยมใช้กันมากในเกษตรกรรม คือ กลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) ซึ่งโครงสร้างทางเคมีจะมีคาร์บาริล (carbaryl) เป็นองค์ประกอบสำคัญ มักใช้ฆ่าแมลงศัตรูพืชในผลผลิตทางการเกษตร เช่น ผัก ผลไม้ และเมล็ดพืชที่เป็นอาหาร เป็นต้น สารเคมีฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตส่วนใหญ่มีพิษค่อนข้างรุนแรง ยกเว้น คาร์บาริลที่มีฤทธิ์ปานกลาง สามารถดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ โดยเฉพาะรอยแผลหรือรอยข่วน จึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรง กลไกการออกฤทธิ์ของสารเคมีฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตจะยับยั้งการทำงานของอะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ทำให้สารสื่อประสาทอะเซทิลโคลีนถูกทำลาย เกิดอาการพิษจากการทำงานของระบบประสาทโคลิเนอร์จิก (cholinergic neurotransmission) ทำงานมากเกินไป อาการแสดงของความเป็นพิษที่เกิดจากสารเคมีฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมต คือ ปวดศีรษะ วิงเวียน กล้ามเนื้ออ่อนแรง กระตุกหรือสั่น หัวใจเต้นช้าลง รู้สึกบวมหรือแน่นหน้าอก เหงื่อออก คลื่นไส้ ระคายเคืองตา ทำให้สายตาขาดความคมชัด ตาแดง น้ำตาไหล ควบคุมกล้ามเนื้อตาลำบาก ม่านตาหด นอกจากนี้คาร์บาริลซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ หากได้รับการรับประทานจัดเป็นสารก่อมะเร็งได้ (Tansupo et al., 2018) จะเห็นได้ว่าสารเคมีฆ่าแมลงทั้งสองกลุ่มนี้มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสซึ่งเอนไซม์นี้ทำหน้าที่เปลี่ยนอะซิติลโคลีน (acetylcholine) ไปเป็นโคลีน (choline) และอะซิเตท (acetate) จึงทำให้เกิดการค้างของอะซิติลโคลีน ซึ่งจะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและส่วนปลาย โดยเฉพาะยาฆ่าแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ใช้กันโดยทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นพิษแบบเฉียบพลันมากกว่าพิษสะสมแบบเรื้อรัง หากได้รับในปริมาณน้อยจะทำให้เกิดอาการ

คลื่นไส้ วิงเวียน อ่อนเพลีย กล้ามเนื้อกระตุก แน่นหน้าอก อาเจียน ท้องเดิน ตาพว้า น้ำลายออกมากผิดปกติ และถ้าได้รับปริมาณมากขึ้นจะทำให้หมดสติ น้ำลายฟูมปาก ออกรางสีสวะราด กล้ามเนื้อกระตุกทั่วตัว ชัก หายใจลำบาก และหยุดหายใจ (Sroijit & Klongthalay, 2019)

ถึงแม้ว่าผักสมุนไพรจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่หากพบการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงย่อมเกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาศาสนาเคมีฆ่าแมลงที่ตกค้างในผักสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงในผักสมุนไพรที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อนำมาเป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการประเมินสถานการณ์เบื้องต้นของสารเคมีตกค้างที่พบในผักสมุนไพร และเป็นข้อมูลในการหาแนวทางแก้ปัญหาต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลผักที่มีจำหน่ายตามตลาดสดเทศบาลประจำอำเภอ จำนวน 12 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองอุบลราชธานี อำเภวารินชำราบ อำเภอเดชอุดม อำเภอดอนมดแดง อำเภอเชียงม่วน อำเภอวังสามหมอ อำเภอนาจะหลวย อำเภอน้ำยืน อำเภอสำโรง อำเภอสุวรรณภูมิ อำเภอเหล่าเสือโก้ก และอำเภอนาเยีย พบว่า ผักจำหน่ายผักในแต่ละอำเภอจะรับผักมาจากตลาดสดเทศบาล 1 อำเภวารินชำราบ ซึ่งเป็นตลาดขายส่งผักขนาดใหญ่ในจังหวัดอุบลราชธานี ผู้วิจัยจึงได้ทำหนังสือขอข้อมูลผู้ขายผักจากเทศบาลเมืองวารินชำราบ เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะผู้ขายผักในลักษณะขายส่ง แล้วทำการสุ่มตัวอย่างผักสมุนไพรแบบเจาะจงตามเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่

- 1) เป็นผักที่มีสรรพคุณทางยาและจำหน่ายในร้านค้าส่ง
- 2) มีส่วนที่ใช้ตรงกับสรรพคุณทางยา

ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนเมษายน 2565 แบบเจาะจงจากแผงผักตรงส่วนล่าง ส่วนกลาง ส่วนบน ของตัวอย่างแต่ละชนิด แล้วนำมาทดสอบสารเคมีตกค้างในตัวอย่างโดยใช้ชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค (MJPk test kit) โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ กรณีผลการทดสอบแสดงผลแตกต่างกันในแต่ละการทดสอบจะพิจารณาเลือกผลที่ปรากฏ 2 ใน 3

การทดสอบสารเคมีตกค้างด้วยชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค

การทดสอบสารเคมีตกค้างโดยชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยการเตรียมสารสกัดตัวอย่าง หั่นผักที่จะตรวจให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 2 – 3 มม. ใส่ลงในขวดสกัดตัวอย่างให้ได้ 3 ซีดของขวด เติมน้ำยาสกัด 6 มล. ปิดฝาขวดให้แน่น เขย่าแรง ๆ ประมาณ 2 นาที รินน้ำยาสกัดลงหลอดทดลองจนหมด

จากนั้นระเหยน้ำยาสกัดในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 – 50 °C จนเหลือน้ำยาสกัดประมาณ 1 หยด แล้วยกออก หมุนหลอดจนน้ำยาแห้ง จากนั้นเติมน้ำยาทดสอบ 2 ลงในหลอดตัวอย่างและหลอดควบคุมหลอดละ 3 มล. และเขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำยาทดสอบ 1 ลงในหลอดทดลอง และหลอดควบคุมหลอดละ 3 มล. และเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเทสารละลายจากหลอดตัวอย่างลงในหลอดใหม่ เติมน้ำยาทดสอบ 3 ลงในหลอดใหม่และหลอดควบคุมหลอดละ 2 หยด เขย่าให้เข้ากันและสังเกตสีที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับสีของหลอดควบคุม แล้วทำการแปลผลระดับความปลอดภัย โดยดูปฏิกิริยาการเปลี่ยนสี ถ้าสีที่เกิดขึ้นเป็นสีส้มเข้ม อยู่ในระดับปลอดภัย (safe level) สีส้มปนชมพู อยู่ในระดับไม่ปลอดภัย (unsafe level) ถูกยับยั้ง ร้อยละ 15 ส่วนถ้าสีที่เกิดขึ้นเป็นสีชมพู อยู่ในระดับไม่ปลอดภัยมาก (very unsafe level) (Chaikiang et al., 2012)

ผลการวิจัย

ผลการเก็บตัวอย่างพืชผักสมุนไพร

จากข้อมูลผู้จำหน่ายผักของเทศบาลเมืองวารินชำราบ พบว่า มีผู้จำหน่ายผักในลักษณะขายส่งจำนวนทั้งสิ้น 5 ร้าน จำหน่ายผักที่เป็น

สมุนไพรจำนวน 41 ชนิด เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์คัดเข้า คือ 1) เป็นผักที่มีสรรพคุณทางยา และ 2) มีส่วนที่ใช้ตรงกับสรรพคุณทางยา พบว่ามีผักสมุนไพรจำนวน 14 ชนิด ที่เป็นไปตามเกณฑ์ ดังแสดงใน Table 1

ผลการทดสอบสารเคมีตกค้างด้วยชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค

ผลการทดสอบสารเคมีตกค้างในผักสมุนไพรทั้ง 14 ชนิด จากร้านที่จำหน่ายผักในลักษณะขายส่ง 5 ร้าน ด้วยชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเป็นชุดทดสอบที่ใช้หลักการยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (colorimetric cholinesterase inhibitor assay) ให้ผลการทดสอบได้ถูกต้อง ร้อยละ 85 ให้ผลบวกหลง ร้อยละ 15 ผลลบหลง ร้อยละ 0 มีความจำเพาะ ร้อยละ 81 ความไว ร้อยละ 100 ปริมาณต่ำสุดในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เท่ากับ ร้อยละ 15 และระดับต่ำสุดที่ตรวจได้ คือ 0.05 มก./กก. (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2017; Liaotrakoon et al., 2020) แสดงดัง Table 2

จากผลการทดสอบ เมื่อนำมาพิจารณาตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงในผักสมุนไพร ได้ผลดังแสดงใน Table 3

Table 1 Herbal vegetables from the wholesale market in Ubon Ratchathani Province

Name of herbal vegetables	Part used	Bioactivities
1. Ginger (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe)	rhizome	antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, anticancer, neuroprotective, cardiovascular protective, respiratory protective, antiobesity, antidiabetic, antinausea, antiemetic activities (Mao et al., 2019) carminative, antifatulent (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2019)
2. Kaempfer (<i>Boesenbergia rotunda</i> (L.))	rhizome	antibacterial activity, antioxidant and anticancer activities (Taechowisan et al., 2017)
3. Garlic (<i>Allium sativum</i>)	bulb	lipid-lowering activity, antithrombotic activity, antineoplastic activity, antimicrobial activity, antihypertensive activity (Tattelman, 2005) carminative, expectorant (Department of Medical Sciences, , Ministry of Public Health 2019)
4. Pepper (<i>Piper nigrum</i> L.)	fruit	antihypertensive, antiplatelet, antioxidant, antitumor, anti-asthmatics, analgesic, anti-inflammatory, anti-diarrheal, antispasmodic, antidepressants, immunomodulatory, anticonvulsant, anti-thyroids, antibacterial, antifungal, hepatoprotective, insecticidal and larvicidal activities (Damanhouri & Ahmad, 2014) stomachic, carminative (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2019)
5. Shallots (<i>A. cepa</i> L. var. <i>ascalonicum</i> Backer)	bulb	carminative, expectorant (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2019)
6. Chili Pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.)	fruit	gastro-intestinal stimulant, counter-irritant (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2019)
7. Galanga (<i>Alpinia galanga</i> L.)	rhizome	anti-inflammatory, anti-acetylcholinesterase activity, anti-cancer, antimelanogenic potentials, platelet-activating factor antagonist and hepatoprotective activity, antileishmanial activity, antimicrobial activities and antioxidant activity (Kaushik et al., 2011)
8. Sweet basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	leaf/ whole plant	antioxidant activity, antibacterial activity, antimicrobial activity,

Name of herbal vegetables		Part used	Bioactivities
			antifungal activity, antiviral activity, cytoprotective effects, anticonvulsant activity, hypoglycaemic and hypolipidemic effects, hepato-protective, reno-protective, neuro-protective activities, spermicidal effects, dermatologic effects and insecticidal effects (Rubab et al., 2017)
9.	Holy basil (<i>Ocimum tenuiflorum</i> L.)	leaf/ whole plant	pharmaceutic aid (flavouring agent), carminative (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2019)
10.	Lemon basil (<i>Ocimum americanum</i> L.)	leaf	antimicrobial activity (Thaweboon & Thaweboon, 2009), anti-inflammatory activity (Yamada et al., 2013) anti-herpes simplex virus activity (Yucharoen et al., 2011) hepatoprotective activity (Aluko et al., 2013)
11.	Coriander (<i>Coriandrum sativum</i> L.)	leaf/ whole plant	analgesic activity, anthelmintic activity, antibacterial activity, anti-cancer activity, anti-convulsant activity, anti-fungal activity, anti-inflammatory activity, antioxidant activity, anxiolytic activity, hypoglycemic activity, hypolipidemic activity, insecticidal activity, memory-enhancing activity, sedative hypnotic activity (Laribi et al., 2015)
12.	Wild betel leaf bush (<i>Piper sarmentosum</i> Roxb.)	leaf	antiplatelet aggregation, antibacterial, antiparasmodial activity against <i>Plasmodium falciparum</i> and <i>Plasmodium berghei</i> , antioxidant and superoxide scavenger and an antiprotozoal effect against <i>Entamoeba histolytica</i> (Rahman et al., 2016)
13.	Water convolvulus (<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk. Var. reptan)	whole plant	detoxify, relieves swelling (Wutithamawech, 1997)
14.	Citrus hystrix leaf (<i>Citrus hystrix</i> DC.)	leaf	pharmaceutic aid (flavouring agent), carminative (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2019)

Table 2 The results of pesticides residues by MJPk test-kit in herbal vegetables 14 type

No.	Name of herbal vegetables	Sources of herbal vegetables				
		1	2	3	4	5
1	Ginger	+++	+++	+++	+++	+++
2	Kaempfer	+++	+++	++	++	+++
3	Garlic	-	-	-	-	-
4	Pepper	++	++	++	++	++
5	Shallots	++	++	-	++	++
6	Chili Pepper	++	++	-	++	-
7	Galanga	++	++	++	++	++
8	Sweet basil	++	++	++	++	++
9	Holy basil	+++	+++	++	++	++
10	Lemon basil	++	++	++	++	++
11	Coriander	-	++	-	-	++
12	Wild betel leaf bush	++	++	++	++	++
13	Water convolvulus	++	++	-	++	-
14	Citrus hystrix leaf	++	++	+++	+++	++

- = very unsafe level, ++ = unsafe level (inhibition 15 %), +++ = safe level

Table 3 Pesticides residues from 5 wholesale sources. Classified by safe level, unsafe and very unsafe

No.	Name of herbal vegetables	Pesticides residues (%)		
		Safe level	Unsafe level (inhibition 15 %)	Very unsafe level
1	Ginger	100	-	-
2	Kaempfer	60	40	-
3	Garlic	-	-	100
4	Pepper	-	100	-
5	Shallots	-	80	20
6	Chili Pepper	-	60	40
7	Galanga	-	100	-
8	Sweet basil	-	100	-
9	Holy basil	40	60	-
10	Lemon basil	-	100	-
11	Coriander	-	40	60
12	Wild betel leaf bush	-	100	-
13	Water convolvulus	-	60	40
14	Citrus hystrix leaf	40	60	-

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาผู้วิจัยใช้ชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเป็นชุดทดสอบที่มีความจำเพาะในการตรวจพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต (Pakakatsama et al., 2016) ซึ่งเป็นสารเคมีกลุ่มที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชมากที่สุด (Suraporn, 2019) โดยผักสมุนไพรที่มีสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมาก คือ กระเทียม (ร้อยละ 100) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในการปลูกกระเทียมนั้นคือการเกิดโรคแอนแทรกโนส (anthracnose disease) ที่มีสาเหตุจากเชื้อราทำให้ใบเน่าเสีย ต้นแคระแกรน และอาจพบโรคนี้อย่างแพร่หลายตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจึงทำให้เกษตรกรต้องป้องกันและกำจัดโดยการฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดเชื้อรา (Seemadua & Trakunsukharat, 2017) สอดคล้องกับการศึกษาของTengchaiyapoom & Phansawan (2018) ที่ทำการหาปริมาณการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสและคาร์เบนดาซิมในหอมแดงและกระเทียม ในจังหวัดพะเยา โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่าในกระเทียมมีการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส เฉลี่ยเท่ากับ 1.1 ± 0.02 มก./กก. ซึ่งเกินค่ามาตรฐานการตกค้างของสหภาพยุโรป โดยสารคลอร์ไพริฟอสเป็นสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ที่ถูกห้ามใช้เนื่องจากมีพิษร้ายแรงมาก (Sahaya, 2014) จึงเป็นที่น่าสังเกตว่ากระเทียมซึ่งเป็นสมุนไพรไทยที่มีข้อบ่งใช้ภายในสำหรับขับลมในลำไส้ แก้อืดท้องเฟ้อ ใช้ภายนอกแก้กลากเกลื้อน ใช้ร่วมกับการควบคุมอาหารในกรณีมีไขมันในเลือดสูง และช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดตามวัย (Subcommittee on the Preparation of Monographs of Selected Thai Materia Medica, 2020) และยังมีผลิตภัณฑ์จากกระเทียมจำหน่ายในท้องตลาด รวมถึงการรับประทานกระเทียมสดของผู้บริโภคที่เชื่อว่าจะมีความปลอดภัย มีประโยชน์ทั้งในด้านการต้าน

อนุมูลอิสระ ป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ลดไขมันในเลือด ป้องกันเลือดจับตัวเป็นลิ่ม รักษาความดันโลหิตสูง ด้านมะเร็ง และใช้เป็นยาปฏิชีวนะอาจทำให้มีความเสี่ยงที่จะได้รับสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างได้ (Bangsumruaj, 2010) นอกจากนี้ยังพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมากในผักสมุนไพรอีกหลายชนิด ได้แก่ ผักชี (ร้อยละ 60) พริกขี้หนู (ร้อยละ 40) ผักบุ้งจีน (ร้อยละ 40) และหอมแดง (ร้อยละ 20) เช่นกันกับการศึกษาของ Poophalee et al. (2016) ที่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับไม่ปลอดภัยของพริกแดงจำนวน 11 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 84.6 ผักชีจำนวน 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 23.1 ตามลำดับ จากจำนวน 13 ตัวอย่าง ที่นำมาทดสอบ สำหรับการตรวจสอบพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมากในผักบุ้งจีน สอดคล้องกับรายงานของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบปริมาณสารพิษตกค้างในผักบุ้งจีนที่สูงเกินกว่าค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit; MRL) (Thailand Pesticide Alert Network, 2016) ส่วนการพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมากในตัวอย่างหอมแดง สอดคล้องกับการศึกษาของ Tengchaiyapoom & Phansawan (2018) ที่พบปริมาณการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสในหอมแดงจำนวน 17 ตัวอย่าง จาก 22 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 77 โดยมีปริมาณตกค้างเท่ากับ 0.2 ± 0.03 มก./กก. ซึ่งเกินค่ามาตรฐานการตกค้างของสหภาพยุโรป แต่ในประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดค่ามาตรฐานการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงที่ใช้กับผลผลิตทางการเกษตร จึงทำให้สามารถพบการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงในผักสมุนไพรได้

การตรวจสอบพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างระดับที่ไม่ปลอดภัยในผักสมุนไพร ได้แก่ พริกไทย ข่า โหระพา แมงลัก และข้าวพลู แสดงให้เห็นถึงความสามารถของชุดทดสอบในการยับยั้งการทำงานของ

เอนไซม์ร้อยละ 15 ซึ่งเป็นปริมาณต่ำสุดที่ชุดทดสอบสามารถตรวจสอบได้ แต่ยังคงเป็นปริมาณที่ทำให้ร่างกายสามารถเกิดพิษได้เล็กน้อย (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2017)

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าชนิดของผักสมุนไพรที่พบการตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงเหล่านี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่มักรับประทานสด ไม่ผ่านการปรุงสุกหรือผ่านความร้อนทำให้สารเคมีที่ตกค้างไม่สลายตัว เกิดการสะสมในร่างกายและออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท โดยไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสทำให้เกิดการค้างของอะซิติลโคลีนที่ปลายประสาท ส่งผลให้ร่างกายเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน และหากสะสมในร่างกายในระยะเวลาอันยาวนานจะทำให้กล้ามเนื้อ ไบพนา หนังกา และลิ้นกระตุกได้ หรือหากมีอาการรุนแรงมากอาจทำให้เกิดอาการหัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตสูง และการหายใจล้มเหลว (Srojitt & Klongthalay, 2019) อีกทั้งการใช้สารเคมีฆ่าแมลงยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แมลงพัฒนาความสามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้ ส่งผลให้ต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีฆ่าแมลง เกิดการสะสมของสารพิษในสภาพแวดล้อม และมีการปนเปื้อนของสารเคมีฆ่าแมลงในปริมาณที่สูง (Suraporn, 2019) เป็นวัฏจักรต่อเนื่อง ดังนั้น หากต้องการส่งเสริมให้มีการใช้ยาสมุนไพรโดยเฉพาะกลุ่มผักสมุนไพรในครัวเรือนเพื่อลดการใช้ยาแผนปัจจุบันซึ่งมีผลข้างเคียงที่มากกว่าและลดการนำเข้ายาจากต่างประเทศ นอกจากจะต้องให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ผักสมุนไพรแล้ว การมีมาตรการกำกับดูแลจากภาครัฐเกี่ยวกับการใช้สารเคมีฆ่าแมลงในผักสมุนไพร คงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกิดการใช้สารเคมีฆ่าแมลงอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ (Tangtong et al., 2017) ส่งผลให้เกิดการลดปริมาณสารตกค้างของสารเคมีฆ่าแมลงที่จะสะสมในร่างกายของผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตาม แนวทางสำคัญที่จะป้องกันอันตรายจากการรับประทานผักสมุนไพรที่มีสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างได้นั้น ควรมีการถ่ายทอดความรู้ให้กับประชาชนที่เป็นผู้บริโภค ให้ตระหนักถึงอันตรายจากการรับประทานผักสมุนไพรที่มีสารเคมีฆ่าแมลงตกค้าง ให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริโภคผักสมุนไพรที่ควรมีการล้างให้สะอาดก่อนบริโภค และหากต้องการให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนควรส่งเสริมให้มีการปลูกพืชเกษตรอินทรีย์ ซึ่งจะเป็นแนวทางที่ช่วยทำให้เกิดความสมดุลของสิ่งแวดล้อม เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ และผู้บริโภคมีความปลอดภัยจากการบริโภคผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย (Chinnawong, 2015)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการตรวจสอบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในผักสมุนไพรที่มีจำหน่ายในตลาดขายส่งผักในจังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ชุดทดสอบเอ็ม เจ ที เค ที่มีความจำเพาะในการตรวจพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตซึ่งพบมากในระดับไม่ปลอดภัย

ถึงไม่ปลอดภัยมาก โดยจะเห็นได้ว่าส่วนมากผักสมุนไพรที่พบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่มักรับประทานสด ไม่ผ่านการปรุงสุกหรือผ่านความร้อน จึงอาจทำให้เกิดการสะสมของสารเคมีฆ่าแมลงในร่างกายได้ ดังนั้น หากมีการส่งเสริมให้ประชาชนรับประทานผักเป็นยา ควรมีการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริโภคผักสมุนไพรแก่ผู้บริโภคอย่างถูกต้อง และมีมาตรการกำกับดูแลการใช้สารเคมีฆ่าแมลงหรือส่งเสริมการปลูกพืชในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อลดปริมาณสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในร่างกายและสิ่งแวดล้อม ส่งผลต่อการดูแลสุขภาพอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ได้รับความอนุเคราะห์วัสดุ - อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการทำวิจัยจากศูนย์วิจัยและพัฒนาฯ ไทยและผลิตภัณฑ์สมุนไพร คณะแพทยแผนไทยและแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี และได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลรายชื่อแผงจำหน่ายผักในตลาดสดเทศบาล 1 อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จากเทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

References

- Aluko, B. T., Oloyede, O. I., & Afolayan, A. J. (2013). Hepatoprotective activity of *Ocimum americanum* L. leaves against paracetamol-induced liver damage in rats. *American Journal of Life Sciences*, 1(2), 37–42.
- Bangsumruaj, J. (2010). Garlic and antioxidation. *HCU Journal of Health Science*, 18(2), 113–122. (in Thai)
- Chaigarun, S., Somboon, S., & Wanchana, S. (2013). Insecticide residues in Isan vegetable and local foods. *KKU Journal for Public Health Research*, 6(3), 122–129. (in Thai)
- Chaikiang, C., Janmanee, S., & Hnookaw, O. (2012). Detection of insecticides residues in vegetables from the market in Muang district Suratthani Province. *Proceedings of the 50th Kasetsart University annual conference: Science, natural resources and environment* (pp. 263 – 271). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Chinnawong, T. (2015). Organic farming is the route to enhancing the quality of life for indigenous peoples in Surin for restoring natural resources, environment and for promoting sustainable development. *Koch Cha Sam Journal of Science*, 37(1), 17–30. (in Thai)

- Damanhour, Z. A., & Ahmad, A. (2014). A review on therapeutic potential of *Piper nigrum* L. black pepper): The King of spices. *Medicinal & Aromatic Plants*, 3(3), 1–6. doi: 10.4172/2167-0412.1000161
- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health (2019). *Thai herbal pharmacopoeia 2019*. Nonthaburi: Ministry of Public Health. (in Thai)
- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. (2017). *Test kit*. Accessed July 6, 2022. Retrieved from <http://rmsc8.dmsc.moph.go.th/CMS/>. (in Thai)
- Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (2016). *Health effect from pesticides*. Accessed July 6, 2022. Retrieved from <http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/106>. (in Thai)
- Kanghae, K. (2017). *Take food as your medicine*. Accessed July 6, 2022. Retrieved from <https://www.thaihealth.or.th/Content/>. (in Thai)
- Kaushik, D., Yadav, J., Kaushik, P., Sacher, D., & Rani, R. (2011). Current pharmacological and phytochemical studies of the plant *Alpinia galanga*. *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 9(10), 1061-1065.
- Laribi, B., Kouki, K., M'Hamdi, M., & Bettaieb, T. (2015). Coriander (*Coriandrum sativum* L.) and its bioactive constituents. *Fitoterapia*, 103(1), 9–26. doi:10.1016/j.fitote.2015.03.012
- Liaotrakoon, W., Liaotrakoon, V., Peanleangchep, P., & Duamkhanmanee, R. (2020). Detection of organophosphate and carbamate pesticide residues in fresh vegetables in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province and effectiveness of washing methods on pesticide residues in kale. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 38(1), 131–138. (in Thai)
- Mao, Q. Q., Xu, X. Y., Cao, S. Y., Gan, R. Y., Corke, H., Beta, T., & Li, H. B.. (2019). Bioactive compounds and bioactivities of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Foods*, 8,185. doi: 10.3390/foods8060185.
- Pakakatsama, P., Saisin, S., & Sutin, S. (2016). Detection of organophosphate and carbamate pesticides residues in vegetables in Samutprakarn Province. *APHEIT Journal*, 5(1), 22–30. (in Thai)
- Poophalee, T., Wongwattanasathien, O., Arparsrithongsakul, S., & Supuntee, M. (2016). Prevalence of pesticide residues in vegetables from markets and supermarkets in Muang district, Maha Sarakham Province. *Thai Journal of Pharmacy Practice*, 8(2), 399–409. (in Thai)
- Rahman, S. F. S. A., Sijam, K., & Omar, D. (2016). *Piper sarmentosum* Roxb.: A mini review of ethnobotany, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, 2(5), 00031. doi: 10.15406/japlr.2016.02.00031
- Rubab, S., Hussain, I., Khan, B. A., Unar, A. A., Abbas, K. A., Khichi, Z. H., Khan, M., Khanum, S., Rehman, K. U. and Khan, H. (2017). Biomedical description of *Ocimum basilicum* L. *Journal of Islamic International Medical College*, 12(1), 59–67.
- Sahaya, S. (2014). *Mechanism of activity of 29 groups of chemical insecticides*. Accessed July 6, 2022. Retrieved from <http://www.ppsf.doe.go.th/wordpress/wp-content/uploads/2018/08.pdf> (in Thai)
- Seemadua, S., & Trakunsukharat, P. (2017). *Onion and garlic disease*. Accessed September 25, 2022. Retrieved from <https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=1217>. (in Thai)
- Srojitt, O. Y., & Klongthalay S. (2019). An investigation of insecticide residues of organophosphate and carbamate compounds in vegetables for food preparation in restaurants near Rangsit University, Lak Hok subdistrict, Mueang Pathum Thani district, Pathum Thani Province. *Proceeding of the Rangsit University National Conference 2019* (pp. 138–149). Pathum Thani: Rangsit University. (in Thai)
- Subcommittee on the Preparation of Monographs of Selected Thai Materia Medica. (2020). *Kra Thiam. Journal of Thai Traditional & Alternative Medicine*, 18(1), 203-208. (in Thai)

- Suraporn, S. (2019). Mechanism of insecticide resistance to insect. *Prawarun Agricultural Journal*, 16(1), 34–48. (in Thai)
- Taechowisan, T., Chaisaeng, S., & Phutdhawong, W. S. (2017). Antibacterial, antioxidant and anticancer activities of biphenyls from *Streptomyces* sp. BO-07: An endophyte in *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf A. *Food and Agricultural Immunology*, 28(6), 1330–1346. doi: 10.1080/09540105.2017.1339669
- Tangtong, C., Khongnil, P., Panyakit, I., Arayakittipong, P., Chanbuey, K., Sittiwitchaporn, S., Rudeechoensakun, S., & Arphom, S. (2017). Efficiency improvement for the supervision of agrochemical shop to reduce pesticide residue problem in agricultural commodities. *Prawarun Agricultural Journal*, 14(2), 199–207. (in Thai)
- Tansupo, P., Suwannasom, P., & Palama, T. (2018). *Qualitative analysis of pesticide residues in fresh and processed products of vegetables and fruits in Maha Sarakham Province* (Research report). Maha Sarakham: Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)
- Tattelman, E. (2005). Health effects of garlic. *American Family Physician*, 72(1), 103–106.
- Tengchaiyapoom, P., & Phansawan, B. (2018). Determination of chlorpyrifos and carbendazim residues in shallots and garlics in Phayao Province. *Proceedings of the 3rd KU SRC annual conference* (pp. 142–147). Chon Buri: Kasetsart University, Sriracha Campus. (in Thai)
- Thailand Pesticide Alert Network. (2016). *Surveillance results of pesticide residues in vegetables and fruits for the year 2016*. Accessed July 17, 2022. Retrieved from www.thaipan.org/%0Asites/default/files/file/pesticide_d oc24_press_4_5_2%0A559.pdf (in Thai)
- Thaweboon, S., & Thaweboon, B. (2009). In vitro antimicrobial activity of *Ocimum americanum* L. essential oil against oral microorganisms. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 40(5), 1025–1033.
- Wongwattanasathien, O., Kulthinee, S., Kwansawat, T., & Thongsodsang K. (2018). Osteoporosis prevention for elderly using local Thai wisdom through community-based participation in Haisoke subdistrict, Buddaisong district, Burirum Province. *Journal of Science and Technology Rajabhat Maha Sarakham University*, 1(2), 12–22. (in Thai)
- Wutithamaweck, W. (1997). *Encyclopedia of Thai herbs and medicinal plants for therapeutic use (1st ed.)*. Bangkok: Odeon store. (in Thai)
- Yamada, A. N., Grespan, R., Yamada, A. T., Silva, E. L., Silva-Filho, S. E., Damiao, M. J., de Oliveira Dalalio, M. M., Bersani-Amado, C. A., & Cuman, R. K. N. (2013). Anti-inflammatory activity of *Ocimum americanum* L. essential oil in experimental model of zymosan-induced arthritis. *The American Journal of Chinese Medicine*, 41(4), 913–926. doi: 10.1142/S0192415X13500614
- Yucharoen, R., Anuchapreeda, S., & Tragoolpua, Y. (2011). Anti-herpes simplex virus activity of extracts from the culinary herbs *Ocimum sanctum* L., *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum americanum* L. *African Journal of Biotechnology*, 10(5), 860–866. doi: 10.5897/AJB10.1351

Research article

Detection of pesticide residues in herbal vegetables from markets in Ubon Ratchathani Province

Supattra Klangrapun^{*}, Monthira Paranasee and Saran Chaweerak

*Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Thai Traditional and Alternative Medicine,
Ubon Ratchathani Rajabhat University, Muang Ubon Ratchathani, Ubon Ratchathani, 34000*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 10 August 2022

Revised: 28 September 2022

Accepted: 24 October 2022

Online published: 29 November 2022

Keyword

Garlic

Herbal vegetables

MJPK test kit

Pesticide residues

ABSTRACT

Various herbal vegetables provide a variety of health benefits to the body. However, the contamination of pesticides in these herbs could bring about negative effects to consumer's health. This research is tasked to study about the pesticide residues in herbs from markets in Ubon Ratchathani Province. The samples are selected from a wholesale market in Ubon Ratchathani. The inclusion criteria includes the samples of herbs with known medical properties which are sold at the Ubon Ratchathani wholesale markets and contain parts which are used as medicine. The pesticide residues are tested using the MJPK test kit obtained from the Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. The result showed that 14 samples meet the criteria from 5 wholesale sources. The rest 5 samples found pesticide residues at the critically unsafe level, including garlic (100 %), coriander (60 %), guinea-pepper (40 %), water convolvulus (40 %) and shallots (20 %). Moreover, there are samples which are found to reach 100% unsafe level of pesticide residues including pepper, galangal, sweet basil, lemon basil and wild betel leaf bush. As for the herbal vegetables that are found, the pesticide residues are mostly found in freshly eaten vegetables. It is very harmful to the body as we consume these vegetables. Therefore, a good level of understanding for herbal vegetables consumption and pesticide management is necessary.

^{*}Corresponding author

E-mail address: Supattra.kl@ubru.ac.th (S. Klangrapun)

Online print: 29 November 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/1/paj.2022.23>



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

บทความวิจัย

ประสิทธิภาพของการต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในช่องปากและทางเดินหายใจของสารสกัดจากผลมะกอกป่าสุก และผลกระทบของสารสกัดต่อน้ำยาฆ่าเชื้อบางชนิด

วุฒิสักดิ์ คุณ¹ พิบูลณ์ เห่ง² ปรดา เพชรสุข² วราภรณ์ พันธุ์พรหม² และ สุภาวดี ปาธานานนท์^{3*}

¹สาขาเทคนิคการสัตวแพทย์และการพยาบาลสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

²คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

³ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 4 ตุลาคม 2565

แก้ไข: 28 พฤศจิกายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 28 พฤศจิกายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 8 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

มะกอกป่า

ฤทธิ์ทางชีวภาพ

การอักเสบ

จุลชีพก่อโรค

การต้านเชื้อจุลชีพ

บทคัดย่อ

การดื้อยาของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในช่องปากและทางเดินหายใจ ส่งผลให้การรักษามีประสิทธิภาพที่ลดลง และมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ สุนัขและแมวที่เข้ารับการรักษาเป็นอย่งยิ่ง ได้มีการศึกษาสารออกฤทธิ์ในธรรมชาติ เพื่อใช้ในการรักษาและป้องกันการติดเชื้อในช่องปาก เป้าหมายของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในช่องปากและทางเดินหายใจของสารสกัดจากผลมะกอกป่าสุก และผลกระทบของสารสกัดต่อน้ำยาฆ่าเชื้อบางชนิด เชื้อจุลินทรีย์ที่มีการใช้ในช่องปาก สารตัวอย่าง HRIT70ET, HRIT95ET และ HRIPO60C70AC ถูกนำมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในช่องปากและทางเดินหายใจ ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดทั้งสามไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *C. albicans* และ *H. influenza* ได้ อย่างไรก็ตาม สารสกัด HRIT70ET สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175 ได้ ที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 3.0 mg/ml นอกจากนี้ HRIT70ET มีบทบาทในการลดประสิทธิภาพของ Chlorhexidine ทำให้สารสกัด HRIT70ET ไม่สามารถนำไปใช้หรือเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ที่มียา Chlorhexidine เป็นองค์ประกอบได้

บทนำ

ปัญหาการติดเชื้อในช่องปาก และทางเดินอาหาร ยังเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในประชากรทุกเพศ และวัย โดยเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง หรือโรคเอดส์ ซึ่งมีพยาธิสภาพจากการติดเชื้อในช่องปากที่รุนแรงกว่าคนปกติทั่วไป เนื่องจากช่องปากจัดเป็นบริเวณที่พบเชื้อก่อโรคแฝงตัวอยู่หลากหลายชนิด ทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และโปรโตซัว ซึ่งเชื้อบางชนิดจะก่อให้เกิดโรคฟันผุ และโรคปริทันต์อักเสบได้ รวมทั้งโรคลิ้นขาวที่เกิดจากการติดเชื้อรา *Candida albicans* (Paramaporn et.al., 2012) ซึ่งการสะสมของการอักเสบในระยะเวลานานอาจนำมาซึ่งการเกิดมะเร็ง นอกจากนี้การติดเชื้อในช่องปากยังเป็นปัญหาสำคัญในสุนัข โดยในสุนัขที่มีอายุ 3 ปีขึ้นไป พบโรคเหงือกอักเสบถึง 80-90 % ในกรณีที่รุนแรงที่มีการติดเชื้อในช่องปากแล้วเชื้อแบคทีเรียเข้าสู่กระแสเลือด อาจทำให้เกิดการติดเชื้อในระบบอื่นๆ ในร่างกายของสุนัขเช่น หัวใจ ตับ ไต เกิดการล้มเหลวของอวัยวะ อาจทำให้สุนัขเสียชีวิตได้ ความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อและปริมาณของเชื้อที่อยู่ในร่างกายของสุนัข (Daraneet et al., 2016)

การติดเชื้อในช่องปากและทางเดินหายใจ เป็นประเด็นปัญหาหนึ่งที่พบได้บ่อยทั้งในคน และสัตว์ ซึ่งปัญหานี้มีจุลชีพก่อโรคหลาย

ชนิดเป็นสาเหตุ จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าหนึ่งในสาเหตุหลักของโรคฟันผุ และโรคปริทันต์อักเสบ เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียก่อโรคสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*Streptococcus mutans*) แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*) *Actinobacillus actinomycetemcomitans* และ *Porphyromonas gingivalis* (Ngamporn et.al., 2011) เชื้อรา แคนดิดา อัลบิแคน (*Candida albicans*) ที่ก่อโรคลิ้นขาว เชื้อ *Haemophilus influenzae* ที่ก่อโรคในระบบทางเดินหายใจ โดยพบว่า *S. mutans* และแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*) สามารถก่อโรคฟันผุและโรคปริทันต์อักเสบได้ทั้งในคนและสุนัข ถึงแม้จะมีการรักษาด้วยวิธีการต่าง ๆ มากมายแต่ยังมีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบด้านลบต่อการรักษานั้นคือ การดื้อยาของเชื้อส่งผลให้การรักษามีประสิทธิภาพที่ลดลง และมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาเป็นอย่งยิ่ง เพื่อลดผลกระทบด้านลบต่อกระบวนการรักษาและป้องกันปัญหาเกี่ยวกับการติดเชื้อในช่องปาก ได้มีการศึกษาสารออกฤทธิ์ในธรรมชาติ เพื่อใช้ในการรักษาและป้องกันการติดเชื้อในช่องปาก และโรคมะเร็งชนิดต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีสารออกฤทธิ์ในธรรมชาติที่ถูกพบจำนวนมาก และมีที่มาจากหลายแหล่งทั้งในพืช สัตว์ และจุลชีพต่าง ๆ (Gomes et.al., 2010)

*Corresponding author

E-mail address: Supawadee_P@rmu.ac.th (S. Patathananone)

Online print: 8 December 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.2022.24>

มะกอกป่า (*Spondias pinnata*) เป็นไม้ยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทยด้วย โดยจัดเป็นไม้ยืนต้นผลัดใบ มีความสูงของต้นประมาณ 15-25 เมตร ลำต้นตั้งตรงและมีลักษณะกลม เรือนยอดเป็นพุ่มกลม แตกกิ่งก้านโปร่ง กิ่งมักห้อยลง เปลือกต้นเป็นสีเทา เปลือกหนาเรียบ มีปุ่มปมบ้างเล็กน้อย และมีรูอากาศตามลำต้น กิ่งอ่อนมีรอยแผลการหลุดร่วงของใบ ตามเปลือก ใบ และผลมีกลิ่นหอม มักพบขึ้นตามป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าแดง และป่าดิบแล้งทุกภาคของประเทศไทย (Homhual, 2015)

รายงานวิจัยก่อนหน้านี้ ได้ศึกษาส่วนประกอบของต้นมะกอกป่า โดยการใช้เปลือกของต้นมะกอกป่ามาสกัดสารออกฤทธิ์และแยกบริสุทธิ์ จากนั้นศึกษาคุณสมบัติด้านชีวภาพ จากผลการศึกษาพบว่าส่วนเปลือกลำต้นมีเมทิล แกลเลท (Methyl gallate) เป็นสารพฤกษเคมีหลักที่แสดงคุณสมบัติในการเป็นสารต้านมะเร็งสมอง (human glioblastoma) (Chaudhuri et.al., 2015) เซลล์มะเร็งปอดและมะเร็งเต้านม (Ghate et.al., 2014) ด้วยกลไกกระตุ้นให้เซลล์มะเร็งเกิดการตายแบบอะพอพโทซิส นอกจากนี้ สารสกัดจากเปลือกลำต้นมะกอกป่าที่สกัดด้วยตัวทำละลายร้อยละ 70 โดยปริมาตรของเมทานอล (70%v/v Methanol) มีส่วนช่วยกระตุ้นให้กลุ่มเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant enzyme) ในตับของหนูไมค์ (mice) เพิ่มขึ้น ช่วยยับยั้งการเกิดลิพิด เพอออกซิเดชัน (lipid peroxidation) โปรตีน ออกซิเดชัน (protein oxidation) และไฟโบรซิส (liver fibrosis) ได้ด้วย (Hazra et.al., 2013) ยิ่งไปกว่านั้น ผลมะกอกป่าในสกุล สปอนดิแอส (Genus *Spondias*) ยังมีรายงานการค้นพบสารพฤกษเคมีในกลุ่มฟีนอลิก (phenolics) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เทอพินอยด์ (terpenoids) สเตอรอล (sterol) ซึ่งในผลมะกอกป่าดิบ พบสารบีตา อะไมริน (β -amyrin), โอลีอิก และอซิติก (oleanolic acid), กรดซาลิไซลิก (salicylic acid), กรดเอลลาจิก (ellagic acid), กรดคลอโรเจนิค (chlorogenic acid), กรดพี-คัวมาริก (p-coumaric acid), แคทีชิน (catechin), รูทีน (rutin), เคอร์ซีทีน (quercetin) สารดังกล่าวแสดงคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระได้ และบางชนิดแสดงคุณสมบัติของการต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง เช่น กรดแกลลิก, เมทิล แกลเลท เคอร์ซีทีน เป็นต้น (Hazra et.al., 2008; Sameh et.al., 2018) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่พบรายงานการศึกษาถึงฤทธิ์ของสารสกัดผลมะกอกป่าสุกในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในช่องปาก

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากผลสุกของมะกอกป่า โดยการใช้ตัวทำละลายระบบตัวทำละลายเอทานอล หรือระบบตัวทำละลายอะซิโตนจากส่วนเปลือกของมะกอกป่าสุก สารสกัดถูกทดสอบคุณสมบัติของการต้านเชื้อก่อโรคในช่องปาก *S. mutans* ATCC

25175, *C. albicans* (isolate stain 1-2486 #86, isolate stain 1-2850 #50, isolate stain 1-2851 #51) และ *H. influenza* (isolate stain 810) ด้วยวิธีทดสอบ ดิสก์ ดิฟฟิวชัน (Disc diffusion assay) รวมทั้งศึกษาการใช้สารสกัดที่มีคุณสมบัติต้านเชื้อ ร่วมกับยาปฏิชีวนะ Chlorhexidine เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของ การพัฒนาสารสกัดให้ใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะ หรือใช้ร่วมกับยาปฏิชีวนะชนิดนี้

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การสกัดสารออกฤทธิ์ในมะกอกป่าสุกแบบผงด้วยระบบตัวทำละลายเอทานอล

การสกัดวิธีนี้ถูกประยุกต์ขึ้น (ดัดแปลงจาก Boeing et al., 2014) เพื่อใช้แก้ปัญหาเรื่องการเก็บรักษาสารสกัดจากผลมะกอกป่าสุก โดยได้แช่แข็งผลมะกอกป่าสุก จากนั้นใช้มีดหั่นเอาเฉพาะส่วนเนื้อผลที่ติดกับเปลือก นำมาปั่นกับน้ำปราศจากไอออน (DI) ในอัตราส่วน 1:1 ปั่นเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไปทำแห้งด้วยเครื่อง Lyophilize จะได้ผงมะกอกป่าที่มีสีเหลืองอมเขียว นำผงมะกอกป่าจำนวน 5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมตัวทำละลายแต่ละขวดด้วยสารละลายเอทานอลร้อยละ 50, 70 และ 95 โดยปริมาตรต่อปริมาตร (50, 70 และ 95% v/v aqueous ethanol) ปริมาตร 100 ml (ทำสามซ้ำ) ปั่นด้วยเครื่อง magnetic stirrer ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 4 เก็บส่วนสารละลายใสมากรองซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำสารละลายทั้งหมดทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศได้สารเข้มข้นที่มีปริมาตรเหลือประมาณ 50 30 และ 5 ml ตามลำดับ (ตัวอย่างสารสกัดหลังระเหยเอทานอล Figure 1(A) จากนั้นเติมน้ำ DI จนปริมาตรเป็น 100 ml จากนั้นนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งเยือกแข็งแบบสุญญากาศ (Lyophilize) ซึ่งน้ำหนักสารสกัดที่ได้ (Table 1) แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C

การสกัดสารออกฤทธิ์ในเปลือกผลมะกอกป่าสุกด้วยระบบตัวทำละลายอะซิโตน

วิธีการแยกส่วนเปลือกของมะกอกป่าสุกออกจากเนื้อผล นำไปอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเปลือกมะกอกป่าอบแห้งให้ได้จำนวน 10.0 กรัม เติมสารละลายอะซิโตนร้อยละ 70 โดยปริมาตรต่อปริมาตร (70% v/v Acetone) 100 ml (ดัดแปลงจาก Boeing et al., 2014) บ่มที่อุณหภูมิห้องในสภาวะปิด เป็นเวลา 30, 60 และ 90 วัน นำสารละลายที่ได้ มากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 4 จากนั้น ระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ จนเหลือสารเข้มข้นปริมาตร 30 ml เติมน้ำ DI ให้ได้ปริมาตรเป็น 100 ml นำไปทำแห้งด้วย Lyophilize ตัวอย่างสีของสารสกัด และผงแห้งของสารสกัดถูกแสดงใน Figure 1 (B) และ (C) แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C

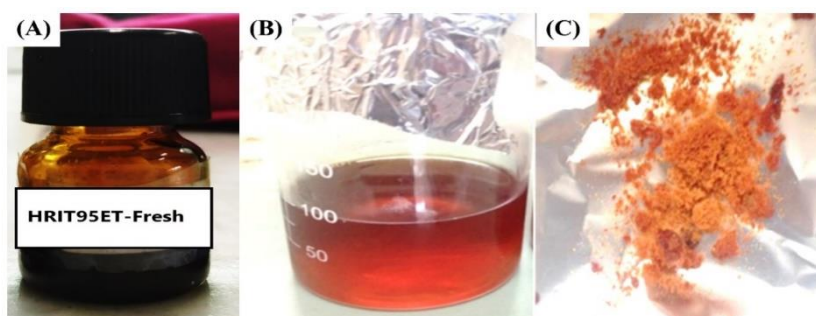


Figure 1 Characteristics of ripe wild olives fruit extracts (A) Ripe wild olives fruit extracted by 95 %v/v ethanol, (B) Ripe wild olives fruit peels that extract by 70 %v/v Acetone, and (C) extract powder of HRIPO70AC.

การตรวจสอบฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในช่องปากและทางเดินหายใจ ด้วยวิธี disc diffusion assay

การเตรียมเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175

เชื้อก่อโรคในช่องปาก *S. mutans* ATCC25175 ถูกส่งซื้อเชื้อจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพื่อนำมาทำวิจัยที่ห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเชื้อถูกเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นเลือดแข็ง (Blood agar medium) บ่มที่อุณหภูมิ 37°C ที่มี 5% CO₂ นาน 24-48 ชั่วโมง เลือกโคโลนีของเชื้อมา 3-5 โคโลนี นำไปเลี้ยงในอาหารเหลวเบร็น เอิร์ท อินฟิวชัน (Brain heart infusion broth; BHI) บ่มที่ 37°C ที่มี 5% CO₂ เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง เจือจางให้เชื้อมีความขุ่นเท่ากับ McFarland no. 0.5 ด้วย 1X PBS หรือ 0.85% normal saline solution จะมีเชื้อประมาณ 1.5×10^8 CFU/ml

การเตรียมเชื้อ *C. albicans* (isolate stain 1-2486 #86, isolate stain 1-2850 #50, isolate stain 1-2851 #51)

เชื้อก่อโรค *C. albicans* เป็นเชื้อก่อโรคที่แยกได้ประกอบด้วย isolate stain 1-2486 #86, isolate stain 1-2850 #50, isolate stain 1-2851 #51 โดยได้รับความอนุเคราะห์จากห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง หน่วยจุลชีววิทยาคลินิก โรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2559 เชื้อก่อโรคเหล่านี้ถูกนำมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นแข็งซาบวอร์ด เดกซ์โทรส (Sabauraud dextrose agar) บ่มที่อุณหภูมิ 30 °C นาน 24 ชั่วโมง เชื้อโคโลนีของเชื้อ *C. albicans* ลงใน 1X PBS pH 7.4 ปั่นล้างเซลล์ด้วย 1X PBS pH 7.4 ที่ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นเวลา 5 นาที เจือจางให้เชื้อมีความขุ่นเท่ากับ McFarland no. 0.5 ด้วย 1X PBS pH 7.4 หรือ 0.85% normal saline solution

การเตรียมเชื้อ *H. influenza* (isolate stain 810)

เชื้อก่อโรค *H. influenza* เป็นเชื้อก่อโรคที่แยกได้ระบุในชื่อ isolate stain 810 โดยได้รับความอนุเคราะห์จากห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง หน่วยจุลชีววิทยาคลินิก โรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2559 เชื้อชนิดนี้ถูกนำมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นแข็งช็อกโกแลต (Chocolate agar) บ่มที่อุณหภูมิ 37°C ที่มี 5%

CO₂ นาน 24-48 ชั่วโมง เลือกโคโลนีของเชื้อมา 3-5 โคโลนี นำไปเลี้ยงในอาหารเหลวเบร็น เอิร์ท อินฟิวชัน (Brain heart infusion broth; BHI) บ่มที่ 37°C ที่มี 5% CO₂ เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง เจือจางให้เชื้อมีความขุ่นเท่ากับ McFarland no. 0.5 ด้วย 1X PBS pH 7.4 หรือ 0.85% normal saline solution จะมีเชื้อประมาณ 1.7×10^8 CFU/ml

การทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคด้วย disc diffusion assay

สารแขวนลอยเชื้อถูกปิเปตลงบนผิวหน้าอาหารแข็งที่จำเพาะกับเชื้อแต่ละชนิด จากนั้นใช้เทคนิคทางจุลชีววิทยาทำการเกลี่ยเชื้อให้สม่ำเสมอ ผึ่งให้แห้ง จากนั้นวางแผ่นทดสอบ (Paper Disc) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร วางลงไปตามแนวที่จะหยดสารละลายที่ต้องการทดสอบ จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่าง, สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาไลน์ (1X PBS) ซึ่งใช้เป็น ตัวควบคุมเชิงลบ (Negative control) และ คลอเฮกซิดีน (Chlorhexidine) หรือ แอมพลีซิลิน เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (Positive control) ลงบนแผ่นทดสอบ 10 ไมโครลิตร รอจนแห้ง จากนั้นนำไปบ่มที่ 37°C ที่มี 5% CO₂ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175 และ *H. influenza* ขณะที่เชื้อ *C. albicans* ให้นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส (Clear zone) ที่เกิดขึ้น (ดัดแปลงวิธีการจาก Rauha et al., 2000; Siripermool & Vimolmangkang, 2014)

ตัวอย่างสารสกัดที่มีคุณสมบัติการต้านเชื้อถูกนำมาวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นกับยาปฏิชีวนะคลอเฮกซิดีน (Chlorhexidine) ซึ่งนิยมใช้ในการยับยั้งกลุ่มเชื้อก่อโรคในช่องปาก โดยมีเป้าหมายของการศึกษาคือวิเคราะห์โอกาสของการลดการใช้ยาปฏิชีวนะ หรือทดแทนยาปฏิชีวนะด้วยการใช้สารสกัดจากแหล่งธรรมชาติ วิธีการทดสอบคือใช้สารละลายตัวอย่าง 0.06% Chlorhexidine บ่มกับตัวอย่างสารสกัดมะกอกป่าที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง (30 นาที) ก่อนนำสารผสมไปโหลดบนแผ่นกระดาษทดสอบที่มีเชื้อ จากนั้นบ่มในอุณหภูมิที่เหมาะสม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวิเคราะห์ผลการทดสอบจากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่เกิดขึ้น

ผลการวิจัย

ผลการสกัดตัวอย่างผลมะกอกป่าสุกด้วยตัวทำละลายเอทานอล

Table 1 Ripe wild olive extract powder weight extracted by ethanol solvent system.

Extract name		Dry weight (g)
HRIT50ET		0.30
HRIT70ET		0.75
HRIT95ET		0.38
Note	HRIT50ET	Ripe wild olive extract powder extracted with 50% v/v ethanol
	HRIT70ET	Ripe wild olive extract powder extracted with 70% v/v ethanol
	HRIT95ET	Ripe wild olive extract powder extracted with 95% v/v ethanol

ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Candida albican* isolate stain 1-2850 #50, 1-2851 #51 และ 1-2486 #86 ด้วย HRIT70ET, HRIT95ET, HRIPO70AC

สารสกัดมะกอกป่า HRIT70ET, HRIT95ET, HRIPO70AC ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 mg/ml - 5.0 mg/ml และใช้ 1X PBS pH 7.4 เป็นตัวควบคุมเชิงลบ (Negative control) ไม่ปรากฏวงใส รอบแผ่นทดสอบ (disc) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดมะกอกป่า HRIT70ET, HRIT95ET, HRIPO70AC ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Candida albicans* ทั้งสามสายพันธุ์ได้ในช่วงความเข้มข้นที่นำมาใช้ในการทดสอบ ดัง Figure 2 (A-C), 18 (A-C) และ 19 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในส่วนของตัวควบคุมเชิงบวก (positive control) ซึ่งใช้ Chlorhexidine 0.02, 0.04, 0.12% v/v มีวงใสเกิดขึ้นรอบแผ่นทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยในทั้ง 3 สายพันธุ์ แสดงใน Figure 5 จากผลวิจัยที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันมาก ผู้วิจัยจึงจะทดสอบตัวอย่างกับเชื้อ *C. albicans* เพียง 1 isolate stain และใช้ความเข้มข้นของ Chlorhexidine ที่ 0.12%v/v ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ปรากฏวงใสที่ชัดเจน และเป็นความเข้มข้นที่ผสมในส่วนประกอบของน้ำยาบ้วนปากโดยทั่วไป

ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Streptococcus mutans* ATCC 25175 ด้วย HRIT70ET, HRIT95ET และ HRIPO70AC

สารสกัดมะกอกป่า HRIT70ET, HRIT95ET สามารถยับยั้งเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175 ที่ระดับความเข้มข้น > 3.5 mg/ml ดัง Figure 6 (A), 6(B) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสแสดงใน Figure 7 ซึ่งผลการทดลองนี้ ผู้วิจัยสามารถนำสารสกัดที่ได้ ไปใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพในช่องปากได้ อย่างไรก็ตาม สารสกัดจากส่วนของเปลือกผลด้วยระบบตัวทำละลายอะซิโตนในน้ำ

(HRIPO70AC) ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. mutans* ได้ในทุกความเข้มข้นที่นำมาทดสอบ ดังแสดงใน Figure 6(C) ผลการทดสอบนี้ชี้ให้เห็นว่า ผลมะกอกป่าสุกที่สกัดด้วยร้อยละของเอทานอล 70 และ 95 มีสารที่แสดงคุณสมบัติการยับยั้งเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175 ในขณะที่ระบบตัวทำละลายอะซิโตนให้ผลในทิศทางตรงข้ามกัน ดังนั้น สารสกัดที่มีบทบาทต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในช่องปากทั้งสอง ได้แก่ HRIT70ET และ HRIT95ET จึงมีโอกาของการพัฒนาใช้เพื่อเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพช่องปากได้

ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Haemophilus influenzae* isolate stain 810 ด้วย HRIT70ET, HRIT95ET, HRIPO70AC

สารสกัดมะกอกป่า HRIT70ET, HRIT95ET, HRIPO70AC ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *H. influenzae* ทุกช่วงความเข้มข้นที่นำมาใช้ในการทดสอบ ดัง Figure 8

ผลการทดสอบผลของสารสกัดต่อประสิทธิภาพของ Chlorhexidine กับเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175

ผลการทดสอบบทบาทของสารสกัด HRIT70ET กับประสิทธิภาพของ Chlorhexidine ทั้งแบบเชิงเดี่ยว และแบบผสม ถูกแสดงใน Figure 9 สารสกัด HRIT70ET ที่มีความเข้มข้น 1.0 - 5.0 mg/ml บ่มกับ 0.12% v/v Chlorhexidine เป็นเวลา 30 นาที (โดยคำนวณให้ความเข้มข้นสุดท้ายของ Chlorhexidine เป็น 0.06 % v/v รวมทั้ง positive control) จากนั้นนำไปทดสอบกับเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า สารสกัด HRIT70ET มีผลในการลดประสิทธิภาพการทำงานของ Chlorhexidine โดยจะพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางวงใส จะค่อย ๆ ลดลง เมื่อสารสกัดมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ผลการทดลองดังแสดงใน Figure 9 นั้นแสดงให้เห็นว่า สารพฤษเคมีของสารสกัด HRIT70ET มีบทบาทในการต้านเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175 ในรูปแบบเชิงเดี่ยว แต่ไม่สามารถใช้ร่วมกับตัวยา Chlorhexidine ได้

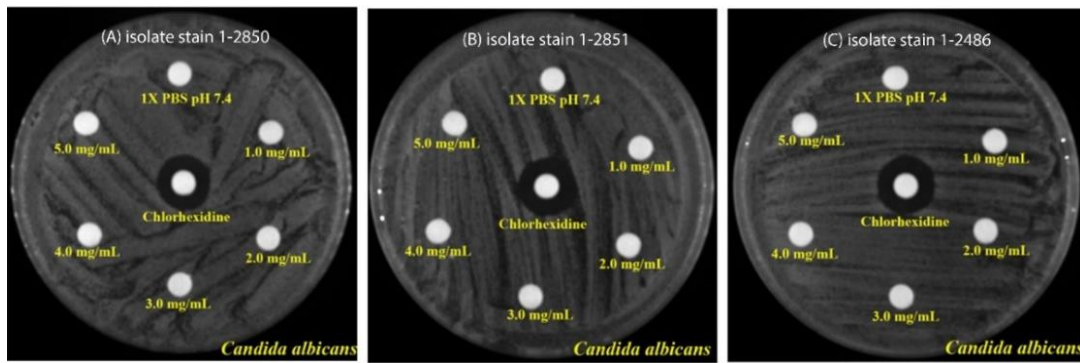


Figure 2 The results of the efficacy test of the extract HRIT70ET with *Candida albicans* isolate stain 1-2850 #50 (A), 1-2851 #51 (B) and 1-2486 #86 (C)

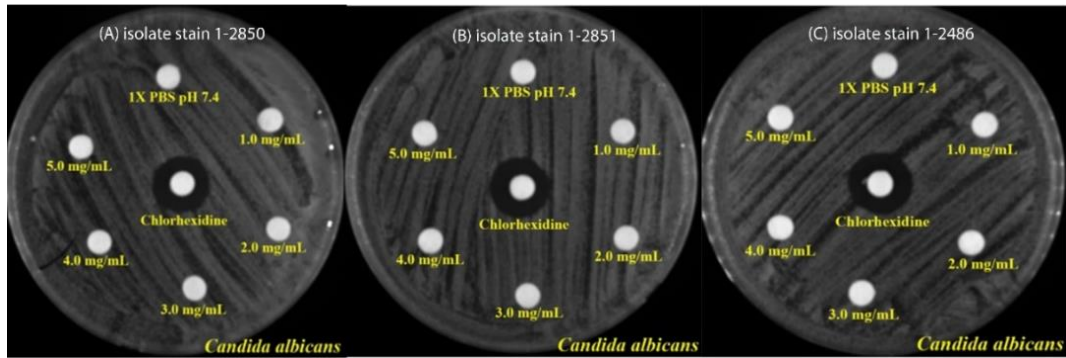


Figure 3 The results of the efficacy test of the extract HRIT95ET with *Candida albicans* isolate stain 1-2850 #50 (A), 1-2851 #51 (B) and 1-2486 #86 (C)

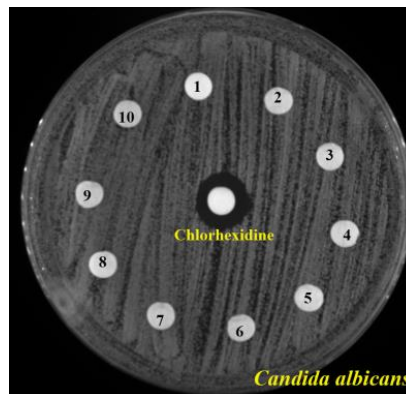


Figure 4 The efficacy test results of the extract HRIPO70AC with *Candida albicans* isolate stain 1-2850 #50 by 0.12% v/v Chlorhexidine (positive control) number 1 = 1X PBS pH 7.4 (negative control). The following numbers show the concentrations of the extracts. number 2 = 1.0 mg/mL, number 3 = 1.5 mg/mL, number 4 = 2.0 mg/mL, number 5 = 2.5 mg/mL, number 6 = 3.0 mg/mL, number 7 = 3.5 mg/mL, number 8 = 4.0 mg/mL, number 9 = 4.5 mg/mL, number 10 = 5.0 mg/mL

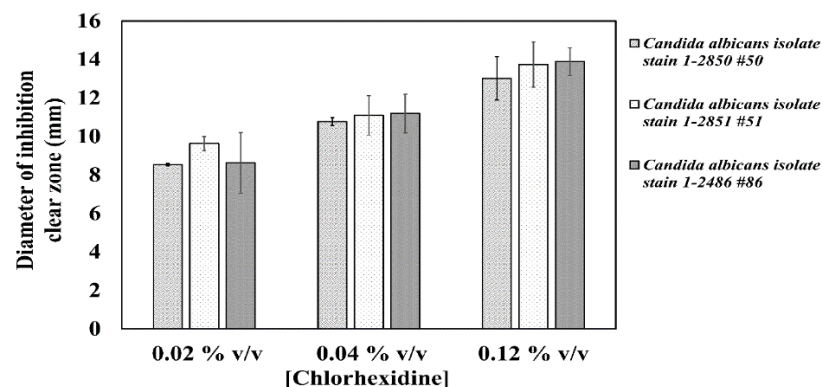


Figure 5 Show the clear zone diameter of inhibition *Candida albicans* isolate stain 1-2850 #50, *Candida albicans* isolate stain 1-2851 #51, and *Candida albicans* isolate stain 1-2486 #86, which is tested with disc diffusion assay.

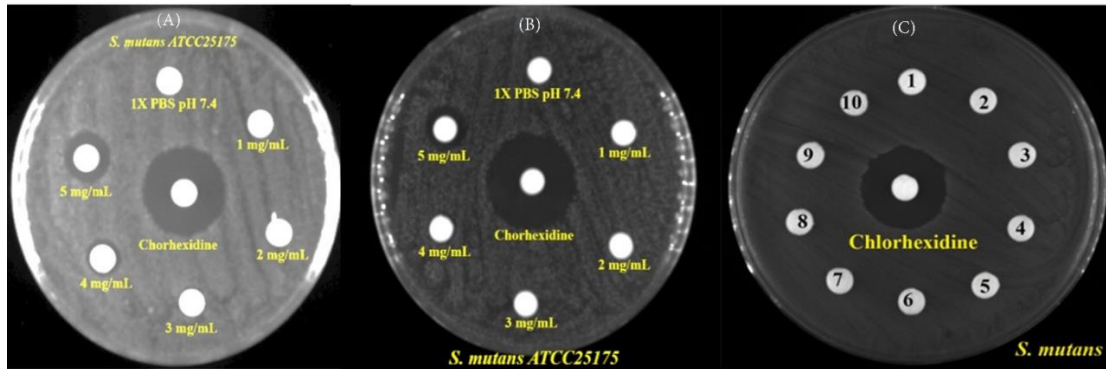


Figure 6 The results of the efficacy test of the extract HRIT70ET (A) and HRIT95ET (B) with *Streptococcus mutans* ATCC25175 by 0.12% v/v Chlorhexidine (positive control) number 1 = 1X PBS pH 7.4 (negative control). The following numbers show the concentrations of the extracts. number 2 = 1.0 mg/ml, number 3 = 1.5 mg/ml, number 4 = 2.0 mg/ml, number 5 = 2.5 mg/ml, number 6 = 3.0 mg/ml, number 7 = 3.5 mg/ml, number 8 = 4.0 mg/ml, number 9 = 4.5 mg/ml, number 10 = 5.0 mg/ml

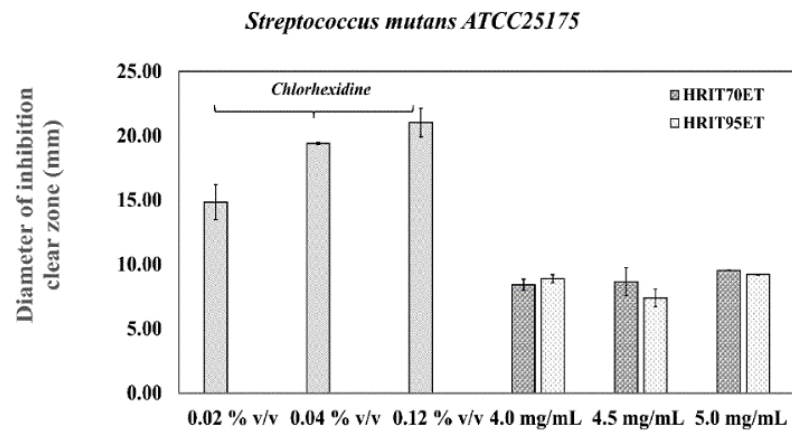


Figure 7 Shows the apparent zone diameter of inhibition *S. mutans* ATCC25175 by HRIT70ET and HRIT95ET with 1X PBS as negative control and Chlorhexidine at the concentration 0.02, 0.04, 0.12% v/v as the positive control, which tested with disc diffusion assay

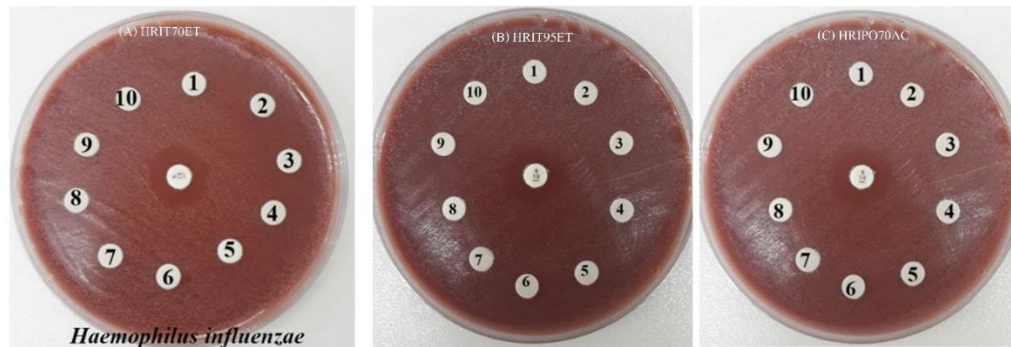


Figure 8 The results of the efficacy test of the extract HRIT70ET (A), HRIT95ET (B), and HRIP070AC (C) with *H. influenzae* isolate stain 810 by used 10 µg streptomycin (positive control), number 1 = 1X PBS pH 7.4 (negative control). The following numbers show the concentrations of the extracts. number 2 = 1.0 mg/ml, number 3 = 1.5 mg/ml, number 4 = 2.0 mg/ml, number 5 = 2.5 mg/ml, number 6 = 3.0 mg/ml, number 7 = 3.5 mg/ml, number 8 = 4.0 mg/ml, number 9 = 4.5 mg/ml, number 10 = 5.0 mg/ml

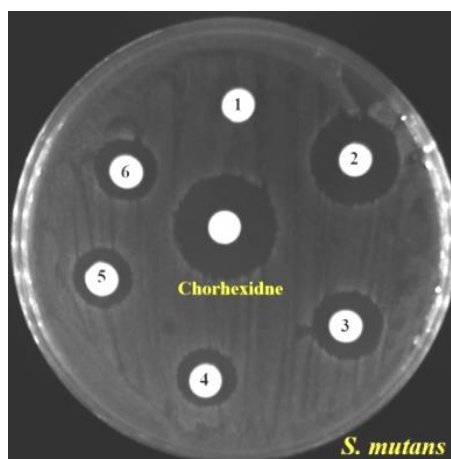


Figure 9 Testing the effect of the extract on the efficacy of Chlorhexidine with *S. mutans* ATCC 25175 by using 0.06% v/v Chlorhexidine, number 1 = 1X PBS pH 7.4 (negative control). The following numbers show the concentrations of the extracts. number 2 = 1.0 mg/ml HRIT70ET + 0.06% v/v Chlorhexidine, number 3 = 2.0 mg/ml HRIT70ET + 0.06% v/v Chlorhexidine, number 4 = 3.0 mg/ml HRIT70ET + 0.06% v/v Chlorhexidine, number 5 = 4 mg/ml HRIT70ET + 0.06% v/v Chlorhexidine, number 6 = 5 mg/ml HRIT70ET + 0.06% v/v Chlorhexidine.

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดสอบเชื้อก่อโรคในช่องปากละทางเดินหายใจของ สารสกัดมะกอกป่าสุก แสดงให้เห็นว่า สารสกัดมะกอกป่าสุกที่ใช้ ระบบตัวทำละลายเอทานอล (HRIT70ET และ HRIT95ET) มีผลยับยั้ง การเจริญเติบโตของเชื้อ *Streptococcus mutans* ATCC 25175 แต่ไม่แสดงผลการยับยั้งกับเชื้อ *Candida albicans* isolate stain 1-2850 #50, *Candida albicans* isolate stain 1-2486 #86 และ *Haemophilus influenzae* isolate stain 810 ผลการศึกษานี้จึงเป็นข้อมูลใหม่ที่ แสดงให้เห็นว่าสารพฤษเคมีในผลมะกอกป่าสุกสามารถพัฒนาใช้ใน กิจกรรมการต้านเชื้อก่อโรคในช่องปาก ซึ่งมีโอกาสของการใช้ใน กลุ่ม สัตว์เศรษฐกิจที่พบภาวะติดเชื้อในช่องปากและทางเดินอาหารได้ หรือ พัฒนาใช้ใน กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพช่องปากของมนุษย์

ยาปฏิชีวนะ Chlorhexidine นิยมใช้ใน กลุ่มผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพช่องปาก แต่การใช้ความเข้มข้นสูงเพื่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีผล สะท้อนจากกลุ่มผู้ใช้จากความแสบร้อนกับระบบเนื้อเยื่อในช่องปากที่ เกิดขึ้นจาก Chlorhexidine การศึกษาการทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ Chlorhexidine โดยการแทนที่หรือนำสารสกัดมาใช้ร่วมกัน จึงเป็น ปัจจัยหนึ่ง ที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ลดข้อจำกัดจากผลข้างเคียงของ Chlorhexidine ได้ จากผลการทดสอบการใช้สารสกัดมะกอกป่าสุก HRIT70ET ร่วมกับ Chlorhexidine ให้ผลการทดสอบที่น่าสนใจ และเป็นข้อมูลใหม่ที่เกิดขึ้น เนื่องจากสารพฤษเคมีในตัวอย่าง HRIT70ET มีผลต่อการลดประสิทธิภาพของ Chlorhexidine ในลักษณะที่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารสกัด ลักษณะของวงใส (Clear zone) ของสารสกัดตัวอย่างที่ทดสอบกับ Chlorhexidine มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่แตกต่างจากการทดสอบแบบ เชิงเดี่ยว โดยวงใสที่มีการบ่มสารสกัดร่วมกับ Chlorhexidine มีขนาด ลดลง ผลการทดสอบที่พบนี้ อาจมีความเกี่ยวข้องกับกลไกการทำงานของ Chlorhexidine โดยผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า สารพฤษเคมีในสาร สกัดบางชนิดน่าจะมีส่วนในการขัดขวางการจับกันระหว่าง Chlorhexidine กับประจุบนผนังเซลล์ของแบคทีเรีย หรือ มีความ เป็นไปได้อย่างยิ่งที่สารเหล่านี้จะออกฤทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ของ Chlorhexidine ทำให้สารมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อที่ต่ำลง

โดยงานวิจัยที่ผ่านมาได้ระบุว่าสาร Chlorhexidine ใน pH ของร่างกาย จะเกิดการแตกตัวเป็นประจุบวก และจะเข้าไปจับกับโมเลกุลที่มีประจุลบ บนผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ทำให้เกิดการขัดขวางการทำงานในเยื่อหุ้ม เซลล์ของแบคทีเรีย ส่งผลให้เซลล์แบคทีเรียตาย (Leikin & Paloucek, 2008) อย่างไรก็ตาม Chlorhexidine ถูกทำลายฤทธิ์จากการเกิดรูป ของเกลือที่ไม่ละลายน้ำในสารประกอบที่เป็นแอนไอออนิก รวมทั้ง สารประกอบสารลดแรงตึงผิวกลุ่มแอนไอออนิก ซึ่งใช้เป็นสารซักล้าง ในยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปาก (Denton, 2000) จากผลการศึกษา นี้ ทำให้ผู้วิจัยทราบว่า สารสกัดจากผลมะกอกป่าอาจมีสารกลุ่มแอนไอออนิก เป็นส่วนประกอบอยู่ หรือมีสารบางชนิดที่ไปรบกวนและลด ประสิทธิภาพของยา Chlorhexidine ทำให้สารสกัด HRIT70ET ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ Chlorhexidine ไม่ได้ แต่ยังสามารถใช้เป็นส่วนประกอบร่วมกับกลุ่มสารอื่น ซึ่งผู้วิจัย จะได้วางแผนในการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องต่อไป

ผลการศึกษา นี้ จึงเป็นแนวทางของการเพิ่มโอกาสของ การศึกษาพัฒนาให้น้ำพิชท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ และยังเป็น การสนับสนุนให้เกิดการปลูกและขยายพันธุ์ต้นมะกอกป่าในแหล่งชุมชน อย่างยั่งยืน สามารถช่วยลดต้นทุนในการรักษาเนื่องจากช่วยลดการ นำเข้ายาหรือสารเคมีต่างๆจากต่างประเทศและยังได้นำพืชสมุนไพร ที่มีอยู่ตามธรรมชาติไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น นำไปพัฒนาต่อยอดเป็น ผลิตภัณฑ์ป้องกันการติดเชื้อในช่องปาก เช่น ผสมกับน้ำยาบ้วนปาก พัฒนาเป็นเม็ดยอมป้องกันการติดเชื้อในช่องปาก ใช้เป็นอาหารเสริม เพื่อป้องกันการติดเชื้อในช่องปากให้กับสัตว์บางชนิด หรือนำมาใช้กับ ผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับสุนัขเช่นผสมในขนม ชัดฟันหรือยาสีฟันสำหรับสุนัขได้ไม่ล้าสมัยต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในช่องปากและ ทางเดินหายใจของสารสกัด HRIT70ET พบว่าสารสกัด HRIT70ET สามารถยับยั้งเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175 ได้ ที่ความเข้มข้น มากกว่า 3.0 mg/ml แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *C. albicans* และ *H. influenzae* ได้ ที่ระดับความเข้มข้นที่นำมาใช้ทดสอบ สอดคล้องกับ

งานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งไม่พบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากผลมะกอกป่าในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในช่องปากในกลุ่มของ *C. albicans* และ *H. influenza* ซึ่งก่อโรคในระบบทางเดินหายใจ อย่างไรก็ตาม สารสกัด HRIT70ET จะมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. mutans* ATCC 25175 ได้ แต่ถ้าสารออกฤทธิ์เก็บไว้นาน จะทำให้ฤทธิ์ทางชีวภาพลดลง ส่งผลให้ความเข้มข้นที่ต้องใช้ในการยับยั้งเชื้อเพิ่มมากขึ้น

สารสกัด HRIT70ET มีผลในการลดประสิทธิภาพการทำงานของ Chlorhexidine โดยจะพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางวงใส จะค่อย ๆ ลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ) ปีงบประมาณ 2559 ที่เป็นผู้สนับสนุนทุนวิจัยกับโครงการวิจัย “การศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของสารสกัดและน้ำหมักมะกอกป่า เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ” และ ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง หน่วยจุลชีววิทยาคลินิก โรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อก่อโรคในช่องปากและทางเดินหายใจ

References

- Boeing, J. S., Barizao, E. O., Silva, B. C. E, Montanher, P. F., de Cinque Almeida, V., & Visentainer, J. V. (2014). Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: application of principal component analysis. *Chemistry Central Journal*, 8(1), 48. doi.org/10.1186/s13065-014-0048-1.
- Chaudhuri, D., Ghate, N. B., Singh, S. S., & Mandal, N. (2015). Methyl gallate isolated from *Spondias pinnata* exhibits anticancer activity against human glioblastoma by induction of apoptosis and sustained extracellular signal-regulated kinase 1/2 activation. *Pharmacognosy Magazine*, 11(42), 269-276. doi: 10.4103/0973-1296.153078.
- Chiewpattanakul, P., Kaweewongprasert, P, Paisankobrit, V., & Vongsurasit, T. (2012). The antimicrobial activity of *Pseuderanthemum Palatiferum* (Hoan Ngoc) crude leaf extract against dental pathogens. *Srinakharinwirot University Dental Journal*, 5(1), 34-41. (in Thai)
- Denton, G. W. (2001). *Chlorhexidine In Block, Seymour S. Disinfection, Sterilization, and Preservation*. (5th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ghate, N. B., Hazra, B., Sarkar, R., & Mandal, N. (2014). In vitro anticancer activity of *Spondias pinnata* bark on human lung and breast carcinoma. *Cytotechnology*, 66(2), 209-218. doi: 10.1007/s10616-013-9553-7.
- Gomes, A., Bhattacharjee, P., Mishra, R., Biswas, A. K., Dasgupta, S. C., & Giri, B. (2010). Anticancer potential of animal venom and toxins. *Indian Journal of Experimental Biology*, 48(2), 93-103.
- Hazra, B., Sarkar, R., & Mandal, N. (2013). *Spondias pinnata* stem bark extract lessens iron overloaded liver toxicity due to hemosiderosis in Swiss albino mice. *Annals of Hepatology*, 12(1), 123-129.
- Homhual, S. (2015). *Makok*. Accessed August 30, 2022. Retrieved from: <http://www.phargarden.com/main.php?action=viewpage&pid=87> (in Thai)
- Leikin, J. B., & Paloucek, F. P. (2008). *Chlorhexidine Gluconate", Poisoning and Toxicology Handbook* (4th ed.). Minnesota: CRC Press.
- Phuket, D., Charbang, P., Sthitmatee, N., & Prachasilchai, W. (2016). Study of bacterial species and antimicrobial sensitivity in canine oral cavity at Small Animal Teaching Hospital, Chiang Mai University. *Chiang Mai Veterinary Journal*, 14(3), 108-117. (in Thai)
- Rauha, J. P., Remes, S., Heinonen, M., Hopia, A., Kahkonen, M., Kujala, T., Pihlaja, K., Vuorela, H., & Vuorela, P. (2000). Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology*, 56(1), 3-12.
- Sameh, S., Al-Sayed, E., Labib, R.M., Singab, A.N. (2018). Genus *Spondias*: A Phytochemical and Pharmacological Review. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2018, 1-13.
- Siripermool, C., & Vimolmangkang, S. (2014). Herbs: An adjunctive treatment for periodontitis. *Songklanagarind Medical Journal*, 32(6), 417-425. (in Thai)
- Thunyakitpisal, N., Phetcharakupt, V., Thunyakitpisal, P., & Pongsamart, S. (2011). A study of durian-rind polysaccharide mouthwash on the level of *S.mutans* in fixed orthodontic patient. *Thai Journal of Orthodontics* 1, 11-17. (in Thai)

Research article

Antimicrobial Efficacy of Oral and Respiratory Pathogenic Microorganisms of Ripe Wild Olive Fruit Extract and the effect of the extract on some antiseptics

Wuttisak Kunu¹ Piboon Ngaonee² Porada Phetsuk² Waraporn Phanphrom²
and Supawadee Patathananone^{3*}

¹Program of Veterinary Technology and Veterinary Nursing, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham, Maha Sarakham, 44000

²Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

³Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, Thailand, 12110

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 4 October 2022

Revised: 28 November 2022

Accepted: 28 November 2022

Online published: 8 December 2022

Keyword

Spondias pinnata

Biological activity

Inflammation

Pathogenic microorganisms

Antimicrobial

ABSTRACT

Drug resistance of pathogenic microorganisms of the oral cavity and respiratory tract. This study aimed to determine the antimicrobial activity of extracts from ripe wild olive fruit against pathogenic microorganisms of the oral cavity and respiratory tract and the effect of the extracts on oral disinfectants. HRIT70ET, HRIT95ET, and HRIPO60C70AC samples were tested for their inhibitory activity against oral cavity pathogens and the respiratory tract. The results showed that the three extracts could not inhibit the growth of *C. albicans* and *H. influenza*. However, HRIT70ET extract inhibited the growth of *S. mutans* ATCC 25175 at concentrations greater than 3.0 mg/ml. Furthermore, HRIT70ET exhibited the decreasing potential of chlorhexidine effect due to HRIT70ET being unusable to formulate in products with chlorhexidine as the active ingredient.

*Corresponding author

E-mail address: Supawadee_P@rmutt.ac.th (S. Patathananone)

Online print: 8 December 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.2022.24>



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

บทความวิจัย

การเพิ่มอัตราการผสมติดของแม่โคเนื้อด้วยการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบกำหนดเวลาผสมเทียมด้วยโปรแกรมโคซินค์ประยุกต์

ธีระยุทธ ชาวุฒิ*

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 9 พฤศจิกายน 2565

แก้ไข: 26 พฤศจิกายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 5 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 15 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

การกำหนดเวลาผสมเทียม

อัตราการตั้งท้อง

การเหนี่ยวนำการเป็นสัด

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการผสมติดในแม่โคเนื้อแบบกำหนดเวลาผสมเทียมที่เหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วยฮอร์โมน GnRH ร่วมกับฮอร์โมน PGF2 α ระหว่างมีและไม่มีฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนชนิดสอดช่องคลอด ในแม่โคเนื้อลูกผสม จำนวน 60 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) แบ่งกลุ่มทดลองแม่โคเนื้อออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2 เหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วยโปรแกรมโคซินค์ และกลุ่มทดลองที่ 3 เหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วยโปรแกรมโคซินค์ร่วมกับการให้ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนชนิดสอดช่องคลอด ตรวจสอบการผสมติดในแม่โคเนื้อที่ 60 วันหลังผสมเทียม ผลการทดลองพบว่า อัตราการผสมติดของแม่โคเนื้อในกลุ่มทดลองที่ 2 (65.0 %) และแม่โคเนื้อในกลุ่มทดลองที่ 3 (70.0 %) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแม่โคเนื้อในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่ามีอัตราการผสมติดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังนั้นการศึกษานี้จึงสรุปได้ว่าการใช้โปรแกรมโคซินค์ร่วมกับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนชนิดสอดช่องคลอดในแม่โคเนื้อช่วยเพิ่มอัตราการผสมติดได้ ดังนั้นจึงใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเลือกใช้โปรแกรมเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบกำหนดเวลาผสมเทียม นอกจากวิธีการผสมเทียมตามปกติ

บทนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อกำลังได้รับความสนใจอีกอาชีพหนึ่ง ข้อมูลสถานการณ์การเลี้ยงโคเนื้อของประเทศไทยที่ผ่านมา พบว่าจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อและจำนวนโคเนื้อที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ.2563 มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ จำนวน 909,324 ราย และโคเนื้อ จำนวน 6,230,140 ตัว (Information and Communication Technology Center, Department of livestock Development, 2020) และในปี พ.ศ. 2564 มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ จำนวน 1,096,616 ราย และโคเนื้อ จำนวน 7,364,967 ล้านตัว พบว่าจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อเพิ่มขึ้น 187,292 ราย และมีจำนวนโคเนื้อเพิ่มขึ้น 1,134,827 ตัว เนื่องจากความต้องการของประเทศเพื่อนบ้าน และการบริโภคภายในประเทศที่เพิ่มขึ้น (Information and Communication Technology Center, Department of livestock Development, 2021)

อย่างไรก็ตามพบว่า การเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรยังประสบปัญหาอยู่หลายด้าน เช่น ความรู้ด้านการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อที่เลี้ยงให้เหมาะสมกับพื้นที่ ระบบการจัดการฟาร์มให้ได้มาตรฐาน ความรู้ด้านการจัดการอาหาร และความต้องการของตลาด เป็นต้น จึงทำให้ผลผลิตโคเนื้อสำหรับส่งเข้าตลาดไม่สม่ำเสมอ การจัดการด้านระบบสืบพันธุ์

ในแม่โคจึงมีความสำคัญเพื่อให้แม่โคเนื้อสามารถผลิตลูกได้ปีละตัว (Rodgers et al., 2012) ปัญหาด้านระบบสืบพันธุ์ที่พบในแม่โคเนื้อคือการไม่แสดงอาการเป็นสัด การกลับสัด และการผสมไม่ติด และยังพบปัญหาแม่โคหลังคลอดไม่กลับมาเป็นสัด การเป็นสัดใหม่ล่าช้าทำให้อัตราการตั้งท้องลดลง ดังนั้นการจัดการแม่โคเนื้อก่อนและหลังคลอดจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่ออัตราการผสมติด โดยเฉพาะอาการเป็นสัดในแม่โคเนื้อไม่ชัดเจน การแสดงอาการเป็นสัดในเวลากลางคืนและมีช่วงระยะเวลาการเป็นสัดสั้น ทำให้การผสมเทียมโคไม่ค่อยประสบผลสำเร็จ ดังนั้นการเหนี่ยวนำการเป็นสัดร่วมกับการผสมเทียมจึงได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากได้มีงานวิจัยการแก้ปัญหาในแม่โคเนื้อที่ไม่แสดงอาการเป็นสัดหรือผสมไม่ติดโดยใช้วิธีการเหนี่ยวนำการเป็นสัด เช่น การใช้ฮอร์โมนชนิดฉีดหรือใช้ฮอร์โมนชนิด Controlled internal drug release (CIDR) สอดมดลูกร่วมกับการฉีดฮอร์โมน (EL-Zarkouny et al., 2004) หรือใช้การฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการเป็นสัด

การใช้โปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัดและการตกไข่จึงมีประโยชน์ในการกำหนดเวลาการผสมเทียมแม่โคเนื้อจำนวนหลายตัวได้ในระยะเวลาพร้อม ๆ กัน หรือใกล้เคียงกันทำให้การจัดการผสมพันธุ์แม่โคเนื้อสะดวกขึ้น หรือสามารถจัดการผสมเทียมแม่โคเนื้อเหล่านั้นโดยไม่ต้องตรวจการเป็นสัด ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายรวมถึงทำให้

*Corresponding author

E-mail address: chawut98@gmail.com (T. Chawut)

Online print: 15 December 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.2022.25>

ประสิทธิภาพของการผสมเทียมสูงขึ้น (Sajapitak et al., 2015) มีการประยุกต์ใช้โปรแกรมเหนี่ยวนำการเป็นสัดในแม่โคเนื้อระดับฝูงที่มีปัญหาการผสมติดยากจากประสิทธิภาพการจับสัดต่ำ หรือแม่โคเนื้อหลังคลอดที่ไม่ยอมแสดงอาการเป็นสัดเนื่องจากรังไข่ไม่ทำงานที่มีสาเหตุจากการขาดฮอร์โมนมากระตุ้น พบว่าทำให้แม่โคเนื้อที่มีอัตราการผสมติดและอัตราการตั้งท้องสูงขึ้น (Rice et al., 2018) ปัจจุบันนี้มีการประยุกต์ใช้โปรแกรมเหนี่ยวนำการเป็นสัดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น การเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบกำหนดเวลาผสมเทียมร่วมกับการสอดฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (Progesterone, P4) สังเคราะห์ชนิดซิลิโคนสอดช่องคลอด (CIDR) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของรังไข่ และอัตราการผสมติด (Escalante et al., 2013) จากการศึกษาของ Kokram et al. (2018) ยังพบว่าการเหนี่ยวนำการเป็นสัดร่วมกับการเสริมโกนาโดโทรปินรีลีสซิงฮอร์โมน (Gonadotropin releasing hormone, GnRH) สามารถกระตุ้นการพัฒนาการของฟอลลิเคิลและการแสดงพฤติกรรม การเป็นสัดของโคเนื้อลูกผสมได้ และการใช้ GnRH ในวันผสมเทียมของโคเนื้อที่ผสมติดยากต่อระดับความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนหลังการผสมเทียมและอัตราการตั้งท้องของโคเนื้อมีแนวโน้มที่สูงขึ้น การผสมเทียมแบบกำหนดเวลาที่เรียกว่า Co-Synch ร่วมกับการสอด CIDR ยาวนานเป็นเวลา 7 วัน โดยฉีดฮอร์โมน GnRH ในวันที่สอด CIDR และฉีดฮอร์โมนโปรสตาแกลนดินเอฟทูอัลฟา (Prostaglandin F2alpha, PGF2 α) ในวันที่ถอน CIDR พบว่ามีอัตราการตั้งท้องที่ต่ำ (40 %) เพื่อเพิ่มอัตราการตั้งท้อง โดยการลดระยะเวลาจาก 7 วัน ให้เป็น 5 วัน หลังจากนั้นให้ฮอร์โมน PGF2 α และฮอร์โมน GnRH เข็มที่ 2 และผสมเทียมในชั่วโมงที่ 60-66 และ ชั่วโมงที่ 72 จากรายงานวิจัยของ Santos et al. (2010) พบว่าโคเนื้อที่ได้รับการผสมเทียมแบบกำหนดเวลา 5 วัน (Co-Synch) มีอัตราการตั้งท้องสูงกว่า 7 วัน (Co-Synch) สามารถช่วยเพิ่มอัตราการตั้งท้องในแม่โคได้ถึง 10 % ของโปรแกรมการผสมเทียมแบบกำหนดเวลา 5 วัน (Co-Synch) เมื่อเปรียบเทียบกับ 7 วัน (Co-Synch) อย่างไรก็ตาม พบว่าอัตราการเป็นสัดแบบกำหนดเวลา 5 วัน (Co-Synch) ต่ำกว่าแบบกำหนดเวลา 7 วัน (Co-Synch) ดังนั้นการให้ฮอร์โมน PGF2 α ครั้งที่ 2 ครั้งในโปรแกรมการผสมเทียมแบบกำหนดเวลา 5 วัน (Co-Synch) ภายหลังจากถอดซิลิโคนสอดช่องคลอด (CIDR) จะทำให้มีการสลายคอร์ปัสลูเทียม (Corpus luteum, CL) ที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น (Carvalho et al., 2010)

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการผสมติดในแม่โคเนื้อโดยการจัดการระบบสืบพันธุ์แบบการกำหนดเวลาการผสมเทียมโดยการที่เหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วยการฉีดฮอร์โมน GnRH ร่วมกับฮอร์โมน PGF2 α ระหว่างมีและไม่มีฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนชนิดสอดช่องคลอด (CIDR)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลฟักที่มีจำหน่ายตามตลาดสดเทศบาลประจำอำเภอ จำนวน 12 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองอุบลราชธานี อำเภวารินชำราบ อำเภอเดชอุดม อำเภอดอนมดแดง อำเภอเขื่องใน อำเภอวังสามสิบ อำเภอนาจะหลวย อำเภอน้ำยืน อำเภอสำโรง อำเภอสว่างวีระวงศ์ อำเภอเหล่าเสือโก้ก และ

อำเภอนาเยีย พบว่า แผงจำหน่ายฟักในแต่ละอำเภอจะรับฟักมาจากตลาดสดเทศบาล 1 อำเภอวารินชำราบ ซึ่งเป็นตลาดขายส่งฟักขนาดใหญ่ในจังหวัดอุบลราชธานี ผู้วิจัยจึงได้ทำหนังสือขอข้อมูลผู้ขายฟักจากเทศบาลเมืองวารินชำราบ เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะผู้ขายฟักในลักษณะขายส่ง แล้วทำการสุ่มตัวอย่างฟักสุมนไพรแบบเจาะจง ตามเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่

- 1) เป็นฟักที่มีสรรพคุณทางยาและจำหน่ายในร้านค้าส่ง
- 2) มีส่วนที่ใช้ตรงกับสรรพคุณทางยา

ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนเมษายน 2565 แบบเจาะจงจากแผงผักตรงส่วนล่าง ส่วนกลาง ส่วนบน ของตัวอย่างแต่ละชนิด แล้วนำมาทดสอบสารเคมีตกค้างในตัวอย่างโดยใช้ชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค (MJPk test kit) โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ กรณีผลการทดสอบแสดงผลแตกต่างกันในแต่ละการทดสอบจะพิจารณาเลือกผลที่ปรากฏ 2 ใน 3

การทดสอบสารเคมีตกค้างด้วยชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค

การทดสอบสารเคมีตกค้างด้วยชุดทดสอบ เอ็ม เจ พี เค ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยการเตรียมสารสกัดตัวอย่าง หั่นฟักที่จะตรวจให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 2 – 3 มม. ใส่ลงในขวดสกัดตัวอย่างให้ได้ 3 ซัดของขวด เติมน้ำยาสกัด 6 มล. ปิดฝาขวดให้แน่น เขย่าแรง ๆ ประมาณ 2 นาที รินน้ำยาสกัดลงหลอดทดลองจนหมด จากนั้นระเหยน้ำยาสกัดในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 – 50 °C จนเหลือน้ำยาสกัดประมาณ 1 หยด แล้วยกออก หมุนหลอดจนน้ำยาแห้ง จากนั้นเติมน้ำยาทดสอบ 2 ลงในหลอดตัวอย่างและหลอดควบคุมหลอดละ 3 มล. และเขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำยาทดสอบ 1 ลงในหลอดทดลอง และหลอดควบคุมหลอดละ 3 มล. และเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเทสารละลายจากหลอดตัวอย่างลงในหลอดใหม่ เติมน้ำยาทดสอบ 3 ลงในหลอดใหม่และหลอดควบคุมหลอดละ 2 หยด เขย่าให้เข้ากันและสังเกตสีที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับสีของหลอดควบคุม แล้วทำการแปลผลระดับความปลอดภัย โดยดูปฏิกิริยาการเปลี่ยนสี ถ้าสีที่เกิดขึ้นเป็นสีส้มเข้ม อยู่ในระดับปลอดภัย (safe level) สีส้มปนชมพูอยู่ในระดับไม่ปลอดภัย (unsafe level) ถูกยับยั้ง ร้อยละ 15 ส่วนถ้าสีที่เกิดขึ้นเป็นสีชมพู อยู่ในระดับไม่ปลอดภัยมาก (very unsafe level) (Chaikiang et al., 2012)

ผลการวิจัย

การเพิ่มอัตราการผสมติดของแม่โคเนื้อด้วยการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบกำหนดเวลาผสมเทียมด้วยโปรแกรมโคซินค์ประยุกต์ โดยทำการศึกษาในแม่โคเนื้อ จำนวน 60 ตัว จัดเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 ตัว ได้ผลการศึกษาต่าง ๆ ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสมบูรณ์ร่างกาย น้ำหนัก (กิโลกรัม) ของแม่โคเนื้อระหว่างกลุ่มการทดลองในวันที่ 0

คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายแม่โคเนื้อในกลุ่มที่ได้รับฮอร์โมนทั้ง 3 กลุ่มทดลอง (Control, Co-synch และ Co-synch + CIDR) แสดงใน Table 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และน้ำหนักของแม่โคเนื้อในกลุ่มที่ได้รับฮอร์โมนทั้ง 3 กลุ่มทดลอง (Control, Co-synch และ Co-synch + CIDR) แสดงใน Table 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

Table 1 Mean body scores of beef cows in each experimental group on day 0.

Parameters	Groups			P-value
	Control	Co-synch	Co-synch + CIDR	
No. of cows	20	20	20	
Body condition score	3.10±0.29	3.16±0.30	3.12±0.29	0.8199
Body weight(kg)	412.25±22.73	409.00±23.01	414.30±21.56	0.33166

เปรียบเทียบอัตราการผสมติดในแม่โคเนื้อที่ใช้โปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบกำหนดเวลาการผสมเทียมที่มีและไม่มีโปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอด

การศึกษ้อัตราการผสมติดในแม่โคเนื้อที่ใช้โปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบกำหนดเวลาการผสมเทียมที่มีและไม่มีโปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอด แสดงใน Table 2 โดยแม่โคเนื้อกลุ่มทดลองที่ 1 (Control) มีอัตราการผสมติด เท่ากับ 40.0 % (8/20) กลุ่มทดลองที่ 2 (Co-synch) มีอัตราการผสมติด เท่ากับ 65.0 % (13/20) และกลุ่มทดลองที่ 3 (Co-synch + CIDR) มีอัตราการผสมติด

เท่ากับ 70.0 % (14/20) พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 มีอัตราการผสมติดไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากข้อมูลพบว่ากลุ่มทดลองที่ 3 (Co-synch + CIDR) เป็นโปรแกรมที่ทำให้อัตราการผสมติดในแม่โคเนื้อสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

Table 2 Pregnancy rates were compared in beef cows in fix timed artificial insemination estrus synchronization program with and without controlled internal drug release (CIDR).

Item	Treatment			P-value
	Control	Co-synch	Co-synch + CIDR	
Conception rate	40.0% (8/20) ^b	65.0% (13/20) ^a	70.0% (14/20) ^a	0.035

^{a,b} significantly difference at $p < 0.05$.

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษ้อัตราการผสมติดของแม่โคเนื้อแบบกำหนดเวลาการผสมเทียมที่เหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วยการฉีดฮอร์โมน GnRH ร่วมกับการฉีดฮอร์โมน PGF2 α ระหว่างมีและไม่มีฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอด (CIDR) ผลการวิจัยพบว่าอัตราการผสมติดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยแม่โคเนื้อที่ได้รับโปรแกรม Co-synch + CIDR มีอัตราการผสมติดสูงที่สุด 70.0 % ซึ่งสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรม Co-synch (65.0 %) และกลุ่มควบคุม (40 %) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนแบบสอดช่องคลอด (CIDR) ร่วมกับโปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัด มีผลให้อัตราการผสมติดของแม่โคเนื้อสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Small et al. (2001) พบว่าการใช้ฮอร์โมน GnRH ร่วมกับฮอร์โมน PGF2 α โดยเรียกโปรแกรมนี้ว่า Co-synch เป็นโปรแกรมเหนี่ยวนำการเป็นสัดในแม่โคเนื้อให้มีความเหมาะสมในการจัดการฝูง มีความสะดวกและลดการใช้แรงงานในการสังเกตการเป็นสัด เนื่องจากเข้าไปจัดการกับตัวสัตว์เพียง 3 ครั้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ DeJarnette et al. (2001) ได้ทำการวิจัยในการลดระยะเวลาของโปรแกรม Co-synch ให้สั้นลงโดยเปรียบเทียบระยะทางให้ฮอร์โมน GnRH ครั้งแรกไปจนถึงการให้ฮอร์โมน PGF2 α ระหว่าง 7 และ 5 วัน พบว่าทั้งสองกลุ่มมีอัตราการตอบสนองต่อการเหนี่ยวนำด้วยฮอร์โมน เท่ากับ 69.4 % และ 78.4 % ตามลำดับ และกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัดและกระตุ้นการตกไข่ด้วยโปรแกรม Co-synch ในระยะเวลา 7 วัน พบว่ามีอัตราการผสมติด 30.9 % ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัดและกระตุ้นการตกไข่ด้วยโปรแกรม Co-synch ในระยะเวลา 5 วัน ที่มีอัตราการผสมติด 37.9 % อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sajapitak et al. (2015) พบว่าประสิทธิภาพการผสมเทียมแบบกำหนดเวลาที่ฉีดด้วยฮอร์โมนโปรเจสเทอโรน (CIDR) ร่วมกับฮอร์โมน PGF2 α ทันทีหลังจากถอด CIDR และการให้ฮอร์โมน Human chorionic gonadotropin (hCG) และ GnRH รูปแบบต่าง ๆ ในโปรแกรมการเหนี่ยวนำการตกไข่และทำการผสมเทียมแบบกำหนดเวลา (6 ชั่วโมง) หลังจากการถอดฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอด (CIDR) ในแม่โคเนื้อสายพันธุ์ฮินดูบราซิล พบว่ามีความสัมพันธ์กับจำนวนของการตั้งท้องในกลุ่มแม่โค ($p < 0.05$) ที่มีการใช้ GnRH ธรรมชาติ มีการตั้งท้องจำนวน 28/34 ตัว คิดเป็น 82.35 % ของกลุ่ม และในแม่โคกลุ่มที่มีการใช้ฮอร์โมน Chorionic gonadotropin มีการตั้งท้องจำนวน 16/19 ตัวคิดเป็น 84.21 % โดยแม่โคที่มีการใช้ GnRH แบบสังเคราะห์ไม่มีอัตราการตั้งท้องที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีการตั้งท้องจำนวน 4/14 ตัว คิดเป็น 28.57 % จากผลการวิจัยพบว่าการตั้งท้องในแม่โคมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการได้รับการฉีด GnRH แบบธรรมชาติ และ ฮอร์โมน Human chorionic gonadotropin สอดคล้องกับงานวิจัย Kakram et al. (2018) รายงานผลการวิจัยเปรียบเทียบการผสมเทียมแบบกำหนดเวลา 7 วัน และ 5 วัน Co-Synch พร้อมกับการให้ฮอร์โมน PGF2 α จำนวน 1 และ 2 ครั้ง ในการสลายคอร์ปัสลูเตียม และศึกษาความเข้มข้นฮอร์โมนเอสตราไดออล (Estradiol, E2) ในช่วงก่อนการตกไข่ ในโคนมสาว และโคเนื้อสาวลูกผสม พบว่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเทอโรน (P4) การสลายคอร์ปัสลูเตียม ขนาดฟอลลิเคิลก่อนการตกไข่และอัตราการผสมติดไม่มีความแตกต่างกันทั้งในโคนมสาวและโคเนื้อลูกผสม ($p > 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาอัตราการผสมติดของแม่โคเนื้อที่ใช้โปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบกำหนดเวลาผสมเทียมที่มีและไม่มีโปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอดมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ทำการผสมเทียมในแม่โคเนื้อที่เป็นสัดตามธรรมชาติจากการทดลองพบว่าการเหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วยโปรแกรม Co-synch ร่วมกับการที่มีและไม่มีฮอร์โมน โปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอด (CIDR) ทำให้อัตราการผสมติดในแม่โคเนื้อไม่แตกต่างกัน ทำให้สรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้ โปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอด(CIDR) เป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มอัตราการผสมติดในแม่โคเนื้อให้สูงขึ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาคณะกรรมการวิจัยนี้สำเร็จได้โดยความกรุณาจาก รศ.น.สพ.ดร. จตุพร กระจายศรี คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร รศ.ดร. สุณิรัตน์ เอี่ยมละมัย อาจารย์ประจำคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นายสมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี และ นายพงศ์เทพ พลแสง ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีโสธร ที่ได้ให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์และประสบผลสำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านเหล่านี้ไว้เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ นายณรินทร์ แก้วทอง ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี ที่อนุญาตให้ขอใช้พื้นที่ของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี ในการทำการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งประโยชน์อันใดที่จะเกิดจากงานวิจัยนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

References

Carvalho, J.B.P., Carvalho, N.A.T., Reis, E.L., Nichi, M., Souza, A.H., & Baruselli, P.S. (2010). Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*, 69(2), 167-175. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.08.035

Dejarnette, J. M., Day, M. L., House, R. B., Wallace, R. A., & Marshall, C. E. (2001). Effect of GnRH pretreatment on reproductive performance of postpartum suckled beef cows following synchronization of estrus using GnRH and PGF2alpha. *Journal of Animal Science*, 79(7), 1675. doi:10.2527/2001.7971675x

Information and communication technology center, Department of Livestock Development. (2021). Database system for farmers. Accessed June 15, 2021. Retrieved from http://ict.dld.go.th/webnew/images/stories/stat_web/yearly. (in Thai)

Information and communication technology center, Department of Livestock Development. (2020). Database system for farmers. Accessed April 17, 2020. Retrieved from http://ict.dld.go.th/webnew/images/stories/stat_web/yearly. (in Thai)

El-Zarkouny, S. Z., Cartmill, J. A., Hensley, B. A., & Stevenson, J. S. (2004). Pregnancy in dairy cows after synchronized ovulation regimens with or without presynchronization and progesterone. *Journal of Dairy Science*, 87(4), 1024-1037. doi:10.3168/jds.s0022-0302(04)73248-8

Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 77(9), 2695-2703. doi:10.3168/jds.s0022-0302(94)77212-x

Escalante, R. C., Pooch, S. E., & Lucy, M. C. (2013). Follicular populations and luteal function in dairy heifers treated with a controlled internal drug release insert for 14 days as a method to synchronize the estrous cycle before prostaglandin PGF2α treatment and artificial insemination. *Journal of Dairy Science*, 96(6), 3806-3816. doi:10.3168/jds.2012-6474

Kogam, N., Bunma, T., & Navanukraw, C. (2018). Requirement of GnRH injection with CIDR® insertion for synchronization of estrus and follicular development in crossbred brahman native heifers. *Journal of Agricultural Research and Extension*, 35(2 Suppl. 2), 290-297. (in Thai)

Rodgers, J. C., Bird, S. L., Larson, J. E., Dileo, N., Dahlen, C. R., DiCostanzo, A., & Lamb, G. C. (2012). An economic evaluation of estrous synchronization and timed artificial insemination in suckled beef cows. *Journal of Animal Science*, 90(11), 4055-4062. doi:10.2527/jas.2011-4836

Rich, J.J., Northrop, E. J., Larimore, E. L., & Perry, G. A. (2018). Influence of GnRH supplementation at CIDR removal on estrus expression and interval to estrus in beef cattle. *Theriogenology*. 119, 76-79.

Sajapitak, S., Yawongsa, A., & Arunvipas P. (2015). Estrus synchronization and fixed-time artificial insemination using combined progesterone and prostaglandin F2 alpha together with hCG, or GnRH in cross-bred Indu-Brazil beef cows. *Journal of Kasetsart Veterinarians*, 25(3), 115-122. (in Thai)

Santos, J. E. P., Narciso, C. D., Rivera, F., Thatcher, W. W., & Chebel, R. C. (2010). Effect of reducing the period of follicle dominance in a timed artificial insemination protocol on reproduction of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(7), 2976-2988. doi:10.3168/jds.2009-2870

Small, J.A., Ambrose, J.D., McCaughey, W.P., Ward, D.R., Sutherland W.D., Glover, N.D., & Rajamahendran R. (2001). The effects of gonadotropin releasing hormone in prostaglandin PGF2α - based timed insemination programs for beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 81(3), 335-343.

Research article

Optimization of conception rate of beef cows with fix time artificial insemination estrus synchronization by modified Co-sync

Teerayoot Chawut *

Animal Science College of Agriculture and Technology Phetchaburi, Cha-am, Phetchaburi Province 76120

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 9 November 2022

Revised: 26 November 2022

Accepted: 5 December 2022

Online published: 15 December 2022

Keyword

Fix time artificial insemination

Pregnancy rate

Estrus synchronization

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare conception rate in estrus synchronization fix timed artificial insemination beef cows with GnRH plus PGF2 α with and without controlled internal drug release (CIDR). A total of 60 cross breed beef cows were used, using a randomized complete block design (RCBD). The beef cows were divided into 3 groups, namely, the experiment 1 was the control group, experiment 2 was estrus synchronization by the Co-sync program, and experiment 3 was the Co-sync estrus CIDR. The pregnant beef cows were examined at 60 days after artificial insemination. The results showed that the conception rate of experiment 2 (65.0 %) and experiment 3 (70.0 %). There was no significantly in estrus synchronization with GnRH plus PGF2 α between with and without CIDR ($p>0.05$) compared to beef cows in experiment 1 had a higher conception rate significantly ($p<0.05$) Therefore, the study concluded that the combined use of the Co-sync program with intravaginal progesterone in beef cows increased the conception rate. Therefore, it is used as an alternative to using fix time artificial insemination estrus synchronization program in addition to the usual methods of artificial insemination.

*Corresponding author

E-mail address: chawut98@gmail.com (T. Chawut)

Online print: 15 December 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.2022.25>



บทความวิจัย

ความคงตัวของสีและการเกิดออกซิเดชันของเนื้อระหว่างการเก็บเย็นจากไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมผลมังครในน้ำดื่ม

อุมพร แพทย์ศาสตร์* ปิยรัตน์ นาควิโรจน์ โอภาส พิมพา เจษฎา รัตนวุฒิ และ บดี คำสีเชียว

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมและการเกษตรและประมง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 7 พฤศจิกายน 2565

แก้ไข: 28 พฤศจิกายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 9 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 16 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

เนื้อไก่

ความคงตัวของสี

ออกซิเดชัน

มังคร

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อระหว่างการเก็บเย็นของเนื้อไก่ที่ได้รับการเสริมผลมังครในน้ำดื่ม ได้แก่ ความคงตัวของสี การเกิดออกซิเดชันและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยนำเนื้อส่วนหน้าอกของไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมผลมังครทั้งระดับ 0, 1 และ 2 % แต่ละกลุ่มการทดลองมี 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้าอายุ 14 วัน จำนวน 120 ตัว ทำการเลี้ยงไก่ในโรงเรือนเปิด ให้อาหารและน้ำแบบเต็มที่จนไก่มีอายุ 38 วัน ผลการทดลองพบว่าความคงตัวของสีในน้ำดื่มไม่มีผลต่อ ค่า L^* , a^* , Hue, % MetMb และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อไก่ในวันที่ 0, 3 และ 6 ของการเก็บเย็น ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามการเสริมมังครในน้ำดื่มที่ระดับ 1 % ทำให้ค่า Chroma ในเนื้อไก่สูงที่สุด และการเสริมมังครที่ระดับ 1 และ 2 % ทำให้การเกิดออกซิเดชันของไขมันสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ในวันที่ 0 ของการเก็บเย็น ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันในวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บเย็น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเสริมผลมังครในน้ำดื่มที่ระดับ 1 % มีแนวโน้มช่วยทำให้เนื้อไก่มีค่าความอืดตัวของสีดีขึ้น

บทนำ

มังคร (*Melastoma malabathricum*) เป็นไม้พุ่มที่พบได้ทั่วไปในเอเชียรวมถึงประเทศไทย มีดอกสีชมพูหรือสีม่วงที่สวยงาม ผลจะถูกห่อหุ้มไว้และบรรจุเมล็ดจำนวนมาก มังครอุดมไปด้วยสารฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) (Zakaria et al., 2011) ผลมังครเมื่อสุกมีสีม่วงเข้มและเป็นแหล่งสำคัญของสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) (Aziz et al., 2012) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มสารฟลาโวนอยด์ โดยผลมังครมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อสุกเต็มที่ (Kasunmala et al., 2020) ส่วนของใบ รากและดอกมังครมีการนำมาใช้เป็นสมุนไพรรักษาอาการต่าง ๆ มาเป็นเวลานาน เช่น อาการปวดฟัน ปวดบาดแผล ท้องเสีย และการติดเชื้อ (Omar et al., 2012) มังครมีฤทธิ์ทางชีววิทยาหลายประการ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านมะเร็ง (Susanti et al., 2007) ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Omar et al., 2013) ฤทธิ์ด้านการอักเสบ แก้ปวดและลดไข้ และฤทธิ์ด้านการเน่าเปื่อย (Omar et al., 2012) มังครจึงมีความเหมาะสมเพื่อนำมาใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะไก่เนื้อที่ยังมีปัญหาการใช้ยาปฏิชีวนะที่มากเกินไป ส่งผลให้เกิดการดื้อยาในคนและมีการตกค้างในเนื้อไก่ซึ่งไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และทำให้เกิดปัญหาในการส่งออก

การทดลองนี้เป็นการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองก่อนหน้านี้

ที่ได้ศึกษาผลของการเสริมผลมังครในน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการผลิตคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อในไก่เนื้อ ผลการทดลองพบว่าการเสริมผลมังครในน้ำดื่ม แม้จะไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก แต่มีผลทำให้อัตราการตายของไก่เนื้อลดลงและคุณภาพเนื้อหลังฆ่าบางประการ เช่น เนื้อไก่มีสีเหลืองมากขึ้นและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไก่ดีขึ้น (Pastart, 2019) อย่างไรก็ตามยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับผลของสารออกฤทธิ์ในมังครต่อคุณภาพของเนื้อระหว่างการเก็บรักษา (Shelf-life stability) ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของเนื้อไก่ที่ได้รับการเสริมมังครในน้ำดื่มในระหว่างการเก็บเย็น ได้แก่ ความคงตัวของสี การเกิดออกซิเดชันและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของเนื้อระหว่างการเก็บรักษา เพื่อเป็นแนวทางในการทดแทนหรือลดการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมเลี้ยงไก่เนื้อ เพื่อได้อาหารที่ปลอดภัย และยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อหลังการเก็บเกี่ยวให้ยาวนานขึ้น ทั้งนี้การเสริมผลมังครในน้ำดื่มเป็นรูปแบบที่เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ง่ายและไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโภชนาการต่าง ๆ ในสูตรอาหารของไก่เนื้ออีกด้วย

*Corresponding author

E-mail address: umaporn.p@psu.ac.th (U. Pastart)

Online print: 16 December 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.2022.29>

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ CP707 คณะแพศ อายุ 1 วัน จำนวน 120 ตัว เลี้ยงในคอกขังรวม ระบบเปิด เมื่ออายุครบ 14 วัน ทำการสุ่มสัตว์ทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 1) น้ำดื่มเสริมผลมังเครบดละเอียด 0 % (กลุ่มควบคุม) 2) น้ำดื่มเสริมผลมังเครบดละเอียด 1 % ในน้ำดื่ม และ 3) น้ำดื่มเสริมผลมังเครบดละเอียด 2 % ในน้ำดื่ม โดยเลี้ยงกลุ่มการทดลองละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว สัตว์ส่วนตัวและผู้เลี้ยงในแต่ละกลุ่มเท่า ๆ กัน เลี้ยงในกรงขนาด 1 x 1 เมตร ไก่ทดลองแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้า (Commercial feed) สูตรเดียวกัน โดยมีคุณค่าอาหารตรงตามความต้องการของไก่เนื้อในระยะต่าง ๆ คืออาหารช่วงอายุแรกเกิด ถึง 21 วัน (0 - 3 สัปดาห์) มีโปรตีนประมาณ 23 % และอาหารช่วงอายุ 22 - 42 วัน (3 - 6 สัปดาห์) มีโปรตีนประมาณ 20 % โดยให้ระดับพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ในทั้ง 2 ระยะ ไก่ทุกกลุ่มจะได้รับอาหารและน้ำดื่มอย่างเต็มที่ตลอดจนอายุครบ 38 วัน ทั้งนี้มีการดำเนินการเลี้ยงสัตว์ตามจรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สภาวิจัยแห่งชาติ เลขที่ใบอนุญาตการใช้สัตว์ U1-03985-2559

การเตรียมมังเครบผสมน้ำ เริ่มจากนำผลแก่ของมังเครบสดมาล้างน้ำหนักสด ล้างให้สะอาด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท ชั่งน้ำหนักหลังอบแห้ง นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร จากนั้นนำผงมังเครบไปผสมในน้ำดื่มไก่เนื้อตามอัตราส่วนที่กำหนด โดยคนให้ละลายน้ำอย่างดี ไก่ได้รับน้ำดื่มอย่างเต็มที่ตลอดการเลี้ยง โดยทำการผสมผงมังเครบกับน้ำดื่มทุกวันและเปลี่ยนน้ำใหม่ทุกวัน เมื่อไก่เนื้ออายุครบ 38 วัน ทำการสุ่มไก่ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม มาฆ่าละ 4 ตัว (กลุ่มทดลองละ 16 ตัว) เพื่อนำเนื้อส่วนหน้าอก (Breast fillet) มาศึกษาคุณภาพเนื้อระหว่างการเก็บเย็น

การวัดสีของเนื้อ ทำได้โดยใช้เนื้อไก่ส่วนหน้าอกหั่นเป็นชิ้นขนาด 4 x 4 เซนติเมตร จำนวน 3 ชิ้น มาทำการวัดสี L^* , a^* และ b^* โดยใช้เครื่องวัดสี Hunterlab Miniscan color meter (D65 light source, 10° standard observer, 45°/0° geometry, 1-inch light surface, white standard) วัดจำนวน 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย สำหรับค่า Chroma และ Hue สามารถคำนวณได้ตามวิธีของ Hunter & Harold (1987) โดยทำการวัดสีวันที่ 0, 3 และ 6 วัน หลังห่อเนื้อไว้ด้วย Oxygen permeable foil ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้แสงหลอดไฟ

การวิเคราะห์การเกิดออกซิเดชันของไมโอโกลบิน (Myoglobin oxidation) ในเนื้อ เป็นการคำนวณหาร้อยละการเกิด Metmyoglobin (% MetMb) โดยใช้ค่าการสะท้อนกลับของแสงที่ความยาวคลื่นจำเพาะ ได้แก่ 520, 530, 570, 580 และ 700 นาโนเมตร ตามวิธีของ Krzywicki (1979) และวิธีการคำนวณที่ดัดแปลงโดย Lindahl et al. (2001) โดยทำการวิเคราะห์วันที่ 0, 3 และ 6 วัน หลังห่อเนื้อไว้ด้วย Oxygen permeable foil ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้แสงหลอดไฟ โดยวิธี Thiobarbituric Reactive Substances (TBARS) ตามวิธีของ Tarladgis et al. (1960) โดยคำนวณหาปริมาณ Malondialdehyde

(MDA) ที่เกิดจากกระบวนการลิพิดออกซิเดชันในเนื้อไก่ มีหน่วยเป็นไมโครกรัมของ MDA ต่อเนื้อสด 1 กรัม

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity) ในเนื้อ ทำการวิเคราะห์วันที่ 0, 3 และ 6 วัน หลังห่อเนื้อไว้ด้วย Oxygen permeable foil ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้แสงหลอดไฟ โดยวิธี DPPH assay ตามวิธีของ Wang et al. (2019) ซึ่งสาร 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) เป็นตัวสร้างอนุมูลอิสระ (DPPH●) ในตัวทำละลายเอทานอล ได้สารละลายสีม่วง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เมื่อ DPPH● ทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีของสารละลายสีม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (Sharma & Bhat, 2009) ความสามารถในการต้านออกซิเดชันคำนวณได้จากสูตร DPPH Scavenging activity (%) = $(1 - A_s/A_c) \times 100$ เมื่อ A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง และ A_c คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม (Control) (Wang et al., 2019)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ผลการทดลองจะแสดงในรูปค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากค่าเฉลี่ย ค่า $p < 0.05$ จะพิจารณาว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาความคงตัวของสีเนื้อ (Color stability) ในวันที่ 0, 3 และ 6 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิเย็น แสดงใน Table 1 พบว่าการเสริมมังเครบในน้ำดื่มในระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อค่าความสว่าง L^* (Lightness) ค่าสีแดง a^* (Redness) และค่าสี Hue ของเนื้อไก่ ($p < 0.05$) สำหรับค่าสีเหลือง b^* (Yellowness) ของเนื้อไก่ พบว่าในกลุ่มที่เสริมมังเครบ 1 % มีค่าสีเหลืองสูงที่สุด ($p < 0.05$) แต่เมื่อผ่านไป 6 วัน พบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมมังเครบ 1 % มีสีเหลืองไม่ต่างกัน และกลุ่มควบคุมมีค่าของสีเหลืองมากกว่ากลุ่มที่เสริมมังเครบ 2 % ($p < 0.05$) สำหรับค่าความอิ่มตัวของสี หรือค่า Chroma ในวันที่ 0 และ 3 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิเย็น พบว่ากลุ่มที่เสริมมังเครบ 1 % มีค่า Chroma สูงที่สุด ($p < 0.05$) แต่เมื่อผ่านไป 6 วัน พบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมมังเครบ 1 % มีค่า Chroma สูงกว่ากลุ่มที่เสริมมังเครบ 2 % ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม การเกิดไมโอโกลบินออกซิเดชัน (% MetMb) ของเนื้อไก่ของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p < 0.05$) ในวันที่ 0, 3 และ 6 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิเย็น

ผลของการเสริมมังเครบในน้ำดื่มต่อความคงตัวของ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative stability) ในเนื้อไก่ ได้แก่ การเกิดออกซิเดชันของไขมันและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ดัง Table 2 ผลการทดลองพบว่าการเสริมมังเครบในระดับต่าง ๆ ทำให้มีค่าลิพิดออกซิเดชันสูงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) ในวันที่ 0 ของการเก็บเย็น อย่างไรก็ตามในวันที่ 3 และ 6 พบว่าการเกิดออกซิเดชันของไขมันของเนื้อไก่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p < 0.05$) สำหรับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อไก่ในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้ง 3 ช่วงเวลาของการเก็บเย็น

Table 1 Effects of supplementation of *Melastoma malabathricum* in drinking water on color stability of broilers meat.

Item	Concentration of <i>Melastoma malabathricum</i> in drinking water (%)			SEM ^{1/}	P-value
	0	1	2		
L* day0	55.00	55.34	56.68	0.31	0.06
L* day3	57.20	59.04	58.64	0.34	0.06
L* day6	57.07	55.97	58.08	0.40	0.09
a* day0	7.47	8.35	7.57	0.18	0.10
a* day3	7.40	7.51	7.32	0.14	0.86
a* day6	7.03	7.03	6.93	0.14	0.95
b* day0	18.97 ^b	21.39 ^a	18.19 ^b	0.31	0.00
b* day3	19.12	20.21	19.35	0.20	0.06
b* day6	20.52 ^a	20.28 ^{ab}	19.03 ^b	0.27	0.05
Hue day0	1.20	1.20	1.18	0.01	0.54
Hue day3	1.21	1.22	1.21	0.01	0.63
Hue day6	1.24	1.24	1.22	0.01	0.52
Chroma day0	20.25 ^b	22.70 ^a	19.53 ^b	0.31	0.00
Chroma day3	20.34 ^b	21.54 ^a	20.56 ^b	0.21	0.04
Chroma day6	21.56 ^a	21.58 ^a	20.31 ^b	0.24	0.05
% MetMb day0	36.28	36.55	35.27	0.66	0.71
% MetMb day3	44.12	44.73	43.95	1.02	0.95
% MetMb day6	52.24	53.51	48.26	1.55	0.38

^{a,b} Within a row, mean values with different superscripts differ significantly at p < 0.05.^{1/}SEM = Standard Error of Mean.**Table 2** Effects of supplementation of *Melastoma malabathricum* in drinking water on lipid oxidation (μg MDA/g meat) by TBARS assay and antioxidant capacity (%) by DPPH assay of broilers meat.

Item	Concentration of <i>Melastoma malabathricum</i> in drinking water (%)			SEM ^{1/}	P-value
	0	1	2		
TBARS day0	0.57 ^b	1.58 ^a	2.00 ^a	0.13	0.00
TBARS day3	2.40	2.92	2.28	0.18	0.29
TBARS day6	3.50	3.85	3.17	0.18	0.33
DPPH day0	57.58	59.40	61.82	1.44	0.48
DPPH day3	55.93	56.71	58.64	0.83	0.41
DPPH day6	48.48	52.48	53.32	2.36	0.68

^{a,b} Within a row, mean values with different superscripts differ significantly at p < 0.05.^{1/}SEM = Standard Error of Mean.

วิจารณ์ผลการวิจัย

ความคงตัวของสีเนื้อขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการตั้งแต่ที่ฟาร์มจนถึงมือผู้บริโภค ทั้งปัจจัยก่อนฆ่าสัตว์ ได้แก่ สายพันธุ์ อาหาร ชนิดของกล้ามเนื้อ การจัดการสัตว์ก่อนฆ่า ขั้นตอนกระบวนการฆ่า รวมถึงกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การบ่ม การลดอุณหภูมิ ชาก บรรจุภัณฑ์ และวิธีการเก็บรักษาเนื้อ (Kropf, 2003) เป็นต้น ตัวชี้วัดที่สำคัญที่แสดงถึงความคงตัวของสีเนื้อที่ลดลง คือ การลดลงของค่าสีแดง (a^*) และการเพิ่มขึ้นของ Metmyoglobin ทั้งนี้สีของเนื้อถูกกำหนดโดยปริมาณและสถานะทางเคมีของเม็ดสีในกล้ามเนื้อหรือที่เรียกว่าไมโอโกลบิน ในกรณีที่ไม่มีออกซิเจน เม็ดสีอยู่ในสถานะ Deoxymyoglobin ซึ่งมีสีม่วง-แดงเข้ม เมื่อเนื้อสัมผัสกับอากาศ เม็ดสีจับกับออกซิเจนอย่างรวดเร็วในรูปของ Oxymyoglobin ซึ่งมีสีแดงสดที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และ Deoxymyoglobin และ Oxymyoglobin สามารถเกิดออกซิเดชันไปเป็น Metmyoglobin ซึ่งทำให้เนื้อมีสีน้ำตาลคล้ำ บ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพของเนื้อ (Mancini

& Hunt, 2005) อย่างไรก็ตาม Metmyoglobin สามารถถูกเปลี่ยนกลับไปเป็น Deoxymyoglobin ได้ในระหว่างเก็บรักษาเนื้อ โดยเอนไซม์ที่มีกิจกรรม Metmyoglobin-reducing activity กล้ามเนื้อบางชนิด เช่น เนื้อสันนอก หรือ Longissimus dorsi มีกิจกรรมของเอนไซม์นี้อยู่สูง ทำให้มีความคงตัวของสีมากกว่ากล้ามเนื้อส่วนที่มีกิจกรรมเอนไซม์นี้น้อย โดยสีแดงในเนื้อสันนอกอาจคงอยู่ได้มากกว่า 3 หรือ 4 เท่า เมื่อเทียบกับกล้ามเนื้อที่มี Metmyoglobin-reducing activity อยู่ต่ำ (Kropf, 2003) จากการทดลองนี้ไม่พบความแตกต่างกันของค่าสีแดง และ % Metmyoglobin ในแต่ละกลุ่ม อาจเป็นผลมาจากบทบาทหน้าที่ของ Metmyoglobin-reducing activity ที่มีในเนื้อหน้าอก ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

สำหรับค่า *Chroma* เป็นตัวบ่งบอกถึงความอิ่มตัวของสี (Saturation index) โดยเนื้อที่มีสีที่นำพึงพอใจต่อการเลือกซื้อ ควรมีค่า *Chroma* ที่สูง ที่แสดงถึงความอิ่มตัวของสีเนื้ออยู่มาก หรือเนื้อมีสีแดงสด ปราศจากสีดำหรือสีเทาหม่น การลดลงของค่า *Chroma*

อาจมีสาเหตุจากการเกิดออกซิเดชันในเนื้อ จากการทดลองนี้การเสริมมังครีที่ระดับ 1 % ทำให้เนื้อไก่มีความอืดตัวของสีมากกว่า 2 % อาจเนื่องมาจากสารฟลาโวนอยด์ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโปรตีนต่าง ๆ ในเนื้อมีผลทำให้เนื้อไม่เสื่อมสภาพ แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มที่เสริมมังครี 2 % กลับมีค่า *Chroma* น้อยกว่ากลุ่ม 1 % อาจเป็นเพราะสารฟลาโวนอยด์ที่นอกจากเป็นสารต้านอนุมูลอิสระแล้ว ยังเป็นตัว Prooxidant ที่สามารถสร้างอนุมูลอิสระได้ โดยมีพวกโลหะ เช่น Fe และ Cu เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีผลทำลายสารสำคัญต่าง ๆ ของเซลล์ เช่น ไขมัน และโปรตีน (Eghbaliferiz & Iranshahi, 2016) ดังนั้นในเนื้อไก่ที่มี Fe ซึ่งเป็นองค์ประกอบในสารสีไมโอโกลบิน อาจมีผลไปเร่งให้สารฟลาโวนอยด์ โดยเฉพาะสารพวกแอนโทไซยานิน ที่มีอยู่ในมังครี ทำให้มีการสร้างอนุมูลอิสระมากขึ้น ทำให้เนื้อมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมากกว่าการใช้ที่ระดับ 1 %

การเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้สูญเสียคุณภาพของเนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์เนื่องจากเนื้อสัตว์มีไขมันเป็นองค์ประกอบได้สูงถึง 10 % การเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อเกิดจากอนุมูลอิสระที่เข้าไปกระตุ้นทำให้ไขมันในเนื้อเกิดการออกซิเดชัน ส่งผลทำให้เนื้อสัตว์สูญเสียทั้งรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ (Morrissey et al., 1998) อย่างไรก็ตามในขณะที่สัตว์มีชีวิต มีการป้องกันการเกิดออกซิเดชันโดยเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant enzymes) ซึ่งมีการตรวจพบเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระได้หลายชนิดในเนื้อสัตว์ และมีความสำคัญในการช่วยต่อต้านกระบวนการออกซิเดชันในเนื้อสัตว์ (Park et al., 2015; Pastsart et al., 2013; Qwele et al., 2013; Renner et al., 1996) จากการทดลองของ Song et al. (2010) และ Yao et al. (2010) รายงานว่าปริมาณสารโพลีฟีนอล มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกกับกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ จากการทดลองนี้การเสริมมังครีในน้ำดื่ม ทำให้เกิดออกซิเดชันของไขมันสูงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากสารแอนโทไซยานิน ที่มีคุณสมบัติเป็นตัว Prooxidant กระตุ้นให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น โดยมี Fe ในเนื้อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้กลุ่มที่ได้รับการเสริมมังครีมีการเกิดออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเวลาผ่านไปพบว่าปริมาณ MDA ที่เกิดขึ้นในเนื้อไก่กลับไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มการทดลอง อาจเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระที่เข้ามาช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเวลาต่อมา อย่างไรก็ตามนอกจากสารต้านอนุมูลอิสระแล้ว ปริมาณและชนิดของไขมันในเนื้อ ถือเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อด้วยเช่นกัน (Morrissey et al., 1998) สำหรับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเนื้อไก่ของการทดลองนี้พบว่า การเสริมมังครีในน้ำดื่มไม่มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเนื้อไก่ สอดคล้องกับการทดลองของ Pastsart et al. (2021) ที่พบว่า การเสริมไบโโพรพาในอาหารไก่เนื้อไม่มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเนื้อไก่ แต่ไม่สอดคล้องกับรายงานของ Qwele et al. (2013) ที่พบว่า การเสริมไบโพรพาที่มีสารโพลีฟีนอลอยู่มาก มีผลทำให้เนื้อแพะมีกิจกรรมของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ (SOD และ CAT) มากขึ้น รวมถึงไม่สอดคล้องกับรายงานของ Monino et al. (2008) ที่พบว่า การผสมไบโพรพาร์ลในอาหารแกะในปริมาณ 10 และ 20 %

ส่งผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเนื้อแกะสูงขึ้น จากผลการทดลองนี้ที่พบว่า ผลที่แตกต่างจากการทดลองข้างต้น อาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น ชนิดและปริมาณของสารโพลีฟีนอลที่มีอยู่ในพืช แตกต่างกัน ชนิดของสัตว์ทดลอง การจัดการเลี้ยงดู รวมถึงสภาวะความเครียดที่ต่างกันของสัตว์ทดลอง เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

การเสริมผลมังครีในน้ำดื่มของไก่เนื้อไม่มีผลต่อ ค่าสี L^* , a^* , Hue , % MetMb และค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อไก่ ในวันที่ 0, 3 และ 6 ของการเก็บเย็น อย่างไรก็ตามสารออกฤทธิ์ในผลมังครีมีผลต่อค่าสี *Chroma* และการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อไก่ โดยการเสริมผลมังครีในน้ำดื่มที่ระดับ 1 % ทำให้ค่า *Chroma* สูงที่สุด และการเสริมมังครีในน้ำดื่มที่ระดับ 1 และ 2 % ทำให้การเกิดออกซิเดชันของไขมันสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมในวันที่ 0 ของการเก็บเย็น แต่ไม่แตกต่างกันในวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บเย็น

References

- Aziz, N., Mat Nor, N. A., Mohd Adnan, A. F., Taha, R. M., & Arof, A. K. (2012). Study of anthocyanin stability derived from the fruit pulp of *Melastoma malabathricum* in a coating system. *Pigment and Resin Technology*, 41(4), 223–229. doi: <http://doi.10.1108/03699421211242455>.
- Eghbaliferiz, S., & Iranshahi, M. (2016). Prooxidant activity of polyphenols, flavonoids, anthocyanins and carotenoids: updated review of mechanisms and catalyzing metals. *Phytotherapy Research*, 30(9), 1379–1391.
- Hunter, R. S., & Harold, R. W. (1987). *The measurement of appearance* (2nd ed.). New York: John Wiley-Inter science.
- Kasunmala, I. G. G., Navaratne, S. B., & Wickramasinghe, I. (2020). Antioxidant activity and physicochemical properties changes of *Melastoma malabathricum* (L.) and *Syzygium caryophyllatum* (L.) fruit during ripening. *International Journal of Fruit Science*, 20(Suppl. 3), S1819–S1828. doi: [10.1080/15538362.2020.1834896](http://doi.10.1080/15538362.2020.1834896).
- Kropf, D. H. (2003). Enhancing meat color stability. Proceedings of the 56th American meat science association reciprocal meat conference (pp. 73–75). Columbia: Missouri.
- Krzywicki, K. (1979). Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. *Meat Science*, 3(1), 1–10. doi: [10.1016/0309-1740\(79\)90019-6](http://doi.10.1016/0309-1740(79)90019-6).
- Lindahl, G., Lundstrom, K., & Tornberg, E. (2001). Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science*, 59(2), 141–151. doi: [10.1016/s0309-1740\(01\)00064-x](http://doi.10.1016/s0309-1740(01)00064-x).
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat science*, 71(1), 100–121. doi: [10.1016/j.meatsci.2005.03.003](http://doi.10.1016/j.meatsci.2005.03.003).

- Monino, I., Martinez, C., Sotomayor, J. A., Lafuente, A., & Jordán, M. J. (2008). Polyphenolic transmission to Segureño lamb meat from ewes' diet supplemented with the distillate from rosemary (*Rosmarinus officinalis*) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3363-3367.
- Morrissey, P. A., Sheehy, P. J., Galvin, K., Kerry, J. P., & Buckley, D. J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49 (Suppl. 1), S73-S86.
- Omar, S. N. C., Abdullah, J. O., Khairoji, K. A., Chin, S. C., & Hamid, M. (2013). Effects of flower and fruit extracts of *Melastoma malabathricum* Linn. on growth of pathogenic bacteria: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Salmonella typhimurium*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013(2):459089. doi: 10.1155/2013/459089.
- Omar, S. N. C., Abdullah, J. O., Khairoji, K. A., Chin, S. C., & Hamid, M. (2012). Potentials of *Melastoma malabathricum* Linn. flower and fruit extracts as antimicrobial infusions. *American Journal of Plant Sciences*, 3(8), 1127-1134. doi: 10.4236/ajps.2012.38136.
- Park, J. H., Kang, S. N., Shin, D., & Shim, K. S. (2015). Antioxidant enzyme activity and meat quality of meat type ducks fed with dried *Oregano* (*Origanum vulgare* L.) powder. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(1), 79-85. doi: 10.5713/ajas.14.0313.
- Pastsart, U. (2019). Effect of *Melastoma malabathricum* supplementation in drinking water on growth performance, carcass and meat quality of broilers. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(Suppl. 1), 769-774. (in Thai)
- Pastsart, U., De Boever, M., Claeys, E., & De Smet, S. (2013). Effect of muscle and post-mortem rate of pH and temperature fall on antioxidant enzyme activities in beef. *Meat science*, 93(3), 681-686. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.008.
- Pastsart, U., Nakawiroj, P., Pimpa, O., Rattanawut, J., & Khamseekhiew, B. (2021). Antioxidant capacity and lipid oxidation in meat during cold storage of broilers fed with sweet basil (*Ocimum basilicum*) leaves. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49(Suppl. 2), 862-866. (in Thai)
- Qwele, K., Hugo, A., Oyedemi, S. O., Moyo, B., Masika, P. J., & Muchenje, V. (2013). Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with *Moringa* (*Moringa oleifera*) leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat Science*, 93(3), 455-462.
- Renner, M., Dumont, F., & Gatellier, P. (1996). Antioxidant enzyme activities in beef in relation to oxidation of lipid and myoglobin. *Meat Science*, 43(2), 111-121. doi: 10.1016/0309-1740(96)84583-9.
- Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry*, 113(4), 1202-1205.
- Song, F. L., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xiao, Q., Kuang, L., & Li, H. B. (2010). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Chinese medicinal plants. *International journal of molecular sciences*, 11(6), 2362-2372. doi: 10.3390/ijms11062362.
- Susanti, D., Sirat, H. M., Ahmad, F., Ali, R. M., Aimi, N., & Kitajima, M. (2007). Antioxidant and cytotoxic flavonoids from the flowers of *Melastoma malabathricum* L. *Food Chemistry*, 103(3), 710-716.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 44-48.
- Wang, L., Guo, H., Liu, X., Jiang, G., Li, C., Li, X., & Li, Y. (2019). Roles of *Lentinula edodes* as the pork lean meat replacer in production of the sausage. *Meat science*, 156(1), 44-51. doi: 10.1016/j.meatsci.2019.05.016.
- Yao, Y., Sang, W., Zhou, M., & Ren, G. (2010). Phenolic composition and antioxidant activities of 11 celery cultivars. *Journal of Food science*, 75(1), C9-C13. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01392.x.
- Zakaria, Z. A., Rofiee, M. S., Mohamed, A. M., Teh, L. K., & Salleh, M. Z. (2011). In vitro antiproliferative and antioxidant activities and total phenolic contents of the extracts of *Melastoma malabathricum* leaves. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 4(4), 248-256. doi: 10.1016/j.jams.2011.09.016.

Research article

Color and oxidative stabilities of meat during cold storage from broilers supplemented with *Melastoma malabathricum* in drinking water

Umaporn Pastsart* Piyarat Nakawiroj Opart Pimpa Jessada Rattanawut and Bodee Khamseekhiew

Department of Agricultural Science and Technology, Faculty of Innovative Agriculture and Fishery Establishment Project, Prince of Songkla University Surat Thani campus, Mueang District, Surat Thani 84000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 7 November 2022

Revised: 28 November 2022

Accepted: 9 December 2022

Online published: 16 December 2022

Keyword

Broilers meat

Color stability

Oxidation

Melastoma malabathricum

Antioxidant capacity

ABSTRACT

The aim of this experiment was to study the meat quality during cold storage of broilers supplemented with *Melastoma malabathricum* (MM) in drinking water, namely color stability, oxidation and antioxidant capacity. The breast fillets were taken from broilers fed with 0, 1 and 2 % of MM powder in drinking water with 4 replicates in each experimental group and 10 birds/replicate using 120 commercial breeds of broilers aged 14 days. Birds were raised in open house system and allowed ad libitum access to feed and water. The rearing period finished when broilers were 38 days old. The results showed that the supplementation of MM in drinking water had no effect on L^* , a^* , Hue, % MetMb and antioxidant capacity at days 0, 3 and 6 of cold storage ($p > 0.05$). However, supplementation of MM in drinking water at 1 % resulted in the highest Chroma in chicken meat and supplementation at levels 1 and 2 % resulted in higher lipid oxidation compared to control group at day 0 of cold storage ($p < 0.05$), but were not different on days 3 and 6 of cold storage. Therefore, it was concluded that the supplementation of MM in drinking water at 1 % tended to improve meat quality by increasing the color saturation of chicken meat.

*Corresponding author

E-mail address: umaporn.p@psu.ac.th (U. Pastsart)

Online print: 16 December 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.2022.29>



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

บทความวิจัย

ต้นแบบ Smart farming สมุนไพร สู่การขับเคลื่อนเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนพื้นที่ จังหวัดมหาสารคาม

รภัสสา จันทาศรี^{1*} และ ฉมามาศ จันทาศรี²

¹สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

²โรงพยาบาลร้อยเอ็ด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 17 กันยายน 2565

แก้ไข: 31 ตุลาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 6 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 19 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

เกษตรอัจฉริยะ

เกษตรที่ดีและเหมาะสม

เกษตรอินทรีย์

ช่องทางการตลาด

สมุนไพร

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาด้านแบบการผลิตสมุนไพรในระบบ Smart farming และผลิตภัณฑ์แบบครบวงจรในระดับจังหวัดตั้งแต่ต้นทาง กลางทาง ปลายทาง โดยมีความร่วมมือหลายภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ชุมชนและเอกชน อย่างเป็นรูปธรรม และเพื่อถ่ายทอดนวัตกรรมการเกษตรอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสมุนไพรในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ระยะเวลาดำเนินงาน 12 เดือน ตั้งแต่เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม วิธีการดำเนินงาน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) การคัดเลือก Smart Farmer ต้นแบบ สมุนไพร 2) การถอดบทเรียนจาก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร 3) จัด Zoning และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านสมุนไพร 4) ถ่ายทอดนวัตกรรมการเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต 5) ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านผลิตภัณฑ์สมุนไพรตามระบบ Smart Farmer ให้กับกลุ่มวิสาหกิจสมุนไพร 6) พัฒนาช่องทางการตลาดตามระบบ Smart Farmer ผลการดำเนินงาน พบว่า สามารถคัดเลือก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร ได้จำนวน 554 ราย แบ่งเป็น 6 กลุ่ม 5 อำเภอมีพื้นที่ปลูกสมุนไพรจำนวน 444 ไร่ ผลผลิตสมุนไพรหลายชนิด เช่น ขมิ้นชัน ไพล มะระขี้นก ว่านชักมดลูก ตลาดที่สำคัญได้แก่ โรงพยาบาลสมเด็จพระยาอภัยภูเบศร และตลาดประชารัฐ ทำการถอดบทเรียนจาก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร คัดเลือกได้ จำนวน 6 กลุ่ม เน้นข้อมูลของความโดดเด่น (ด้านการบริหารจัดการสวนสมุนไพรให้ประสบความสำเร็จ รายได้ ผลผลิต) และการปฏิบัติในระบบเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) ระบบเกษตรอินทรีย์และปัจจัยสำคัญที่ทำให้ Smart Farmer ต้นแบบประสบความสำเร็จ และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านสมุนไพร ตามอายุการเก็บเกี่ยว ได้เป็น 3 กลุ่ม สร้างนวัตกรรมระบบ Smart farming สมุนไพร ให้กับชุมชน จำนวน 3 ชุมชน นำองค์ความรู้ด้านผลิตภัณฑ์สมุนไพรตามระบบ Smart Farmer ให้กับกลุ่มวิสาหกิจสมุนไพรในจังหวัด โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 22 ครั้ง และพัฒนาช่องทางการตลาด ในลักษณะการทำ Contract farming กับหน่วยงานภาครัฐ อาทิ บริษัทประยงค์บ้านไร่ สมุนไพร และตลาดประชารัฐจังหวัดมหาสารคาม สามารถส่งเสริมการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์สมุนไพรให้มีคุณภาพตามระบบ Smart framing และได้มาตรฐาน GAP และอินทรีย์ สามารถสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิต วิสาหกิจชุมชน จากการสำรวจความพึงพอใจและการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ พบว่า ด้านเนื้อหา มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็นด้านวิทยากร และด้านที่มีค่าต่ำสุด คือ ด้านความเข้าใจ

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกทางการเกษตรซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพของสมุนไพร แต่กลับพบว่า มีอัตราการนำเข้าวัตถุดิบสมุนไพรจากต่างประเทศที่เพิ่มขึ้น เช่น พริกไทย อบเชย จันทน์แปดกลีบ ลูกจันทน์เทศ สมุนไพรกลุ่มโสม กลุ่มเทียน และอื่น ๆ (Department of Agriculture, 2018) ในอุตสาหกรรม ตลาดสมุนไพรในโลกมีมูลค่ารวมกันประมาณ 8.3 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยประเทศ ที่มีมูลค่าทางการตลาดของสมุนไพรที่สูง ได้แก่ ประเทศเยอรมนี ภูมิภาคเอเชีย ประเทศญี่ปุ่น และประเทศฝรั่งเศส (Joshi et al., 2013) สำหรับอัตราการขยายตัวของ

บริโภคผลิตภัณฑ์สมุนไพรในแต่ละประเภท อยู่ที่ระหว่าง ร้อยละ 3 – 12 ซึ่งกลุ่มสินค้าที่มีศักยภาพมากที่สุดในตลาดสมุนไพร ได้แก่ อาหารเสริม (Nutraceuticals) และเวชสำอาง (Cosmeceuticals) (Department of International Trade Promotion, 2014) ประเทศไทยมีพื้นที่แหล่งผลิตสมุนไพรอยู่กระจายทั่วประเทศ สังคมไทยมีภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยที่ใช้ควบคู่กับคนไทยมาช้านาน เป็นการดูแล สุขภาพแบบองค์รวมของภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย ที่เน้นการรักษา โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการแพทย์แผนปัจจุบันได้ครบทุกมิติ (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2018) แนวคิดการพัฒนาเกษตรกรให้เป็น Smart Farmer ได้รับการ

*Corresponding author

E-mail address: juntasri@hotmail.com (R. Junthasri)

Online print: 19 December 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.2022.26>

บรรจุเป็นส่วนหนึ่งของแผนพัฒนาการเกษตร โดยดำเนินงานภายใต้คณะกรรมการนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ เน้นการพัฒนาเกษตรกรให้มีความสามารถในการพึ่งพาตนเองได้ มีภูมิคุ้มกันพร้อมรับความเสี่ยงในมิติของการผลิตและการตลาด รวมทั้งมีความสามารถในการผลิตและการตลาดในระดับที่พร้อมก้าวสู่การเป็นผู้จัดการฟาร์มมืออาชีพที่ทำการเกษตรได้จนประสบความสำเร็จ (Smart Farmer and Smart Officer Policy Driving Committee, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2013) สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศไทยของรัฐบาล ปัจจุบันรัฐบาลให้ความสำคัญต่อการพัฒนาแพทย์แผนไทยและสมุนไพรไทย โดยได้มีการจัดทำแผนแม่บทแห่งชาติ ว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ.2560 - 2564 การพัฒนา “พืชสมุนไพร” เพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจและสร้างความมั่นคง ด้านสุขภาพให้กับประชาชน จึงมีนโยบายให้การสนับสนุน การดำเนินงานตามโครงการพัฒนาเมืองสมุนไพร (Herbal City) เพื่อส่งเสริม การพัฒนาสมุนไพรอย่างครบถ้วน โดยมีให้ประสานความร่วมมือ ทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และ ประชาชนโดยมีจุดมุ่งหมายร่วมกันในการพัฒนาศักยภาพการดำเนินการจัดการด้านสมุนไพร เพื่อสุขภาพที่ดีของประชาชนและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ กล่าวคือ ให้มีการเพาะปลูกสมุนไพรอินทรีย์ ปลอดภัย การแปรรูป และการจัดจำหน่าย ซึ่งโครงการพัฒนาเมืองสมุนไพร เป็นภาพจำลอง (Model) ของแผนแม่บทแห่งชาติ โดยมุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาสมุนไพรอย่างครบวงจร ตั้งแต่ต้นทาง กลางทาง และปลายทาง ทั้งการปลูกสมุนไพร การแปรรูป และการทำเป็นผลิตภัณฑ์ (National Science and Technology Development Agency, 1973)

ปี 2560 จังหวัดมหาสารคามได้รับเลือกเป็น เมืองสมุนไพร โดยหน่วยงานการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมหาสารคาม เป็นหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อน ร่วมกับภาคส่วนอื่น ๆ ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน เป้าหมายหลัก เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้ปลูกสมุนไพรอย่างมีคุณภาพและมีมาตรฐาน เพื่อส่งเสริม พัฒนาระบบการตลาด เพิ่มช่องทางการนำไปใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมการวิจัย พัฒนาบุคลากร และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์สมุนไพร รวมทั้งเพื่อผลักดันการใช้สมุนไพรในระบบบริการสุขภาพอย่างครบวงจร ดังนั้น โครงการต้นแบบ Smart farming สมุนไพร สู่อุตสาหกรรมเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนของจังหวัดมหาสารคาม จึงเป็นเสมือนโครงการต้นแบบนำร่องสู่การต่อยอดโครงการเมืองสมุนไพรของมหาสารคาม โดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์สู่การพัฒนาสมุนไพรในทางปฏิบัติ ให้ความสำคัญ ต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของเกษตรกร ในการเพิ่ม คุณภาพมาตรฐานการผลิตและมาตรฐานสินค้า ครอบคลุมกระบวนการผลิตแบบครบวงจร ซึ่งเทคโนโลยีทั้งหมดนี้จะส่งเสริมให้เกษตรกรที่เป็น “สมาร์ทฟาร์มเมอร์สมุนไพร” สามารถพึ่งพาตนเองพร้อมขับเคลื่อนเมืองสมุนไพรของจังหวัดได้อย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาด้านการผลิตสมุนไพรในระบบ Smart farming และผลิตภัณฑ์แบบครบวงจรในระดับจังหวัดตั้งแต่ต้นทาง กลางทาง ปลายทาง โดยมีความร่วมมือหลายภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ชุมชนและเอกชนอย่างเป็นรูปธรรม 2) เพื่อถ่ายทอดนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสมุนไพรในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การสร้างต้นแบบ

การศึกษาต้นแบบ Smart farming สมุนไพร สู่อุตสาหกรรมเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนของจังหวัดมหาสารคาม เพื่อเป็นการขยายเครือข่ายและเพิ่มคุณภาพการผลิตสมุนไพร และสร้างรายได้เสริมให้กับชุมชน ซึ่งได้ทำการตกลงผลึกสังเคราะห์กระบวนการ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การคัดเลือก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร 2) การถอดบทเรียนจาก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร 3) จัด Zoning และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านสมุนไพร 4) ถ่ายทอดนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะ 5) ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านผลิตภัณฑ์สมุนไพร และ 6) พัฒนาช่องทางการตลาด

ขั้นตอนที่ 1 การคัดเลือก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพรในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม

ดำเนินงานคัดเลือก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพรจาก 13 อำเภอ ของจังหวัดมหาสารคาม ตามเกณฑ์ที่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ((Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2018) ดังนี้คือ 1) มีรายได้จากการทำเกษตรของครัวเรือนไม่ต่ำกว่า 18,000 บาท/ครัวเรือน/ปี 2) มีคุณสมบัติพื้นฐาน 6 ข้อ ประกอบด้วย 2.1) มีความรู้ในเรื่องการปลูกสมุนไพรเป็นอย่างดี สามารถถ่ายทอดหรือให้คำแนะนำปรึกษากับผู้อื่นได้ 2.2) มีข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการผลิตสมุนไพร 2.3) มีการบริหารจัดการผลผลิตและการตลาด 2.4) มีความตระหนักถึงคุณภาพของผลผลิตและความปลอดภัยของผู้บริโภค 2.5) มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม 2.6) มีความภูมิใจในการเป็นเกษตรกร 3) มีความโดดเด่นในการปลูกสมุนไพร การบริหารจัดการสวนสมุนไพรให้ประสบความสำเร็จ รายได้ ผลผลิตสามารถเป็นต้นแบบและเป็นบทเรียนให้กับเกษตรกร ผู้ปลูกสมุนไพรรายอื่น ๆ ได้

ขั้นตอนที่ 2 การถอดบทเรียนจาก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร

ดำเนินการถอดบทเรียนจากต้นแบบ Smart Farmer สมุนไพร ที่ได้คัดเลือกไว้ เกี่ยวกับการผลิตทุกขั้นตอน อาทิ การคัดเลือกพันธุ์ การเตรียมดิน วิธีการปลูก การดูแลรักษา การป้องกันกำจัดศัตรูพืชและแมลง การเก็บเกี่ยว การปฏิบัติกรหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต การแปรรูปผลิตภัณฑ์ การตลาด โดยเน้นข้อมูลของ 1) ความโดดเด่น (ด้านการบริหารจัดการสวนสมุนไพรให้ประสบความสำเร็จ รายได้ ผลผลิต) และการปฏิบัติในระบบเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) หรือ ระบบเกษตรอินทรีย์ 2) ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ Smart Farmer ต้นแบบประสบความสำเร็จ 3) นวัตกรรมการเรียนรู้ของ Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure interview) ตามประเด็นที่ศึกษาทั้ง 3 ประเด็น โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ 1) ประเด็นคำถามเกี่ยวกับประวัติชีวิตเกษตรกรตั้งแต่การเริ่มต้น 2) ปัญหาที่พบ ความสำเร็จ นวัตกรรมรูปแบบการเรียนรู้ที่ทำให้เป็น Smart Farmer ต้นแบบ 3) ปัจจัยที่ทำให้สามารถเป็นแบบอย่างให้กับเกษตรกรรายอื่น โดยการใช้แบบสอบถามวิเคราะห์สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถามสถานภาพของเกษตรกรต้นแบบ Smart farming สมุนไพร, Smart Farmer, Young Smart Farmer, เกษตรกรผู้ปลูกสมุนไพร, ผู้บริหารสำนักงานเกษตรจังหวัด, เกษตร

อำเภอ, เจ้าหน้าที่เกษตรตำบล, เจ้าหน้าที่องค์การปกครองท้องถิ่น, ผู้ประกอบการสมุนไพร, บริษัทเอกชน, ตลอดจนประชาชนและภาคส่วนเอกชนที่เกี่ยวข้องกับงานด้าน Smart Farm ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม มีจำนวนแบบสอบถาม 500 ฉบับ จำแนกตาม เพศ อายุ ตำแหน่งหน้าที่ ระดับการศึกษา และประสบการณ์ในการทำงาน

ขั้นตอนที่ 3 จัด Zoning และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านสมุนไพร

จัด zoning และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านสมุนไพร โดยการจัดชนิดของพืชสมุนไพรให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เป้าหมายทั้ง 13 อำเภอ และจัดการคัดเลือกสมุนไพรที่จะทำการผลิตตามแหล่งที่มีตลาดรองรับสำหรับเกษตรกรที่จะผลิตเพื่อเป็นการค้า

ขั้นตอนที่ 4 ถ่ายทอดนวัตกรรมกรรมการเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต

4.1 จัดทำระบบ Internet of Things หรือ IoT โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่เป้าหมาย ประกอบด้วย องค์ประกอบที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งนำมาปรับใช้ในรูปแบบด้านการเกษตรได้อย่างหลากหลาย

4.2 การออกแบบระบบ IoT สำหรับสวนสมุนไพร แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซนเซอร์

4.3 ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้าน Smart Farmer สมุนไพร ให้กับกลุ่มวิสาหกิจสมุนไพรในจังหวัด โดยนาระบบนวัตกรรมกรรมการเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ที่ได้ออกแบบในข้อที่ 4.1-4.3 เข้าดำเนินงานทดลองใช้ในแปลงสมุนไพรเป้าหมายในแต่ละพื้นที่

ขั้นตอนที่ 5 ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านผลิตภัณฑ์สมุนไพร

ผลผลิตสมุนไพรจากต้นแบบ Smart Farmer และเครือข่าย จะถูกนำเข้ามาเป็นวัตถุดิบเข้าโรงพยาบาลในเครือข่ายแพทย์แผนไทยของจังหวัดมหาสารคามและจังหวัดใกล้เคียง ให้ได้มาตรฐาน GAP ที่ผ่านมาตรฐานเป็นแหล่งสนับสนุนวัตถุดิบสมุนไพรและแปรรูปขั้นต้น และจะทำการพัฒนาโรงงานแปรรูปสมุนไพรชุมชนในอำเภอที่มีความพร้อม ตลอดจนจัดตั้งโรงตากและโรงงานแปรรูปชุมชน และโรงงานผลิตให้ผ่านเกณฑ์ มาตรฐาน GMP-PICs และ HALAL เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ จากสมุนไพรมีคุณภาพมาตรฐาน พัฒนากลุ่ม วิสาหกิจชุมชนและกลุ่ม OTOP สมุนไพร ตามแนวทางสารคามเมืองสมุนไพรและถ่ายทอดองค์ความรู้ในการผลิตตามระบบ Smart Farmer ให้กับกลุ่มวิสาหกิจสมุนไพรในจังหวัด

ขั้นตอนที่ 6 พัฒนาช่องทางตลาดตามระบบ Smart Farmer

ส่งเสริมการบริหารจัดการตลาดสมุนไพรกับหน่วยงาน/องค์กรเกษตรกร/การรวมกลุ่มทางการเกษตร/เครือข่ายผู้ผลิตสมุนไพร การจัดการตลาดแบบองค์กรมีส่วนร่วม การบริหารจัดการองค์กรด้านการตลาดให้เกิดความยั่งยืนอื่น ๆ (ที่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ดำเนินการและความต้องการของเกษตรกร)

ผลการวิจัย

1. การคัดเลือก Smart Farmer ต้นแบบ สมุนไพรในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม

ดำเนินงานคัดเลือก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพรจาก 13 อำเภอ ของจังหวัดมหาสารคาม ตามเกณฑ์ที่กำหนดต้นแบบของ

คณะกรรมการขับเคลื่อนนโยบาย Smart Farmer กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ผลการคัดเลือกต้นแบบ พบว่า 13 อำเภอ ของจังหวัดมหาสารคาม มีเกษตรกร Smart Farmer ที่ผลิตสมุนไพรผสมผสานกับพืชชนิดอื่น ๆ จำนวน 1,530 ราย คัดเลือกตรงตามคุณสมบัติได้จำนวน 554 ราย แบ่งเป็น 6 กลุ่ม 5 อำเภอ (อ.เมือง อ. นาหว้า อ. โกสุมพิสัย อ.เชียงยืนและ อ.วาปีปทุม) มีจำนวนสมาชิก 554 คน มีพื้นที่ปลูกสมุนไพรจำนวน 444 ไร่ ผลิตสมุนไพรหลายชนิด เช่น ขมิ้นชัน ไพลเพชรสังฆาต ขมิ้นอ้อย รางจืด ว่านชักมดลูก กระเจี๊ยบ กล้วย ข้าวฟ่าง ทองพันชั่ง พญายอ ดอกคำไทย ตะไคร้ บัวบก โดไม่รู้ล้ม แหล่งรับซื้อที่สำคัญ รพ.สมเด็จพระยาอภัยภูเบศร บริษัทหมอแล็บ Farm care มหาวิทยาลัยมหาสารคาม รพ.มหาสารคาม รพ.สุวรรณภูมิ รพ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด รพ.ลำโรงท่า จ.สุรินทร์ รพ.อำนาจเจริญ และตลาดประชารัฐ การคัดเลือกต้นแบบ Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร ไม่สามารถพบได้ทุกอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ แต่ก็พยายามให้เกิดต้นแบบ Smart Farmer สมุนไพร ที่เห็นเป็นรูปธรรมมากที่สุด สามารถเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีได้อย่างยั่งยืน

2. การถอดบทเรียนจาก Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพร

ดำเนินการถอดบทเรียนจากต้นแบบ Smart Farmer สมุนไพร จำนวน 6 กลุ่ม คือ 1) สมุนไพรแกงเลียงจาน อ.เมือง 2) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกสมุนไพร บ้านหนองคู อ.นาหว้า 3) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกกล้วยบ้านหนองยาง อ.โกสุมพิสัย 4) กลุ่มวิสาหกิจผู้ปลูกพืชผักสมุนไพรและแปรรูปหนองคู อ.เชียงยืน 5) ประยงค์บ้านไร่สมุนไพร อ.นาหว้า 6) กลุ่มวิสาหกิจสดใสมะนาวปี อ.วาปีปทุม รวบรวมองค์ความรู้และภูมิปัญญาการผลิตสมุนไพรที่ ประสบความสำเร็จ ความโดดเด่นและการปฏิบัติในระบบเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) หรือระบบเกษตรอินทรีย์

3. จัด Zoning และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านสมุนไพร

การจัด zoning พื้นที่ปลูกสมุนไพรทั้ง 5 อำเภอ 6 กลุ่มวิสาหกิจ พื้นที่เป้าหมาย 444 ไร่ ยึดหลักการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสมุนไพรในแต่ละชนิด โดยเฉพาะในเรื่องของการตลาดจะเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดชนิดของสมุนไพร สามารถจัดการองค์ความรู้ด้านสมุนไพร โดยการจัดชนิดของพืชสมุนไพรให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เป้าหมายทั้ง 6 อำเภอ และจัดการคัดเลือกสมุนไพรที่จะทำการผลิตตามแหล่งที่มีตลาดรองรับสำหรับเกษตรกรที่จะผลิตเพื่อเป็นการค้า ซึ่งได้จัดกลุ่มของสมุนไพรตามอายุการเก็บเกี่ยว ได้เป็น 3 กลุ่ม 1) สมุนไพรที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน ได้แก่ มะระขี้นก บัวบก 2) สมุนไพรที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 1 ปี ได้แก่ ขมิ้นชัน ขมิ้นอ้อย กระเจี๊ยบ กระเจี๊ยบชูดาน ว่านชักมดลูก และ 3) สมุนไพรที่มีอายุการเก็บเกี่ยวมากกว่า 1 ปี ขึ้นไป ได้แก่ เพชรสังฆาต มะขามป้อม ไพล โดไม่รู้ล้ม ดอกคำไทย พญายอ

โดยภาพรวมด้านสภาพพื้นที่ ลักษณะกายภาพ ชีวภาพ ทั้ง 6 กลุ่มวิสาหกิจ ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก สามารถจัดการองค์ความรู้ด้านสมุนไพร โดยการจัดชนิดของพืชสมุนไพรให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เป้าหมายทั้ง 5 อำเภอ และจัดการคัดเลือกสมุนไพรที่จะทำการผลิตตามแหล่งที่มีตลาดรองรับสำหรับเกษตรกรที่จะผลิตเพื่อเป็นการค้าเป็นสำคัญ สามารถผลิตได้ทุกพื้นที่ในจังหวัดมหาสารคาม กรณีผลผลิตมีความต้องการมากในช่วงปีนั้น ๆ สามารถประสานกลุ่ม

วิสาหกิจสมุนไพรในพื้นที่อำเภอใกล้เคียงเพื่อวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการผลผลิตได้ แต่การวางแผนการผลิตสมุนไพรในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามยังขาดแกนกลางในการดำเนินงานจัดการในภาพรวมทั้งจังหวัด การผลิตสมุนไพรในปัจจุบันเป็นการประสานในกลุ่มที่รู้จักกัน เพียงบางกลุ่มในบางพื้นที่เท่านั้น ซึ่งการบริหารจัดการระบบนี้สามารถอาศัยหน่วยงานของรัฐ อาทิ สำนักงานเกษตรจังหวัด สำนักงานเกษตรอำเภอ เป็นตัวช่วยในระบบ (Mancharoen, 2003) การจัดการภาพรวมของการผลิตสมุนไพรในจังหวัดน่าจะเป็นแนวทางที่ดี ที่จะสามารถทำให้กลุ่มการผลิตสมุนไพรในจังหวัดมหาสารคาม มองเห็นการผลิตระดับต้นทาง กลางทาง และปลายทาง และเกิดความร่วมมือด้วยกันทุกฝ่าย ที่ผ่านมาการผลิตสมุนไพรในจังหวัดหน่วยงานภาครัฐดำเนินงานเพียงในการส่งเสริมการปลูกสมุนไพร และเทคโนโลยีการปลูกเท่านั้น หลังจากได้เข้าร่วมงานกับโครงการนี้แล้ว เจ้าหน้าที่ของรัฐ ได้รับทราบต้นแบบการผลิต พื้นที่การผลิต ชนิดและปริมาณการผลิตสมุนไพร ได้ดำเนินงานเข้ามาช่วยในการประสานงานด้านการตลาดและผลิตภัณฑ์สมุนไพร ทำให้กลุ่มวิสาหกิจสมุนไพรในพื้นที่เริ่มเห็นความสำคัญและเข้าร่วมโครงการเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์สมุนไพรในจังหวัดให้เข้าถึงผู้บริโภค โดยเฉพาะความร่วมมือกับจังหวัดในการสร้างต้นแบบสมุนไพร ระบบ Smart Farmer โดยการอบรมเชิงปฏิบัติให้กับกลุ่มวิสาหกิจผู้ปลูกสมุนไพรและเกษตรกรใน 13 อำเภอ จังหวัดมหาสารคาม แนะนำโครงการและขอความร่วมมือกับทางเกษตรจังหวัดในการประสานงานระดับเกษตรอำเภอ ให้ประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรที่สนใจเข้าร่วมโครงการทราบรายละเอียด ขั้นตอนการดำเนินงานที่สามารถจะขับเคลื่อนการสร้างเครือข่ายผู้ปลูกสมุนไพร ระบบ Smart Farmer

4. ถ่ายทอดนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต

ออกแบบนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะ ในระบบ Smart Farm ของจังหวัดมหาสารคาม เป็นโรงเรียนต้นแบบ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อใช้เป็นองค์ความรู้และถอดบทเรียนด้านการผลิตสมุนไพร ระบบ Smart Farm ให้กับกลุ่มผู้ปลูกสมุนไพรของจังหวัดมหาสารคาม ได้เรียนรู้ร่วมกับกระบวนการเกษตรอัจฉริยะ จัดทำระบบ Internet of Things หรือ IoT สามารถควบคุมการผลิตสมุนไพร ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งนำมาปรับใช้ในรูปแบบด้านการเกษตรได้อย่างหลากหลาย เพิ่มรอบการผลิตกล้าสมุนไพรจาก 2 รอบต่อปีเป็น 3 รอบต่อปี โดยมีอัตราการรอดตายของต้นกล้าสูงสุด 90% มีรายได้เพิ่ม $100,000 \times 3 \times (90\%) = 270,000 - 140,000$ (ต้นทุนการผลิต) บาท = 130,000 ต่อไร่ ลดต้นทุนอัตราจ้างพนักงานที่เกี่ยวข้อง 1 คนต่อไร่ เป็นเงิน 27,000 บาท ลดค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง ลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้า ด้วยการจ่ายน้ำและปุ๋ยตามการตั้งเวลา ออกแบบระบบ IoT สำหรับสวนสมุนไพร แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซนเซอร์ คัดเลือกพื้นที่ 13 อำเภอของจังหวัดมหาสารคาม โดยได้จากการถอดบทเรียนต้นแบบ Smart Farmer สมุนไพร ดังนี้ 1) โรงเรียนต้นแบบ Smart Farm สมุนไพร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อการผลิตสมุนไพรและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนท้องถิ่น 2) โรงเรียนต้นแบบ Smart Farm สมุนไพร ของบริษัทประยงค์บ้านไร่สมุนไพร อ. นาหว้า 3) เครื่องต้นแบบ

การบดสมุนไพร ของกลุ่มวิสาหกิจผลิตสมุนไพรไทยวาปี อ. วาปีปทุม จ.มหาสารคาม 4) ระบบ Smart Farm สมุนไพรมะระขี้นก ของไร่นาโอ.เมือง จ.มหาสารคาม

5. ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านผลิตภัณฑ์สมุนไพรตามระบบ Smart Farmer ให้กับกลุ่มวิสาหกิจสมุนไพรในจังหวัด

จัดกิจกรรมถ่ายทอดและออกแบบนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะ การสร้างความเข้าใจในระบบการผลิตสมุนไพร ก่อนเริ่มการผลิต โดยการประสานงานผู้รับผิดชอบระดับอำเภอและต้นแบบ Smart Farm ทั้ง 6 กลุ่ม กลุ่มเกษตรกร/เกษตรกร เพื่อจัดอบรมบ่มเพาะการผลิตสมุนไพรในระบบ Smart Farm และพร้อมที่จะนำความรู้ที่เหมาะสมกับภูมิสังคม กลับไปดำเนินการขยายผลในพื้นที่ โดยมีการเพิ่มเติมองค์ความรู้ด้านการผลิตสมุนไพรในระบบ Smart Farm ในการเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 22 ครั้ง อาทิ การใช้ระบบ Smart farm ในการผลิต การเก็บเกี่ยว การตลาดและการแปรรูปสมุนไพร มาตรฐานสินค้าผลิตภัณฑ์สมุนไพร ในระบบ Smart Farm และ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ยาสมุนไพรและหมักหมม สมุนไพร เป็นต้น

6. พัฒนาช่องทางการตลาด

พัฒนาช่องทางการตลาดโดยมีความร่วมมือหลายภาคส่วนในรูปแบบการทำ contract farming กับ หน่วยงานภาครัฐ อาทิ โรงพยาบาลสมเด็จพระยาอภัยภูเบศร โรงพยาบาลแพทย์แผนไทยมหาสารคาม โรงพยาบาลสุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด โรงพยาบาลสำโรงทาบ จ.สุรินทร์ โรงพยาบาลอำนาจเจริญ บริษัทประยงค์บ้านไร่สมุนไพร และตลาดประชารัฐจังหวัดมหาสารคาม สามารถส่งเสริมการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์สมุนไพรให้มีคุณภาพตามระบบ Smart framing และได้มาตรฐาน GAP และอินทรีย์ กลุ่มวิสาหกิจสมุนไพรต้นแบบมีการบริการจัดการการผลิตที่เน้นในเรื่อง ปริมาณและคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพร การตลาดทั้งในและนอกประเทศและการบริหารจัดการธุรกิจโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะทำให้การดำเนินธุรกิจสมุนไพรแปรรูปสามารถสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิต วิสาหกิจชุมชน และมีการใช้การจัดทำระบบฐานข้อมูลด้านสมุนไพร ทางออนไลน์เพื่อการเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภค ได้หลากหลายทั่วถึง (Chawapradit, 2015) จัดทำเป็นข้อมูลที่ใช้ร่วมกันของเครือข่ายธุรกิจสมุนไพร เป็นช่วงนำผลผลิตสู่การใช้ประโยชน์ การรวมกลุ่มมีความสำคัญ เกิดพลังในการต่อรองราคา และสามารถจำหน่ายสมุนไพรได้ในปริมาณมาก มีผลผลิตสมุนไพรตลอดทั้งปี

การวิเคราะห์สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้ง 6 ด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา มีความมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.92, S.D. = 0.82) รองลงมาเป็นด้านวิทยากร (ค่าเฉลี่ย 4.89, S.D. = 0.78) ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่โครงการ (ค่าเฉลี่ย 4.88, S.D. = 0.82) ด้านการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ค่าเฉลี่ย 4.85, S.D. = 0.86) และด้านที่มีค่าต่ำสุด คือ ความเข้าใจ (ค่าเฉลี่ย 4.75, S.D. = 0.77) (Table 1) เนื่องจาก ด้านความเข้าใจ ระบบ Smart Farm ผู้เข้ารับการอบรมต้องมีความรู้พื้นฐานด้านวิศวกรรม งานไฟฟ้า งานเดินท่อน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมกับเครื่องมือ อุปกรณ์หลายอย่าง ทำให้การอบรมในระยะเวลาสั้น 2-7 วัน เกิดความเข้าใจได้น้อยมาก ยกเว้นเกษตรกรหรือ Smart Farm และ Young Smart Farm เกษตรรุ่นใหม่จะมีความรู้พื้นฐานและเกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็ว สามารถต่อยอดองค์ความรู้เพื่อการใช้ประโยชน์ในการผลิตสมุนไพรในระบบ Smart Farm ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 1 Status of the respondent model of smart farming herbs towards drive sustainable herbal city of Maha Sarakham Province.

No.	General information	Number (person)	Percentage (%)
1	Sex		
	Male	230	46.00
	Female	270	54.00
2	Age		
	under 20 years	32	6.40
	20 – 30 years	68	13.60
	31 – 40 years	145	29.00
	41 – 50 years	230	46.00
	more than 50 years	25	5.00
3	Education level		
	Diploma	186	37.20
	Bachelor's degree	232	46.40
	Master's degree	69	13.80
	Ph.D.	3	0.60
	Other (specify)	10	2.00
4	Occupation		
	Herb farmers	194	38.80
	Model farmer in Smart Farming Herbs	15	3.00
	Smart Farmer	74	14.80
	Young Smart farming	60	12.00
	Executives of the Provincial Agriculture Office	12	2.40
	Administrator District Agriculture Office	23	4.60
	Agricultural officer	36	7.20
	Local government officials	24	4.80
	Herbal practitioner	22	4.40
	Private company	10	2.00
	People	30	6.00
5	Professional experience		
	Less than 10 years	25	5.00
	10 – 20 years	60	12.00
	20 – 30 years	83	16.60
	30 – 40 years	152	30.40
	more than 40 years	180	36.00
Total		500	100.00

วิจารณ์ผลการวิจัย

การถอดบทเรียนจากต้นแบบ Smart Farmer สมุนไพร รวบรวมองค์ความรู้และภูมิปัญญาการผลิตสมุนไพรที่ประสบความสำเร็จ ความโดดเด่นและการปฏิบัติในระบบเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) หรือ ระบบเกษตรอินทรีย์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Janthasri, 2015) ได้ศึกษาเครือข่ายโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบว่า อ.นาดูน อ.วาปีปทุม อ.โกสุมพิสัย เป็นแหล่งที่รวบรวมองค์ความรู้ด้านภูมิปัญญาการผลิตสมุนไพรของ จังหวัดมหาสารคามที่สามารถถ่ายทอดเป็นต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตสมุนไพรให้กับเกษตรกรกลุ่มต่าง ๆ ในพื้นที่ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ Smart Farmer ต้นแบบประสบความสำเร็จ นวัตกรรมการเรียนรู้ของ Smart Farmer ต้นแบบสมุนไพรและปัญหาที่พบ ต้นแบบทั้ง 6 กลุ่ม มีความมานะ อดทน ขยันแสวงหาศึกษาค้นคว้าเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ มีจิตอาสาต่อส่วนรวม มีความคิดนอกกรอบ สามารถผลิตสมุนไพรทั้งในระบบ GAP และระบบอินทรีย์ของสมุนไพรหลากหลายชนิด สามารถพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์สมุนไพรได้ มีตลาดรับซื้อชัดเจนได้มาตรฐาน สามารถผลิตสมุนไพรได้รับการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรปลอดภัย

Q หรือมาตรฐานสินค้าเกษตรการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มีการใช้เทคโนโลยีระบบน้ำหยดผสมกับเทคโนโลยี IoT (Internet of Thing) สามารถควบคุมและตรวจสอบสภาพต่าง ๆ ภายในแปลง มีการใช้พลังงานทางเลือก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตสมุนไพร มีการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบในการแปรรูป เช่น เครื่องบด /เครื่องผาน/ระบบน้ำ มีความสามารถทางการตลาดออนไลน์ ปัญหาของต้นแบบ Smart Farmer สมุนไพร อาทิ ขาดผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ระบบการตลาดไม่แน่นอน พื้นที่การผลิตน้อยทำให้ปริมาณการผลิตไม่แน่นอน งบประมาณไม่เพียงพอขาดการส่งเสริมสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐอย่างต่อเนื่อง Choksawatthanakit et al. (2019) ได้ศึกษานาต้นแบบสมุนไพร GAP ในจังหวัดมหาสารคาม พบว่า ปัญหาสำคัญของผู้ผลิตสมุนไพรในพื้นที่ คือ การขอรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) นอกจากนี้ยังพบระบบการตลาดไม่แน่นอน เนื่องจาก พื้นที่การผลิตน้อยทำให้ปริมาณการผลิตไม่แน่นอน ดังนั้นจึงมีการจัดทำสัญญาการซื้อขายเป็นระยะสั้นปีต่อปี เพื่อดูสถานการณ์ผลผลิตสมุนไพรในแต่ละชนิด ทำให้กลุ่มผู้ผลิตสมุนไพรไม่มีความมั่นคงในด้านรายได้ในระยะยาว ตลอดจน

งบประมาณไม่เพียงพอขาดการส่งเสริมสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐอย่างต่อเนื่องเนื่องจากเปลี่ยนผู้บริหารนโยบายก็ปรับเปลี่ยน

การจัด Zoning และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านสมุนไพร สอดคล้องกับ Petchchang et al. (2016) ได้เสนอแนะให้มีการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านสมุนไพรบูรณาการร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ในการสนับสนุน ส่งเสริมการผลิตและการตลาดสมุนไพรอย่างเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน

การพัฒนาช่องทางการตลาด สอดคล้องกับ Wachirapanyapong (2018) ศึกษาสภาพการจัดการธุรกิจสมุนไพรแปรรูปในเขตจังหวัดอ่างทอง พบว่า องค์ประกอบด้าน การตลาด การผลิต การเงิน และการบริหารจัดการ มีความสัมพันธ์กันต่อการดำเนินธุรกิจสมุนไพรแปรรูป ส่วนความคาดหวังของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สมุนไพรแปรรูปให้ความสำคัญกับด้านการตลาด ในประเด็นคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เชื่อถือได้ สร้างกลยุทธ์เพื่อพัฒนาศักยภาพธุรกิจชุมชนใน กลุ่ม 3 คือ กลุ่มผู้ปลูกสมุนไพร กลุ่มแปรรูป และกลุ่มผู้จำหน่าย คือ 1) ด้านการผลิต ควรพัฒนาทั้งระบบเข้าสู่เกณฑ์มาตรฐาน พัฒนาความรู้ และพัฒนาสินค้าเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม 2) ด้านการตลาด ควรพัฒนาทั้งระบบด้วยการสร้างความเชื่อถือในผลิตภัณฑ์ มีนวัตกรรม มีการกระจายผลิตภัณฑ์ และการส่งเสริมการตลาด 3) ด้านการเงิน ควรพัฒนาทั้งระบบในด้านความรู้ในการบริหารการเงิน และ 4) ด้านการบริหารจัดการ ควรพัฒนาการดำเนินการทั้งระบบในรูปแบบเครือข่ายทางธุรกิจเชื่อมโยงในทุกด้าน สอดคล้องกับ Sukbot (2006) ได้ศึกษา การแบ่งส่วนตลาดและทางเลือกตลาดเป้าหมายผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทย พบว่า จุดอ่อนของการผลิตสมุนไพรคือ มีการผลิตสมุนไพรไม่ต่อเนื่องขาดการส่งเสริมด้านการผลิตและมีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวสมุนไพรไม่เหมาะสม ทั้งนี้การจำหน่ายสมุนไพรในรูปแบบผลผลิตสดและแห้งเนื่องจากหน่วยงานภาครัฐมีเครื่องมือผลิตที่ทันสมัยในการนำสมุนไพรสดและแห้งมาดำเนินการต่อซึ่งเป็นขบวนการผลิตระบบปิดมีการควบคุมคุณภาพให้ได้มาตรฐานเพื่อนำไปจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ด้านยาใช้กับผู้ป่วยในโรงพยาบาลต่าง ๆ ประกอบกับเครื่องมือเหล่านี้มีราคาสูง กลุ่มวิสาหกิจต่าง ๆ ยังไม่สามารถซื้อหรือจัดหาได้ครบรอบรอบกับบุคลากรที่ผลิตต้องมีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านการผลิตยา โดยเฉพาะทำให้เป็นข้อจำกัดของกลุ่มวิสาหกิจสมุนไพร

สรุปผลการวิจัย

ต้นแบบ Smart farming สมุนไพรสู่การขับเคลื่อนเมืองสมุนไพรอย่างยั่งยืนของจังหวัดมหาสารคาม สามารถพัฒนาเกษตรกรให้พึ่งพาตนเองได้ มีภูมิคุ้มกันพร้อมรับความเสี่ยงในมิติของระบบการผลิตสมุนไพรแบบครบวงจร รวมทั้งมีความสามารถในการผลิตและการตลาดในระดับที่พร้อมก้าวสู่การเป็นผู้จัดการฟาร์มมืออาชีพ การนำเทคโนโลยี Smart farming มาใช้ในการผลิตสมุนไพร ตั้งแต่ต้นทาง กลางทาง ปลายทาง โดยมีความร่วมมือหลายภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ชุมชนและเอกชนอย่างเป็นรูปธรรม สังเคราะห์การดำเนินงานเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

ต้นทาง ได้แก่ มีเทคโนโลยีการผลิตสมุนไพร เริ่มตั้งแต่การวางแผนการปลูก พันธุ์ การเตรียมดิน การปลูก การจัดการดูแลรักษา โรคแมลง การเก็บเกี่ยว มีการใช้ Smart farming ในขั้นตอน

การผลิตให้ครบทุกอย่าง วางแผน สังการณ วิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติ ควบคุมระบบ IoT พร้อมจัดระบบการผลิตให้ได้มาตรฐาน GAP / เกษตรอินทรีย์ ผลผลิตเพิ่มขึ้นและปลอดภัย และสามารถจัดทำระบบฐานข้อมูลด้าน Smart farming สมุนไพร เป็นข้อมูลพื้นฐานใช้ร่วมกันของกลุ่มวิสาหกิจ ผู้ประกอบการธุรกิจและบุคคลที่สนใจ

กลางทาง ได้แก่ การนำผลผลิตสมุนไพรสู่การใช้ประโยชน์ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสมุนไพรด้วยระบบ Smart farming การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดจำหน่ายผลผลิตหลากหลายทาง เช่น ตลาดกลางสมุนไพร โรงพยาบาลแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลประจำจังหวัดใกล้เคียง ตลาดประชารัฐ มีจัดทำ contract farming มีการตกลงราคาขายปีต่อปี ปริมาณผลผลิตและคุณภาพอื่นๆ อาทิ ปริมาณสารที่สำคัญในสมุนไพร การเก็บเกี่ยวถูกต้องตามอายุสมุนไพร

ปลายทาง ได้แก่ การเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์สมุนไพร โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่รู้จัก เพิ่มสรรพคุณให้หลากหลาย มีการเชื่อมโยงการตลาดหลายทาง ขยายฐานการผลิตและลูกค้าทั้งในและนอกพื้นที่ จนถึงส่งออกต่างประเทศ บูรณาการความร่วมมือจากทุกหน่วยงาน ตลอดจนการขอรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ออ.

การสอบถามความพึงพอใจและการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ พบว่า ด้านเนื้อหา มีค่ามากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.92, S.D. = 0.82) รองลงมาเป็นด้านวิทยากร (ค่าเฉลี่ย 4.89, S.D. = 0.78) ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่โครงการ (ค่าเฉลี่ย 4.88, S.D. = 0.82) ด้านการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ค่าเฉลี่ย 4.85, S.D. = 0.86) และด้านที่มีค่าต่ำสุด คือ ความเข้าใจ (ค่าเฉลี่ย 4.75, S.D. = 0.77) นอกจากนี้การตอบทริเียนภูมิปัญญาต้นแบบ Smart farming สมุนไพร ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านองค์ความรู้สมุนไพรท้องถิ่นและยาพื้นบ้านที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ เพื่อเยาวชนรุ่นหลัง นำไปต่อยอดและสร้างมูลค่าเพิ่มในอนาคต สามารถนำเสนอแนวทาง/ข้อเสนอแนะในโครงการ เป็นข้อมูลในการขับเคลื่อนเมืองสมุนไพร จังหวัดมหาสารคามอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และสำนักงานนโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ ในการสนับสนุนงบประมาณการวิจัย

References

- Chawapradit, P. (2015). *The situation of production and marketing of medicinal plants, herbal plant promotion group and Species*. Bangkok: Bureau of agricultural commodity promotion and management, Department of Agricultural Extension.
- Choksawatthanakit, S., Janthasri, R., Pharanad, S., & Kaewtasri, S. (2019). *The Nadoon project, a prototype of a herbal model in good and suitable agricultural systems to drive the herbal city of Maha Sarakham province* (Research Report). Bangkok: National Research Council of Thailand (NRCT). (in Thai)

- Department of Agriculture. (2018). *Herb cultivation*. Bangkok: Agricultural cooperative community press of Thailand. (in Thai)
- Department of International Trade Promotion. (2014). *Thai herbs to ASEAN economy: change and development*. Bangkok: Service business office and trade logistics. Ministry of Commerce. (in Thai)
- Janthasri, R. (2015). *A Study of networking of local agencies case study: Kosum Phisai district, Maha Sarakham province under the Royal Plant genetic conservation project Her Royal Highness Princess* (Research Report). Maha Sarakham: Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)
- Joshi, K., Panara, K., Nishteswar, K., & Chaudhar, S. (2013). Cultivation and pharmacological profiles of root of *Piper longum* Linn. *Pharma Science Monitor an International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4(1), 3617-3627.
- Mancharoen, S. (2003). *Process of Thai herbal business management and local occupation promotion, Mueang district, Lampang Province*. Chiang Mai: Chiang Mai University press. (in Thai)
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2018). *Project to promote the planting of herbs and basic processing*. Bangkok: Department of agricultural extension, Ministry of agriculture and cooperatives press. (in Thai)
- National Science and Technology Development Agency. (1973). *Project to study the market opportunity of targeted Thai herbs*. Bangkok: National Science and Technology Development Agency. (in Thai)
- Petchang, R., Kamonkunanon, S., Tongsiri, S., & Boonsung, A. (2016). Herb business management for boosting the local occupation in Uttaradit Province. *Area Based Development Research Journal*, 8(1), 62-77. (in Thai)
- Smart Farmer and Smart Officer Policy Driving Committee, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2013). *Guidelines for driving policies smart farmer and smart officer*. Bangkok: Ministry of agriculture and Cooperatives. (in Thai)
- Sukbot, S. (2006). *Entitled market segmentation and target market choices of Thai herbal products: a case study of northern region Songkhla* (Research Report). Songkhla: Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Prince of Songkhla University. (in Thai)
- Wachirapanyapong, S. (2018). Approach to enhance Thai massage business in Ang Thong Province. *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*, 11(4), 295-305.

Research article

Model of smart farming herbs towards drive sustainable herbal city of Maha Sarakham Province

Rapatsa Junthasri^{1*} and Chamamas Juntasri²

¹Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang District, Maha Sarakham, 44000

²Roi Et Hospital, Mueang District, Roi Et, 45000

ARTICLE INFO

Article history

Received: 17 September 2022

Revised: 31 October 2022

Accepted: 6 December 2022

Online published: 19 December 2022

Keyword

Smart agriculture

Good and appropriate agriculture (GAP)

Marketing channel

Organic agriculture

Herbs

ABSTRACT

This research developed a prototype of herbal product production in the smart farming system and integrated products at the provincial level from the starting flow, the middle flow, and the downward flow with concrete cooperation from various sectors, including the government, the surrounding community and the private sector. It is also aimed to transfer intelligent agriculture innovations to increase the efficiency of herbal production in the area with the Maha Sarakham Province of the Kingdom of Thailand. The experiment lasts 12 months from June 2020 through to May 2021 in Maha Sarakham Province. The research method consists of 6 steps: 1. the selection of smart farmer herbal prototypes, 2. the transcription of lessons learnt from smart farmer herbal prototypes, 3. the zoning arrangement and knowledge transfer of herbs, 4. the transfer of innovations in smart agriculture with internet technology, 5. the transfer of knowledge of herbal products according to the smart farmer system for the herbal enterprises, and lastly, 6. the development of marketing and publicity channels based on the smart farmer system. The results display that 554 smart farmers are recruited and selected in the process of the creation of the prototypes of herb production, under who are divided into 6 groups, 5 districts with medicinal planting areas. This amounts to 444 rai and is used to produce herbs, such as turmeric, plai, bitter gourd, wan-chak mod-louk. The vital markets for such products are as follows: Somdet Chaopraya Abhaibhubejhr hospital and the public market. The lessons learnt are directly taken from the smart farmers, a herbal model, selected from 6 groups, emphasize information on the outstanding (successful management of the herb garden, income, production) and practical agricultural systems (GAP), organic farming systems, and important factors that makes the smart farmers prototype successful. The transfer of knowledge regarding herbs according to the age of harvesting, can be divided into 3 groups. The study creates an innovative smart farming herb system for 3 communities, bringing knowledge of herbal products to the smart farmer system in the enterprise groups via seminar workshops, consisting of 22 of them and the development of the marketing and publicity channels in the form of contract farming with government agencies such as Prayong Ban Rai Herb Company and Pracharat Market, Maha Sarakham Province. Through the efforts, it is able to promote the production and processing of herbal products to uplift the herb quality according to the smart farming system and to meet the GAP and organic standards; in addition, generating sizeable income for agricultural producers and the community enterprise. The questionnaire satisfaction survey and the utilization of knowledge discover that the content aspect was the most valuable, closely followed by a lecturer, and the aspect with the lowest value was understanding.

*Corresponding author

E-mail address: juntasri@hotmail.com (R. Junthasri)

Online print: 19 December 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.2022.26>



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

บทความวิจัย

ผลของการใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของชิฟฟอนเค้ก

พรพรรณ พัวไพบูลย์^{1*} กุสุมาวดี ฐานเจริญ² สุชาลักษณ์ ธรรมดวงศรี³ ธนิชฐนันท์ บุญศรีชนะ¹ กมลรัตน์ พลพิมพ์¹ และ อารยา ตะนัยศรี¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

²สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

³สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 24 พฤศจิกายน 2565

แก้ไข: 16 ธันวาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 17 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 21 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

ชิฟฟอนเค้ก

แป้งข้าวหอมนิล

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของชิฟฟอนเค้ก โดยได้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 10 20 30 40 50 และ 60 โดยน้ำหนักแป้งสาลี ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่า ค่า a^* (ด้านในของเค้ก) ค่า Hardness ค่า Adhesiveness ค่า Springiness ค่า Gumminess ค่า Chewiness ปริมาณแอนโทไซยานินรวม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ ชิฟฟอนเค้กเพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนที่เพิ่มขึ้นของแป้งข้าวหอมนิล ในขณะที่ค่ากิจกรรมน้ำอิสระ ค่า $L^* a^* b^*$ (เปลือกนอกของเค้ก) ค่า $L^* b^*$ (ด้านในของเค้ก) ค่า Cohesiveness และ ค่า Resilience ของชิฟฟอนเค้ก ลดลงตาม ปริมาณการทดแทนที่เพิ่มขึ้นของแป้งข้าวหอมนิล แต่อย่างไรก็ตาม ค่าน้ำหนัก ค่าปริมาตร ปริมาณความชื้น ปริมาณ แคลที่เรียกทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของชิฟฟอนเค้ก ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการทดแทนที่เพิ่มขึ้นของแป้ง ข้าวหอมนิล ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า ชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 60 ได้รับการ ยอมรับทุกด้านที่ทดสอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก มีคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 6.90 - 7.83 ดังนั้น ชิฟฟอนเค้กข้าวหอมนิล สามารถพัฒนาเป็นอาหารทางเลือกที่มีส่วนประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและมีฤทธิ์ การต้านอนุมูลอิสระ

บทนำ

ข้าวหอมนิล หรือข้าวเจ้าหอมนิล หรือข้าวสีนิล (*Oryza sativa* L.) มีลักษณะของเมล็ดข้าวกล้องเรียวยาว สีม่วงเข้มจนดำ เช่นเดียวกับสีของเปลือกหุ้มเมล็ด และมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นสีม่วงเข้ม เมื่อนำมาหุงสุกมีสีม่วงอ่อนนุ่ม และมีกลิ่นหอมแบบข้าวเหนียวดำ และข้าวหอม ข้าวหอมนิลเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 12.56 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70 อะไมโลสร้อยละ 12 - 13 และประกอบด้วยแร่ธาตุหลัก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งสูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ (Rodmui & Jitwaropas, 2007) เมื่อนำมาหุงสุกมีวิตามินอี วิตามิน โฟเลต บีตา-แคโรทีน โพลีฟีนอล แกมมา-โอโรซานอล และใยอาหาร สูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ (Prateepdolprecha, 2018) ในข้าวหอม นิลที่มีสีดำนั้นมีสารประกอบฟีนอลิก รวมถึงสารแอนโทไซยานิน เป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณสูง (Thiranusornkij, 2018) ข้าวหอม นิลจึงจัดเป็นแหล่งที่ดีของสารต้านอนุมูลอิสระ (Sadabpod et al., 2014) แอนโทไซยานินหลักที่พบในข้าวหอมนิลมี 2 ชนิด ได้แก่ ไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ (Cyanidin 3-glucoside, C3G) และเพลาโรนิน-3-

กลูโคไซด์ (Peonidin 3-glucoside, P3G) โดย C3G มีปริมาณที่ มากกว่า P3G ซึ่งพบ C3G ประมาณ 150.81 มิลลิกรัม/100 กรัม (Sutharut & Sudarat, 2012) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ ได้มีการศึกษา ที่แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติทางชีวภาพของข้าวหอมนิลในรูปแบบการ ทดลองต่าง ๆ เช่น Sadabpod et al. (2014) ได้รายงานว่าการสกัด จากข้าวหอมนิลมีฤทธิ์ต้านการกลายพันธุ์ต่อสารก่อกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้น จากสารสาคูขบู่ไปทำปฏิกิริยากับไนโตรซามีน Daiponmak et al. (2014) ได้รายงานว่าการสกัดโพลีฟีนอลในข้าวหอมนิลสามารถยับยั้งการก่อตัวของ สารไกลเคชันขั้นสุดท้าย (Advanced glycation end products, AGEs) และ Kitisin et al. (2015) ได้รายงานว่าส่วนประกอบในรำ ข้าวหอมนิล ได้แก่ สารโพลีฟีนอล แอนโทไซยานิน และอื่น ๆ (แกมมา-โอโรซานอล แอลฟา-โทโคฟีรอล และกรดเพอรูลิก) มีฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด HL-60 (Promyelocytic leukemic cell line) ด้วยคุณสมบัติที่ดี ดังกล่าวทำให้ข้าวหอมนิลมีความเหมาะสมสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ อาหาร มีการนำข้าวหอมนิลมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เช่น นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมนิล (Wattanuruk,

*Corresponding author

E-mail address: phuapaiboon@yahoo.com (P. Phuapaiboon)

Online print: 21 December 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.2022.27>

2017) นำเต้าหู้เสริมปลายข้าวหอมนิล (Rattanachak et al., 2019) และขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิล (Sanon & Sangteerakij, 2020)

ผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีได้รับความนิยมในการบริโภคของคนทั่วไป เนื่องจากมีความเหมาะสมกับวิถีการดำเนินชีวิตในปัจจุบันที่เร่งรีบ มีความสะดวกสบาย และราคาไม่แพง ชิฟฟอนเค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่พร้อมรับประทาน และเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอย่างมาก (Mau et al., 2017) จึงเป็นแนวทางที่ดีในการที่จะนำขนมอบอย่างชิฟฟอนเค้กมาเสริมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพให้เพิ่มมากขึ้น โดยทำการพัฒนาเป็นชิฟฟอนเค้กสูตรใหม่ที่ประกอบไปด้วยข้าวหอมนิล แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อมูลไม่มากนักเกี่ยวกับผลกระทบของแป้งข้าวหอมนิลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของชิฟฟอนเค้ก จุดประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จึงเป็นการพัฒนาชิฟฟอนเค้กด้วยการทดแทนแป้งสาลีในอัตราร้อยละ 0 - 60 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ด้วยแป้งข้าวหอมนิล เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชิฟฟอนเค้กข้าวหอมนิล และเพื่อเป็นอาหารทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใส่ใจสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมแป้งข้าวหอมนิล

นำข้าวหอมนิลที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม มาสีเอาเปลือกออก และเตรียมเป็นแป้งข้าวหอมนิล โดยนำข้าวหอมนิลมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส บดลดขนาดให้ละเอียดเป็นแป้ง (Flour) ด้วยเครื่องบดย่อยขนาด Knife Mill (ยี่ห้อ FRITSCH รุ่น PULVERISSETTE 11) ร่อนแป้งที่ได้ให้มีขนาดเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร โดยร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานที่มีความละเอียดขนาด 80 เมช นำแป้งละเอียดที่ได้บรรจุลง ปิดผนึกสุญญากาศ นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาใช้

การผลิตชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลี

ผลิตชิฟฟอนเค้กแบบสูตรพื้นฐานซึ่งดัดแปลงมาจาก Mau et al. (2017) โดยเตรียมส่วนผสมของชิฟฟอนเค้กที่ประกอบด้วยส่วนผสม 2 ส่วน คือ แบตเตอร์ (Batter) และโฟม (Foam) โดยส่วนผสมของ Batter ของสูตรมาตรฐาน (สูตรควบคุม) ประกอบด้วย แป้งสาลี 87 กรัม ผงฟู 1.5 กรัม น้ำตาลทราย 60 กรัม เกลือ 1 กรัม น้ำมันพืช 43.5 กรัม ไข่แดง 43.5 กรัม น้ำ 57 กรัม และนมผงขาดมันเนย 6.5 กรัม ส่วนผสมของ Foam ของสูตรควบคุม ประกอบด้วย ไข่ขาว 87 กรัม ครีมออฟฟัททาร์ 1 กรัม และน้ำตาลทราย 47 กรัม ใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีในสูตรควบคุมของชิฟฟอนเค้ก ในปริมาณต่าง ๆ กัน 6 ระดับ คือร้อยละ 10 20 30 40 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยกำหนดเป็น HNR10 HNR20 HNR30 HNR40 HNR50 และ HNR60 ตามลำดับ

กรรมวิธีการผลิตเริ่มจากเตรียม Batter โดยร่อนส่วนผสมแห้ง ได้แก่ แป้ง ผงฟู เกลือ และนมผงขาดมันเนยให้ผสมรวมกัน ตีไข่แดงด้วยตะกร้อมือ ค่อย ๆ ผสมน้ำตาลทราย ตีจนน้ำตาลทรายละลาย ค่อย ๆ ผสมน้ำและน้ำมันพืช ผสมส่วนผสมแห้ง และใช้ตะกร้อมือคนจนส่วนผสมเนียนแล้วตั้งพักไว้ เตรียม Foam โดยตีไข่ขาวด้วยหัวตีแบบตะกร้อผ่านเครื่องตีผสมอาหาร (ยี่ห้อ Mamaru รุ่น MR-6401) ด้วยความเร็วรอบต่ำ เติมน้ำตาลทราย ตีด้วยความเร็วปานกลางจนน้ำตาลทรายละลาย เติมครีมออฟฟัททาร์ ตีด้วยความเร็วแรงสุด

เป็นเวลา 1 นาที จนไข่ขาวขึ้นฟูแข็งตัวตั้งยอด จากนั้นผสม Foam และ Batter ให้เข้ากัน โดยแบ่ง Foam มาผสมกับ Batter ใช้พายยางคนตะล่อมเบา ๆ ให้เข้ากัน ตักส่วนผสมลงในพิมพ์เค้กอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาด 1 ปอนด์ ที่ทาเนยด้านล่างและขอบ แล้วรองด้วยกระดาษไข ใส่อากาศโดยใช้ไม้มาขีดสลับเป็นแนวฟันปลา กระแทกลงน้ำหนัก 1 ครั้ง นำไปอบในเตาอบไฟฟ้า โดยอบแบบขึ้นที่มีน้ำรองภาตสูง 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และนำไปอบในเตาอบไฟฟ้า โดยอบแบบแห้ง ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ลอกกระดาษไขออก ผึ่งให้คลายร้อน บรรจุใส่กล่องพลาสติก

การศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

นำตัวอย่างของชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิล ร้อยละ 0 10 20 30 40 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี มาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี ดังนี้

1. น้ำหนัก

นำส่วนผสมของชิฟฟอนเค้กน้ำหนัก 200 กรัม ใส่พิมพ์ขนาด 1 ปอนด์ และทำตามกรรมวิธีการผลิตชิฟฟอนเค้ก นำชิฟฟอนเค้กที่ได้มาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งดิจิทัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2. ปริมาตร

นำส่วนผสมของชิฟฟอนเค้กที่น้ำหนัก 200 กรัม ใส่พิมพ์ขนาด 1 ปอนด์ และทำตามกรรมวิธีการผลิตชิฟฟอนเค้ก นำชิฟฟอนเค้กที่ได้มาวัดส่วนสูง และคำนวณหาปริมาตรจากสมการ $V = \pi r^2 h$ เมื่อ V คือ ปริมาตรเค้ก, π คือ 3.14, r คือ ความยาวเส้นรัศมีของเค้ก (เซนติเมตร) และ h คือ ความสูงของเค้ก (เซนติเมตร)

3. ความชื้น

นำชิฟฟอนเค้กมาวิเคราะห์ร้อยละปริมาณความชื้นด้วยวิธีอบในตู้อบลมร้อน ตามวิธีของ AOAC (2000)

4. กิจกรรมน้ำอิสระ

นำชิฟฟอนเค้กมาวัดค่ากิจกรรมน้ำอิสระ (Water activity, a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (ยี่ห้อ AquaLab รุ่น 3TE) ใส่ชิฟฟอนเค้กลงในถ้วยใส่ตัวอย่างปริมาตร 2 ใน 3 ของถ้วย วัดค่า a_w ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

5. สี

นำชิฟฟอนเค้กมาวัดค่าสีเปลี่ยนนอกและสีด้านในโดยใช้เครื่องวัดสี (ยี่ห้อ HunterLab รุ่น ColorFlex Model 45°/0°) ที่มีการวัดค่าสีในระบบ C.I.E lab ($L^* a^* b^*$) ค่าสี L^* เป็นค่าความสว่าง a^* เป็นค่าสีแดง - เขียว และ b^* เป็นค่าสีเหลือง - น้ำเงิน การวัดค่าสีเปลี่ยนนอกโดยนำเปลือกบนของชิฟฟอนเค้กมาใส่จานแก้ว และการวัดค่าสีด้านในโดยนำด้านในของชิฟฟอนเค้กที่แบ่งครึ่งแล้วใส่จานแก้ว นำไปวัดค่าในแต่ละซ้ำ วัดซ้ำละ 6 ตัวอย่าง

6. เนื้อสัมผัส

เตรียมชิฟฟอนเค้กขนาด 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำมาตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ StableMicroSystems รุ่น TA.XT.plus) ด้วยการทดสอบแรงกด วิธีการทดสอบแบบ Texture profile analysis (TPA) และใช้หัววัดทรงกระบอก (P/50) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร วางชิฟฟอนเค้กกลางแท่นวางตัวอย่าง กดลงบนบริเวณกึ่งกลางของชิ้น

ชิฟฟอนเค้ก ความเร็วในการกด 5 มิลลิเมตร/วินาที ระยะกดจากผิวชิฟฟอนเค้ก 10 มิลลิเมตร รายงานผลเป็นค่าความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะตัว (Cohesiveness) ค่าการเกาะติดผิว (Adhesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าความหยุ่น (Resilience) ค่าความหนึบหนับ (Gumminess) และค่าการเคี้ยวได้ (Chewiness) ในแต่ละซ้ำ ทำการทดสอบซ้ำละ 6 ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

1. การเตรียมสารสกัด

เตรียมสารสกัดจากตัวอย่างผงของชิฟฟอนเค้กโดยดัดแปลงจากวิธี Kapcum et al. (2021) นำชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 0 - 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนความละเอียด 100 เมช ซึ่งผงชิฟฟอนเค้กน้ำหนัก 0.5 กรัม มาสกัดด้วยสารสกัด (กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ร้อยละ 0.1 ผสมกับเมทานอลเข้มข้น ร้อยละ 60) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปแช่ที่อุณหภูมิห้องด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนใสกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 (ยี่ห้อ Whatman) ตะกอนที่เหลือทำการสกัดซ้ำด้วยสารสกัดปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำสารสกัดที่ได้มาผสมรวมกันใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยสารสกัด นำตัวอย่างที่สกัดได้ไปเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาวิเคราะห์

2. การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวม

ปริมาณแอนโทไซยานินรวม วิเคราะห์ตามวิธีพีเอช-ดีฟเฟอเรนเชียล (Lee et al., 2005) โดยนำสารสกัดที่ได้มาปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลละลายบัฟเฟอร์ โพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.025 โมลาร์ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 1.0 ปริมาตร 3.8 มิลลิลิตร และนำสารสกัดมาปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลละลายบัฟเฟอร์ โซเดียมอะซิเตต ความเข้มข้น 0.400 โมลาร์ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.5 ปริมาตร 3.8 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที และนำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร รายงานปริมาณแอนโทไซยานินรวมในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของ C3G (C3GE) ต่อตัวอย่างแห้ง 100 กรัม คำนวณหาตามสมการ $C3GE = [A_{diff} \times MW \times DF \times 1000] / \epsilon$ เมื่อ A_{diff} คือ $(A_{520} - A_{700}) / pH$ 1.0 - $(A_{520} - A_{700}) / pH$ 4.5, MW คือ น้ำหนักโมเลกุลของ C3G เท่ากับ 449.2 กรัม/โมล, DF คือ แฟกเตอร์ที่เกิดจากการเจือจางสารสกัด และ ϵ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง เท่ากับ 29,600 ลิตร/โมล/เซนติเมตร

3. การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH)

วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ตามที่อธิบายไว้โดย Kapcum et al. (2021) โดยนำสารสกัดที่ได้มาปริมาตร 100 ไมโครลิตร เติมน้ำตาลละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ที่ละลายในเมทานอลเข้มข้นร้อยละ 99 ปริมาตร 2.9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยเทียบกับสารมาตรฐานโทรลอกซ์ (Trolox) รายงานผลใน

หน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของ Trolox (TE) ต่อตัวอย่างแห้ง 100 กรัม รวมทั้งรายงานผลเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% Inhibition) โดยคำนวณจากการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเทียบกับหลอดควบคุม ดังสมการ $\% \text{ Inhibition} = 100 \times (A_0 - A_s) / A_0$ เมื่อ A_0 คือ ค่าดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม และ A_s คือ ค่าดูดกลืนแสงของสารสกัด

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

ตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และยีสต์และรา โดยทำตามวิธีของ AOAC (1995) นำชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 0 - 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มา 10 กรัม แล้วทำการเจือจางตัวอย่าง เจือจางลงครั้งละ 10 เท่า (Ten-fold serial dilutions) กับสารละลายยิบซีเคียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ดูดสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้นเหมาะสมปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ปิเปตลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะชนิดแข็ง ใช้แท่งแก้วอเกลี่ยให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของวุ้นแห้ง การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมดใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) (ยี่ห้อ Himedia, India) นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และราใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Acidified potato dextrose agar (PDA, pH 3.5) (ยี่ห้อ Himedia, India) นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 5 วัน นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ และรายงานผลเป็นโคโลนี/กรัม (CFU/g)

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้บริโภคร่วมไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน เป็นนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 30 คน ประเมินในด้านลักษณะปรากฏของสีเปลือกนอก สีด้านใน รสหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวมโดยใช้วิธี 9-Points hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด เสรีตัวอย่างชิฟฟอนเค้กขนาด 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น ใส่ถ้วยพลาสติกสีขาวทรงเตี้ย ที่มีรหัสตัวอย่างแบบเลขคู่ 3 หลัก ให้ผู้ทดสอบชิมประเมินสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ การทดสอบทางประสาทสัมผัสตามแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิมเป็น Block จำนวนผู้ทดสอบชิม 30 คน การวิเคราะห์ดังกล่าววิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ค่าสถิติ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพและเคมีของชิฟ

พอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลแสดงดัง Table 1 โดยพบว่า น้ำหนัก ปริมาตร และปริมาณความชื้นของชิฟพอนเค้กทดแทนด้วย แป้งข้าวหอมนิลที่ระดับต่าง ๆ ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีน้ำหนักของเค้กอยู่ระหว่าง 165 - 171 กรัม ปริมาตรของเค้กอยู่ระหว่าง 539 - 583 ลูกบาศก์เซนติเมตร และปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 17.07 - 19.66 ในขณะที่ ค่า a_w ลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้น โดยที่สูตรควบคุมมีค่า a_w อยู่ที่ 0.902 และลดลงมีค่าอยู่ที่ 0.867 0.831 และ 0.784 สำหรับตัวอย่าง HNR10 HNR20 และ HNR60 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของชิฟพอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลแสดงดัง Table 2 และ Figure 1 โดยพบว่า สีเปลือกนอกของ

เค้กที่อบมีผลการเปลี่ยนแปลงจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิล ปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่เพิ่มขึ้นทำให้สีเปลือกนอกของเค้กคล้ำขึ้น ค่าความเป็นสีแดงลดลง และค่าความเป็นสีเหลืองลดลง โดยที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 30 10 และ 30 ส่งผลให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลือง ตามลำดับ แตกต่างกับสูตรควบคุม สำหรับสีด้านในของเค้กที่อบ เมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ค่า L^* และ ค่า b^* ลดลง แต่ค่า a^* เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าสีด้านในคล้ำขึ้น ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง และค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น โดยที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 10 ส่งผลให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองแตกต่างกับสูตรควบคุม

Table 1 Physical and chemical characteristics of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Weight (g) ^{ns}	Volume (cm ³) ^{ns}	Moisture (%) ^{ns}	Water activity
Control	171 ± 1.41	566 ± 50	18.92 ± 1.01	0.902 ± 0.00 ^a
HN10	165 ± 0.71	548 ± 25	18.29 ± 2.50	0.867 ± 0.01 ^b
HN20	166 ± 1.41	583 ± 75	19.40 ± 2.05	0.831 ± 0.00 ^c
HN30	170 ± 4.24	583 ± 50	17.96 ± 1.75	0.843 ± 0.01 ^{bc}
HN40	167 ± 3.53	557 ± 13	17.07 ± 0.68	0.856 ± 0.02 ^{bc}
HN50	167 ± 4.95	557 ± 38	19.66 ± 0.78	0.847 ± 0.01 ^{bc}
HN60	170 ± 0.71	539 ± 38	17.17 ± 0.32	0.784 ± 0.01 ^d

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

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

Table 2 CIE L^* , a^* and b^* values of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Crust			Crumb		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Control	43.00 ± 0.83 ^a	9.52 ± 0.11 ^a	19.05 ± 0.11 ^a	52.84 ± 0.37 ^a	1.64 ± 0.20 ^e	13.74 ± 0.04 ^a
HN10	41.94 ± 0.30 ^a	8.62 ± 0.26 ^b	18.04 ± 0.64 ^a	48.05 ± 0.23 ^b	3.12 ± 0.06 ^d	11.51 ± 0.30 ^b
HN20	40.88 ± 0.82 ^a	8.52 ± 0.08 ^b	17.74 ± 0.75 ^a	43.48 ± 1.23 ^c	3.49 ± 0.04 ^c	8.67 ± 0.12 ^c
HN30	37.90 ± 0.78 ^b	7.76 ± 0.12 ^c	16.34 ± 0.34 ^b	40.44 ± 0.53 ^d	3.96 ± 0.00 ^b	7.68 ± 0.01 ^d
HN40	37.88 ± 0.50 ^b	7.68 ± 0.14 ^{cd}	15.65 ± 0.01 ^b	38.00 ± 1.18 ^e	4.38 ± 0.11 ^a	7.51 ± 0.04 ^d
HN50	36.53 ± 0.53 ^b	7.48 ± 0.52 ^{cd}	14.35 ± 0.16 ^c	37.92 ± 0.24 ^e	4.44 ± 0.04 ^a	6.71 ± 0.56 ^e
HN60	35.78 ± 0.36 ^b	7.12 ± 0.01 ^d	14.25 ± 0.93 ^c	34.19 ± 0.36 ^f	4.52 ± 0.11 ^a	6.39 ± 0.01 ^e

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

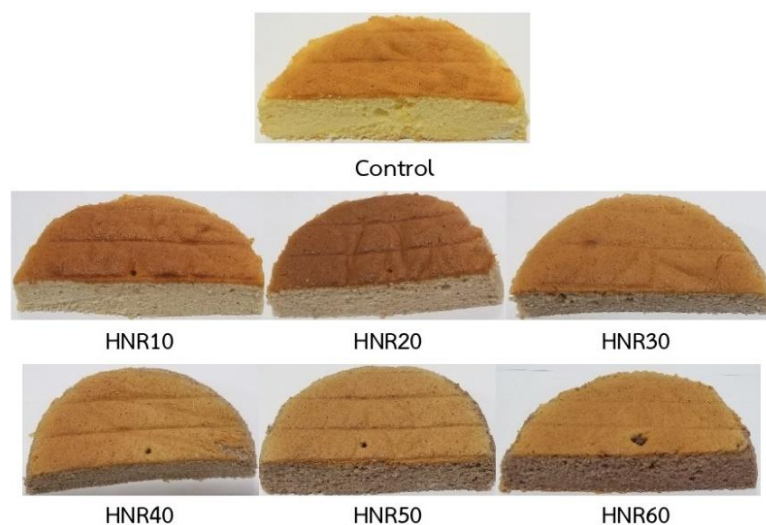


Figure 1 The appearance of Hom-Nil rice chiffon cakes. Control, HN10, HN20, HN30, HN40, HN50, and HN60: Chiffon cakes manufactured with 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, and 60 % (w/w) replacement of wheat flour with Hom-Nil rice (HNR) flour, respectively.

ในการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสแบบ TPA ค่า Hardness ของชิฟฟอนเค้กที่วัดได้ แสดงให้เห็นว่าชิฟฟอนเค้กมีลักษณะที่แข็งขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น (Table 3) โดยที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 20 ส่งผลให้ค่า Hardness แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 20 - 50 ค่า Hardness ของตัวอย่าง HNR20 HNR30 HNR40 และ HNR60 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยทั้ง 4 ตัวอย่าง มีค่า Hardness อยู่ระหว่าง 190.93 - 231.37 กรัมแรง ค่า Cohesiveness เป็นค่าที่แสดงถึงความต้านทานภายในโครงสร้างชิฟฟอนเค้ก ซึ่งตัวอย่างเค้กมีค่าลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น แสดงว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิลเค้กที่สามารถใช้แรงในการทำให้เสียรูปได้ง่าย โดยที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 40 ส่งผลให้ค่า Cohesiveness แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 40 ค่า Cohesiveness ของตัวอย่าง HNR10 HNR20 HNR30 และ HNR40 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า Adhesiveness คือ งานที่ต้องใช้ในการดึงหัววัดเนื้อสัมผัสออกจากตัวอย่าง ซึ่งค่า Adhesiveness ที่มีค่าเป็นลบมากหมายถึงต้องใช้แรงดึงหัววัดออกจากตัวอย่างมาก แสดงถึงตัวอย่างมีความเหนียวมาก ซึ่งตัวอย่างชิฟฟอนเค้กมีค่าเป็นลบเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น

ค่า Springiness คือ ความยืดหยุ่นของเค้กเมื่อออกแรงกดครั้งแรก และครั้งที่สองแล้วกลับคืนรูปได้ ซึ่งตัวอย่าง ชิฟฟอนเค้กมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า Resilience คือ ค่าที่แสดงถึงความสามารถในการกลับสู่สภาพเดิมเมื่อแรงกดครั้งแรกคลายตัวลง ซึ่งตัวอย่างชิฟฟอนเค้กมีค่าลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ค่า Gumminess คือ ปริมาณพลังงานที่จำเป็นต่อการแตกตัวของเค้กสำหรับการกลืน ซึ่งตัวอย่างชิฟฟอนเค้กมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น โดยการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 20 ส่งผลให้ค่า Gumminess แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 20 - 50 ค่า Gumminess ของตัวอย่าง HNR20 HNR30 HNR40 และ HNR50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า Chewiness คือ ค่าที่แสดงถึงพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวชิฟฟอนเค้ก จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิล ค่า Chewiness เพิ่มขึ้น หมายถึงต้องใช้แรงหรือระยะเวลาในการเคี้ยวชิฟฟอนเค้กเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิล โดยการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 20 ส่งผลให้ค่า Chewiness แตกต่างกับสูตรควบคุม โดยสรุปจะเห็นได้ว่า เมื่อร้อยละของแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ค่า Cohesiveness และ Resilience ของเค้กชิฟฟอนลดลง ในขณะที่ค่า Hardness, Adhesiveness, Springiness, Gumminess และ Chewiness เพิ่มขึ้น

Table 3 Texture profile analysis of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Hardness (g)	Cohesiveness	Adhesiveness (g/s)	Springiness	Resilience	Gumminess (g)	Chewiness (g)
Control	128.94 ± 9.88 ^c	0.82 ± 0.01 ^a	-2.64 ± 0.11 ^a	0.91 ± 0.02 ^c	0.45 ± 0.01 ^a	102.35 ± 15.89 ^d	97.48 ± 16.77 ^d
HNR10	146.85 ± 17.20 ^c	0.81 ± 0.00 ^{ab}	-3.37 ± 0.06 ^a	0.91 ± 0.00 ^{bc}	0.45 ± 0.01 ^a	119.35 ± 13.73 ^{cd}	108.56 ± 12.76 ^{cd}
HNR20	190.93 ± 16.82 ^b	0.80 ± 0.01 ^{abc}	-13.06 ± 1.79 ^b	0.92 ± 0.00 ^{abc}	0.42 ± 0.01 ^{ab}	152.67 ± 12.29 ^{bc}	141.15 ± 11.64 ^{bc}
HNR30	207.85 ± 9.97 ^b	0.79 ± 0.00 ^{abc}	-24.21 ± 1.65 ^c	0.94 ± 0.00 ^a	0.39 ± 0.00 ^{bc}	163.11 ± 9.53 ^b	153.66 ± 7.97 ^b
HNR40	213.11 ± 21.21 ^b	0.78 ± 0.01 ^{bcd}	-51.81 ± 7.33 ^d	0.94 ± 0.00 ^a	0.37 ± 0.03 ^c	166.34 ± 14.81 ^b	156.18 ± 11.82 ^b
HNR50	231.37 ± 27.64 ^b	0.77 ± 0.01 ^{cd}	-54.76 ± 4.63 ^d	0.93 ± 0.00 ^a	0.37 ± 0.01 ^c	178.21 ± 20.19 ^{ab}	166.46 ± 19.37 ^{ab}
HNR60	285.61 ± 20.32 ^a	0.76 ± 0.03 ^d	-69.90 ± 4.64 ^e	0.93 ± 0.00 ^{ab}	0.36 ± 0.04 ^c	214.43 ± 28.06 ^a	198.01 ± 22.11 ^a

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมของชิฟฟอนเค้กแสดงดัง Table 4 พบว่าการทดแทนแป้งข้าวสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 60 มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินรวมใน ชิฟฟอนเค้กเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ตรวจไม่พบแอนโทไซยานินรวม (-0.02 มิลลิกรัม C3GE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง) โดยตัวอย่าง HNR60 มีปริมาณมากที่สุด และตัวอย่าง HNR10 มีปริมาณน้อยที่สุด เท่ากับ 2.22 และ 0.34 มิลลิกรัม C3GE /100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้กโดยวิธี DPPH (Table 4) พบว่าการทดแทนแป้งข้าวสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 40 เป็นร้อยละ 60 มีผลทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ ชิฟฟอนเค้กเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยตัวอย่าง HNR60 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ HNR50 และ HNR40 ตามลำดับ โดยมีค่าเป็น 114.35 104.40 และ 88.54 มิลลิกรัม TE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ และ

คิดเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ 16.54 15.22 และ 12.47 ตามลำดับ ส่วนสูตรควบคุมมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพียง 78.10 มิลลิกรัม TE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง คิดเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ 10.82 ขณะที่ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 30 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของชิฟฟอนเค้กที่เก็บรักษาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แสดงดัง Table 5 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ ระดับต่าง ๆ ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของชิฟฟอนเค้กอยู่ระหว่าง 4.0×10^3 - 8.6×10^4 โคโลนี/กรัม และปริมาณยีสต์และราของชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับต่าง ๆ ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณยีสต์และราของเค้กอยู่ระหว่าง <10 - 85 โคโลนี/กรัม

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับต่าง ๆ มาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของสีเปลือกนอก สีด้านใน รสหวาน รสชาติ และความชอบ

โดยรวมของชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 60 แตกต่างกับสูตรควบคุม โดยทุกด้านที่ทดสอบของชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลมีคะแนนการยอมรับต่ำกว่าสูตรควบคุม (Table 6) ส่วนคะแนนการยอมรับทุกด้านที่ทดสอบของชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 20 30 40 50 และ 60 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คะแนนการยอมรับทุกด้านที่ทดสอบของสูตรควบคุมมีคะแนนอยู่ระหว่าง 8.00 - 8.59 อยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด

ส่วนคะแนนการยอมรับทุกด้านที่ทดสอบของชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลทุกระดับมีคะแนนอยู่ระหว่าง 6.90 - 7.83 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยที่คะแนนความชอบโดยรวมของสูตรควบคุมอยู่ในระดับชอบมาก (8.50) ส่วนคะแนนความชอบโดยรวมของชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลทุกระดับอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.41 - 7.80) ซึ่งแสดงถึงผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทุกระดับ

Table 4 Total anthocyanin content and antioxidant activity on DPPH radicals of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Total anthocyanins (mg C3GE/100 g d.w.)	Antioxidant activity	
		mg TE/100 g d.w.	% Inhibition
Control	-0.02 ± 0.01 ^f	78.10 ± 0.81 ^d	10.82 ± 0.94 ^d
HNR10	0.34 ± 0.10 ^e	83.89 ± 1.74 ^{cd}	11.58 ± 0.18 ^{cd}
HNR20	0.55 ± 0.07 ^e	83.51 ± 0.98 ^{cd}	11.69 ± 0.28 ^{cd}
HNR30	1.01 ± 0.07 ^d	83.31 ± 1.01 ^{cd}	11.74 ± 0.21 ^{cd}
HNR40	1.38 ± 0.22 ^c	88.54 ± 0.53 ^c	12.47 ± 0.10 ^c
HNR50	1.96 ± 0.02 ^b	104.40 ± 0.84 ^b	15.22 ± 0.40 ^b
HNR60	2.22 ± 0.07 ^a	114.35 ± 5.49 ^a	16.54 ± 0.68 ^a

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 5 Microbial content of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Aerobic plate count (CFU/g) ^{ns}	Yeasts and molds (CFU/g) ^{ns}
Control	8.5x10 ³ ± 7.8x10 ²	5.0x10 ± 7.01
HNR10	1.7x10 ⁴ ± 1.6x10 ³	8.5x10 ± 1.20
HNR20	7.0x10 ³ ± 7.07x10 ²	8.0x10 ± 8.49
HNR30	4.0x10 ³ ± 2.83x10 ²	1.0x10 ± 1.41
HNR40	4.5x10 ⁴ ± 6.36x10 ²	5.5x10 ± 4.95
HNR50	8.6x10 ⁴ ± 5.66x10 ³	1.0x10 ± 0.00
HNR60	4.3x10 ⁴ ± 5.5 x10 ³	ND

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

ND: not detected (<10 CFU/g).

Table 6 Sensory evaluation of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Crust color	Crumb color	Sweetness	Flavor	Texture	Overall
Control	8.45 ± 0.63 ^a	8.59 ± 0.73 ^a	8.00 ± 1.10 ^a	8.30 ± 0.80 ^a	8.21 ± 1.05 ^a	8.50 ± 0.70 ^a
HNR10	7.83 ± 0.93 ^b	7.79 ± 0.86 ^b	7.52 ± 1.02 ^{abc}	7.59 ± 0.73 ^b	7.14 ± 1.13 ^{bc}	7.62 ± 0.90 ^b
HNR20	7.55 ± 1.06 ^b	7.48 ± 1.06 ^b	7.24 ± 1.50 ^{bc}	7.34 ± 1.26 ^b	7.24 ± 1.10 ^{bc}	7.41 ± 1.08 ^b
HNR30	7.31 ± 1.11 ^b	7.28 ± 1.00 ^b	7.35 ± 1.48 ^{abc}	7.62 ± 0.90 ^b	7.62 ± 0.90 ^{ab}	7.80 ± 1.00 ^b
HNR40	7.41 ± 1.15 ^b	7.38 ± 0.98 ^b	6.90 ± 1.21 ^c	7.14 ± 0.99 ^b	6.90 ± 1.50 ^c	7.45 ± 0.82 ^b
HNR50	7.41 ± 0.98 ^b	7.52 ± 1.15 ^b	7.66 ± 1.20 ^{ab}	7.62 ± 1.11 ^b	7.48 ± 1.09 ^{bc}	7.60 ± 0.90 ^b
HNR60	7.38 ± 0.94 ^b	7.41 ± 0.87 ^b	7.17 ± 1.28 ^{bc}	7.21 ± 1.10 ^b	6.93 ± 1.16 ^c	7.50 ± 1.00 ^b

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

เมื่อนำชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละ 0 10 20 30 40 50 และ 60 ไปศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมี พบว่า น้ำหนัก ปริมาตร และปริมาณความชื้นของเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละ 10 - 60 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม (Table 1) แสดงให้เห็นว่าการเสริมแป้งข้าวหอมนิลสูงถึงร้อยละ 60 ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางน้ำหนัก ปริมาตร และปริมาณความชื้นของชิฟฟอนเค้ก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mau et al. (2017) ที่ได้รายงานน้ำหนักและปริมาณความชื้นของเค้กเสริมแป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 10 - 100 มีค่าไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่งานวิจัยของ Chodnakarin et al. (2021) ได้รายงานว่าปริมาณความชื้นของบราวนี่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งจากปลายข้าว

หอมนิลร้อยละ 25 - 100 มีปริมาณลดลงแตกต่างจากสูตรควบคุม ในขณะที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ค่า a_w ลดลงแสดงให้เห็นว่าการเสริมแป้งข้าวหอมนิลช่วยลดปริมาณน้ำอิสระของเค้ก ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวหอมนิลมีค่าร้อยละการดูดซับน้ำค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 2.12) (Srisorn et al., 2020) ส่วนแป้งสาลีเป็นแป้งที่มีโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดินเป็นส่วนประกอบ โปรตีนกลูเตนินและไกลอะดินมีสมบัติในการดูดซับน้ำ ซึ่งปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ส่งผลให้มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำมากขึ้น ดังนั้นเค้กสูตรควบคุมจึงมีค่า a_w สูงกว่าเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิล

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลในระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้สีเปลือกนอกและสีด้านในของชิฟฟอนเค้กที่อบมีค่าความสว่างลดลงหรือคล้ำขึ้น ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง และค่าความเป็นสี

แดงของสีด้านในเพิ่มขึ้นแต่ค่าความเป็นสีแดงของสีเปลือกนอกลดลง (Table 2 และ Figure 1) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของชิฟฟอนเค้กอาจเกิดจากเม็ดสีที่เป็นสีม่วงดำของแป้งข้าวหอมนิลและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบโพลีฟีนอล ดังนั้นการเสริมแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้สีเปลือกนอกและสีด้านในของชิฟฟอนเค้กคล้ำขึ้น และมีสีเหลืองลดลง ซึ่งสีม่วงดำของแป้งข้าวหอมนิลนั้นมีค่าความเป็นสีแดงที่สูงกว่าแป้งสาลี (Srisorn et al., 2020) จึงส่งผลให้สีด้านในของชิฟฟอนเค้กที่เพิ่มการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลมีสีแดงเพิ่มขึ้น แต่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่เพิ่มขึ้นทำให้สีแดงของเปลือกนอกลดลงนั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์โดยมีความร้อนขณะอบเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้สารประกอบที่ให้สีน้ำตาล โดยในเค้กสูตรควบคุมที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบ จะเกิดกลิ่นขึ้นในขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม เมื่อนำไปอบที่อุณหภูมิสูงถึง 170 องศาเซลเซียส กลิ่นจะทำปฏิกิริยากับน้ำตาล ส่งผลให้เปลือกเค้กมีสีน้ำตาลทอง ในขณะที่แป้งข้าวหอมนิลไม่มีโปรตีนกลูเตนและไกลอะดิน ดังนั้นในขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมจึงไม่เกิดกลิ่น ส่งผลให้สีเปลือกเค้กที่เพิ่มการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลมีสีน้ำตาลทองลดลง ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษานี้ของ Mau et al. (2017) ที่รายงานว่าการเสริมแป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 10 - 100 ส่งผลให้เปลือกนอกของเค้กมีค่าความเป็นสีแดงลดลงและด้านในของเค้กมีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น

ในการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างชิฟฟอนเค้กทั้ง 7 ตัวอย่าง พบว่า เมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในชิฟฟอนเค้กเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ ค่า Cohesiveness และ Resilience ลดลง ในขณะที่ ค่า Hardness, Springiness, Gumminess, Adhesiveness และ Chewiness เพิ่มขึ้น (Table 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในขนมอบที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบจะพบกลูเตนเป็นส่วนประกอบด้วย แต่ไม่พบในผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวหอมนิล เมื่ออัตราส่วนระหว่างแป้งจากข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้นและปริมาณแป้งสาลิลดลง จึงทำให้ได้มีปริมาณกลูเตนลดลง โดยกลูเตนมีสมบัติทำให้ส่วนผสมอื่น ๆ เกาะติดกัน สร้างโครงสร้าง เพิ่มความแข็งแรง เก็บฟองอากาศ และดูดซับน้ำได้ดี ซึ่งด้วยคุณสมบัติของกลูเตนที่ดูดซับน้ำได้ดี ส่งผลให้เค้กมีความชุ่มชื้น ชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณสูงชันจึงมีความชุ่มชื้นต่ำ มีค่า Hardness เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาค่า a_w (Table 1) ที่พบว่า ค่า a_w ลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับรายงานของ Sirichokworakit et al. (2016) ที่ได้รายงานค่า Hardness ของโดนัทที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลมีค่าลดลงเมื่อระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Sirichokworakit et al. (2016) และ Chodnakarin et al. (2021) ยังได้รายงานค่า Cohesiveness ของโดนัท และบราวนี่ ตามลำดับ มีค่าลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 40 ขึ้นไป ทำให้การเกาะตัวของชิฟฟอนเค้กลดลง ส่วนค่า Adhesiveness ของเค้กที่เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีนั้น มีผลให้ชิฟฟอนเค้กมีความเหนียวเพิ่มขึ้น การเกาะติดผิวเพิ่มขึ้น และมีการติดฟันและ

เหงือกเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mau et al. (2017) ที่รายงานค่า Adhesiveness ของเค้กมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น และการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 10 - 60 ยังส่งผลให้ค่า Springiness, Gumminess และ Chewiness เพิ่มขึ้น ซึ่งค่า Springiness ที่สูงแสดงให้เห็นว่าการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณที่สูงชันทำให้ผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้กมีการคืนตัวสูงขึ้น ซึ่งผลการทดลองนี้แตกต่างจากรายงานของ Sirichokworakit et al. (2016) และ Chodnakarin et al. (2021) ที่รายงานค่า Springiness ของโดนัท เค้ก และบราวนี่ ลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิล และค่า Gumminess และ Chewiness ของชิฟฟอนเค้กที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวสาลี ให้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาค่า Hardness และ Adhesiveness

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมของชิฟฟอนเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 60 พบว่า วิเคราะห์ไม่พบแอนโทไซยานินรวมในชิฟฟอนเค้กสูตรควบคุม พบแอนโทไซยานินรวมในเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 60 อยู่ในระดับ 0.34 - 2.22 มิลลิกรัม C3GE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง (Table 4) แสดงให้เห็นว่าหลังจากการอบชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิล สารแอนโทไซยานินยังคงมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ และส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษานี้ของ Mau et al. (2017) ที่รายงานค่า พบแอนโทไซยานินรวมในเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีที่ร้อยละ 10 - 60 อยู่ในปริมาณ 3.60 - 12.72 มิลลิกรัม C3GE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณแอนโทไซยานินรวมที่ได้จากงานวิจัยนี้ มีปริมาณที่ต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสายพันธุ์ของข้าวที่ใช้ศึกษาและขั้นตอนการเตรียมสารสกัด ที่ได้เตรียมตัวอย่างจากวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินรวมในชิฟฟอนเค้ก มีการเพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่เพิ่มขึ้นนั้น สอดคล้องกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเค้กที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 0 10 20 30 40 50 และ 60 เป็น 78.10 83.89 83.51 83.31 88.54 104.40 และ 114.35 มิลลิกรัม C3GE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ และคิดเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ 10.82 11.58 11.69 11.74 12.47 15.22 และ 16.54 ตามลำดับ จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้กมาจากส่วนประกอบที่เป็นแป้งข้าวหอมนิล ดังนั้นการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิลจึงเป็นการเพิ่มคุณสมบัติด้านการต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้ก โดยปริมาณแอนโทไซยานินรวมเองก็มีผลต่อการแสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างชิฟฟอนเค้ก ซึ่งจากรายงานของ Kitisin et al. (2015) ก็ได้รายงานค่า สารแอนโทไซยานิน และสารโพลีฟีนอล ที่เป็นส่วนประกอบในรำข้าวหอมนิลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับหลายงานวิจัย ที่ได้รายงานค่า การเสริมแป้งข้าวหอมนิลส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (Mau et al., 2017; Rattanachak et al., 2019; Sanon & Sangteerakij, 2020; Chodnakarin et al., 2021) รวมทั้ง Sangnark et al. (2015) ยังได้รายงานค่าข้าวหอมนิลมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งสูงกว่าข้าวกล้องทั่วไปถึง 7 เท่า ดังนั้น

ผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการดูแลในเรื่องของสุขภาพ โดยเฉพาะผู้บริโภคที่ต้องการเน้นสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของซีฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่ระดับร้อยละ 10 - 60 พบว่าไม่มีความแตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าการเสริมแป้งข้าวหอมมะลิไม่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของซีฟฟอนเค้ก (Table 5) โดยทุกตัวอย่างของซีฟฟอนเค้กที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา 4.0×10^3 - 8.6×10^4 โคโลนี/กรัม และ <10 - 85 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณไม่เกินตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก (มผช.459/2549) ที่กำหนด จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กมีคุณภาพและความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ และในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง ซีฟฟอนเค้กทั้ง 7 ตัวอย่าง พบว่าทุกด้านที่ทดสอบ คือ สีเปลือกนอก สีด้านใน รสหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวม มีคะแนนอยู่ระหว่าง 6.90 - 7.83 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากที่สุด (Table 6) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ซีฟฟอนเค้กทุกตัวอย่างที่ทดสอบ โดยทุกด้านที่ทดสอบของสูตรควบคุมมีคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 8.00 - 8.59 อยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด ซึ่งสูงกว่าซีฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ ที่ทุกด้านที่ทดสอบมีคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 6.90 - 7.83 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ดังนั้นการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส ซึ่งคะแนนการยอมรับทุกด้านที่ทดสอบของซีฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่ระดับร้อยละ 10 - 60 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง 7.41 - 7.80 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก แสดงถึงผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมมะลิ ดังนั้นจากผลการศึกษา สามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีในการผลิตซีฟฟอนเค้กได้ถึงระดับร้อยละ 60

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กที่ระดับร้อยละ 10 20 30 40 50 และ 60 สามารถทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิได้ถึงระดับร้อยละ 60 ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีระดับเพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของซีฟฟอนเค้กเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม คือ น้ำหนัก ปริมาตร ปริมาณความชื้น ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีระดับเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณแอสโทไซยานินรวม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของซีฟฟอนเค้กเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีระดับเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ดังนั้น การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระให้กับผลิตภัณฑ์

ได้ โดยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่เน้นอาหารที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยสำหรับบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) จัดสรรงบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย

References

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). *Official methods of analysis* (17th ed.). Arlington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1995). *Official methods of analysis* (16th ed.). Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- Chodnakarin, A., Phugan, P., Inket, S., Sam-ang, P., & Jansukon, E. (2021). Effects of wheat flour substitution with Hom Nin broken rice flour on quality changes of brownie. *Christian University Journal*, 27(1), 85-96.(in Thai)
- Daiponmak, W., Senakun, C., & Siriamornpun, S. (2014). Antiglycation capacity and antioxidant activities of different pigmented Thai rice. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(8), 1805-1810. doi:10.1111/ijfs.12487.
- Kapcum, C., Uriyapongson, S., & Uriyapongson, J. (2021). Phenolics, anthocyanins and antioxidant activities in waste products from different parts of purple waxy corn (*Zea mays* L.). *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 43(2), 398-405.
- Kitisin, T., Saewan, N., & Luplertlop, N. (2015). Potential anti-inflammatory and anti-oxidative properties of Thai colored-rice extracts. *Plant Omics Journal*, 8(1), 69-77.
- Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., Barnes, K. W., Eisele, T., Giusti, M. M., Hache, J., Hofsommer, H., Koswig, S., Krueger, D. A., Kupina, S., Martin, S. K., Martinsen, B. K., Miller, T. C., Paquette, F., Ryabkova, A., Skrede, G., Trenn, U., & Wightman, J. D. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 88(5), 1269-1278.
- Mau, J. L., Lee, C. C., Chen, Y. P., & Lin, S. D. (2017). Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake

- prepared with black rice as replacement for wheat flour. *LWT - Food Science and Technology*, 75(1), 434-439. doi: 10.1016/j.lwt.2016.09.019.
- Prateepdolpreecha, T. (2018). *Study of the effect of brown rice: Khao Hom Nil on blood uric acid level* (Master's thesis). Bangkok: Dhurakij Pundit University. (in Thai)
- Rattanachak, N., Pankerdphon, A., Sam-ang, P., Rugchati, O., Sanphom, T., & Chodnakarin, A. (2019). Development of healthy soy milk product by using sucralose and Hom Nin broken rice. *The Science Journal of Phetchaburi Rajabhat University*, 16(2), 49-59. (in Thai)
- Rodmui, A., & Jitwaropas, O. (2007). Production of cookies using wheat flour partial substituted with Hom Nin rice flour. *Journal of Food Technology, Siam University*, 3(1), 37-43. (in Thai)
- Sadabpod, K., Tongyonk, L., & Kangsadalampai, K. (2014). Effect of Hom Nil rice and black glutinous rice extracts during treatment of chicken extract with sodium nitrite using ames test. *Songklanagarind Medical Journal*, 32(3), 139-149. (in Thai)
- Sangnark, A., Limroongreungrat, K., Yuenyongputtakal, W., Ruengdech, A., & Siripatrawan, U. (2015). Effect of Hom Nil rice flour moisture content, barrel temperature and screw speed of a single screw extruder on snack properties. *International Food Research Journal*, 22(5), 2155-2161.
- Sanon, W., & Sangteerakij, D. (2020). Development of products from Khanom A-lua Homnil rice flour supplemented with butterfly pea water extract. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 15(3), 37-51. (in Thai)
- Sirichokworakit, S., Intasen, P., & Angkawut, C. (2016). Quality of donut supplemented with Hom Nin rice flour. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 10(7), 443-446.
- Srisorn, P., Boontaganon, P., Sopanangkul, A., & Terapatponchai, Y. (2020). The optimum condition of pre-gelatinized Hom Nil rice flour production by using double drum dryer. *RMUTSB Academic Journal (Humanities and Social Sciences)*, 8(2), 199-214. (in Thai)
- Sutharut, J., & Sudarat, J. (2012). Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. *International Food Research Journal*, 19(1), 215-221.
- Thiranusornkij, L., Thamnarathip, P., Chandrachai, A., Kuakpetoon, D., & Adisakwattana, S. (2018). Physicochemical properties of Hom Nil (*Oryza sativa*) rice flour as gluten free ingredient in bread. *Foods*, 7(10), 159. doi: 10.3390/foods7100159.
- Wattanuruk, D. (2017). Production of germinated brown rice drinking yoghurt. *The Golden Teak : Science and Technology Journal*, 4(2), 13-21. (in Thai)

Research article

Effects of substitution of wheat flour with Hom-Nil rice flour on the quality of chiffon cake

Pornpan Phuapaiboon^{1*} Kusumawadee Thancharoen² Suchaluk Thamaduengsri³
Thanitnan Boonsrichana¹ Kamonrat Phonphim¹ and Arya Tahnaisee¹

¹Program in Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Mueang, Maha Sarakham, 44000

²Program in Biology, Faculty of Sciences and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Mueang, Maha Sarakham, 44000

³Program in Library Education and English, Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University,
Mueang, Maha Sarakham, 44000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 24 November 2022

Revised: 16 December 2022

Accepted: 17 December 2022

Online published: 21 December 2022

Keyword

Chiffon cake

Hom-nil rice flour

Antioxidant activity

Sensory evaluation

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of wheat flour substitution with Hom-Nil rice flour on the quality of chiffon cake. Hom-Nil rice flour was used to substitute 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, and 60 % (w/w) of wheat flour to manufacture chiffon cakes. The results of physical, chemical and microbial quality studies found that crumb a* value, hardness, adhesiveness, springiness, gumminess, chewiness, total anthocyanin, and antioxidant activity of chiffon cake increased with increasing Hom-Nil rice flour levels whereas water activity, crust L* a* b* and crumb L* b* values, cohesiveness, and resilience showed a reverse trend. No differences were found in the results for the cake weight, cake volume, moisture content, aerobic plate count, and yeasts and molds. The hedonic sensory results found that substitution of Hom-Nil rice in 10 % - 60 % of cakes was accepted in all attributes tests at moderate to very like levels at sensory scores of 6.90 - 7.83. Altogether, Hom-Nil rice chiffon cake could be developed as an alternative food with more bioactive components and antioxidant activity.

*Corresponding author

E-mail address: phuapaiboon@yahoo.com (P. Phuapaiboon)

Online print: 21 December 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.2022.27>



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

บทความวิจัย

ผลการเสริมน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควันไม้ และกรดอินทรีย์ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

เจษฎา รัตนวุฒิ^{1*} บติ คำสีเขียว¹ อุมพร แพทย์ศาสตร์¹ โอภาส พิมพา¹ และ อาริรัตน์ ทศดี²

¹โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมการเกษตรและประมง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

²คณะศิลปศาสตร์และวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 20 ตุลาคม 2565

แก้ไข: 26 พฤศจิกายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 6 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 22 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

อาหารไก่ไข่

น้ำส้มสายชูเทียม

น้ำส้มควันไม้

กรดอินทรีย์

คุณภาพไข่

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการเสริมน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควันไม้ และกรดอินทรีย์รวมในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพและคุณภาพไข่ ทำการทดลองในไก่ไข่สายพันธุ์ไฮไลน์-บราวน์ อายุ 46 สัปดาห์ จำนวน 40 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 5 ซ้ำ ๆ ละ 2 ตัว ไก่ไข่จะได้รับอาหารทดลองที่เสริมน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควันไม้ และกรดอินทรีย์รวมที่ระดับ 0.3 % ของอาหาร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเสริม ทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ บันทึกผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กก. และตรวจสอบคุณภาพไข่ทุก 2 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า การใช้สารเพิ่มความเป็นกรดในอาหารมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักไข่ ($p = 0.078$) และมวลไข่ ($p = 0.064$) มากกว่ากลุ่มควบคุม ในด้านคุณภาพไข่ พบว่า การใช้สารเพิ่มความเป็นกรดมีผลทำให้ความความแข็งแรงของเปลือกไข่ ($p < 0.05$) และความหนาเปลือกไข่ ($p = 0.083$) ที่อายุ 47 สัปดาห์ มากกว่ากลุ่มควบคุม ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารเพิ่มความเป็นกรดในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0.3 % มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักไข่ ความหนาและความแข็งแรงของเปลือกไข่เพิ่มขึ้น

บทนำ

ไข่ไก่เป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตจากสัตว์อื่น ๆ ดังนั้น จึงเป็นสินค้าที่ผู้บริโภคมีความต้องการสูง การเลี้ยงไก่ไข่ในปัจจุบันได้มีการใช้ยาปฏิชีวนะกันอย่างแพร่หลายเพื่อที่จะรักษาสุขภาพและเพิ่มสมรรถภาพการผลิต อย่างไรก็ตาม การใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ได้ก่อให้เกิดการตกค้างของยาปฏิชีวนะในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เกิดความไม่สมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ และเกิดการดื้อยาของแบคทีเรียที่ก่อโรคในสัตว์และมนุษย์ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นในการหาทางเลือกที่มีประสิทธิภาพเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ สำหรับทางเลือกต่าง ๆ ที่สามารถใช้ทดแทน ได้แก่ โปรไบโอติก พรีไบโอติก สารสกัดจากพืช น้ำมันหอมระเหย เป็นต้น สารเพิ่มความเป็นกรด (Acidifiers) เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาใช้เพื่อปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตในสัตว์ปีก จุดประสงค์ที่สำคัญของการใช้สารเพิ่มความเป็นกรดในอาหาร คือ การควบคุมความเป็นกรดต่างในทางเดินอาหารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมซึ่งช่วยเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค ส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการย่อยอาหารให้ดีขึ้น ดังนั้นจึงมีผลทำให้สมรรถภาพ

การผลิตของสัตว์เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นก็มีผลดีต่อสุขภาพของสัตว์ด้วยเช่นกัน (Samanta et al., 2010) การใช้สารเพิ่มความเป็นกรดในอาหารไก่เนื้อมีผลช่วยเพิ่มน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Hedayati et al., 2014) ในขณะที่การใช้สารเพิ่มความเป็นกรดในอาหารไก่ไข่ก็มีผลช่วยเพิ่มผลผลิตไข่และคุณภาพเปลือกไข่ (Swiatkiewicz et al., 2010) น้ำส้มสายชูเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ได้มาจากการนำกรดน้ำส้ม (acetic acid) ที่มีความเข้มข้นประมาณ 95 % มาเจือจางจนได้ปริมาณกรด 4-7 % ลักษณะใส ไม่มีสี เป็นกรดอินทรีย์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ใช้บริโภคกันแพร่หลายเพราะมีราคาถูก (Pornchaloepong & Rattanapanone, 2022) อย่างไรก็ตาม การนำมาใช้เสริมในอาหารสัตว์ยังมีข้อมูลที่จำกัด น้ำส้มควันไม้เป็นผลผลิตที่ได้จากกระบวนการเผาถ่าน เป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง ได้จากการควบแน่นของควันไฟที่เกิดจากการเผาถ่านในช่วงอุณหภูมิเผา 300-400 องศาเซลเซียส น้ำส้มควันไม้ประกอบด้วยสารต่าง ๆ ได้แก่ กรดอะซิติก สารประกอบฟีนอล คีโตน และอัลดีไฮด์ โดยพบว่ามีการอะซิติกประกอบอยู่ในปริมาณมากที่สุด (Velmurugan et al., 2009) Watarai & Tana (2005) ได้รายงานไว้ว่า กรดอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำส้มควันไม้ช่วยส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในลำไส้ และยับยั้งการเจริญของ

*Corresponding author

E-mail address: jassada.r@psu.ac.th (J. Rattanawut)

Online print: 22 December 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.2022.28>

แบคทีเรียก่อโรค ในขณะที่ Rattanawut et al. (2019) ได้รายงานการเสริมรสด้วยน้ำส้มควั่นในอาหารเปิดไข่ที่ระดับ 0.4 % ซึ่งพบว่าสามารถเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของเปิดไข่ได้ กรดอินทรีย์ คือ กรดที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นส่วนประกอบในโครงสร้างโมเลกุล พบทั่วไปในธรรมชาติซึ่งเป็นส่วนประกอบของพืชและสัตว์ ส่วนใหญ่กรดอินทรีย์อยู่ในรูปของเหลว เช่น กรดอะซิติก (Acetic acid) กรดฟอร์มิก (Formic acid) กรดฟูมาริก (Fumaric acid) กรดโพรพิโอนิก (Propionic acid) และกรดแลคติก (Lactic acid) เป็นต้น ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มความเป็นกรดมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยและการดูดซึมสารอาหารของสัตว์ และช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร (Vinus & Tewatia, 2017) น้ำส้มควั่นและกรดอินทรีย์มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตสัตว์แต่มีราคาค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำน้ำส้มสายชูเทียมซึ่งมีราคาถูกกว่ามาใช้ทดแทน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการเสริมรสด้วยน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควั่น และกรดอินทรีย์รวมในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ เพื่อค้นหาสารเพิ่มความเป็นกรดที่เหมาะสมทั้งในด้านสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิต

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การศึกษาผลของการเสริมรสด้วยน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควั่น และกรดอินทรีย์รวมในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ ได้ปฏิบัติตามกฎระเบียบของคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ทดลองของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์: U1-04206-2559) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ไฮไลน์-บราวน์ อายุ 46 สัปดาห์ โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 5 ซ้ำ ๆ ละ 2 ตัว โดยเลี้ยงในกรงไก่ไข่นาขนาด 40 ซม. x 45 ซม. x 35 ซม. (กรงละ 2 ตัว) ไก่ไข่จะได้รับอาหารทดลองซึ่งประกอบด้วยสูตรตามความต้องการโภชนาการของสายพันธุ์ไฮไลน์-บราวน์ (Table 1) กลุ่มการทดลองประกอบด้วย 1) กลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมสารเพิ่มความเป็นกรด 2) กลุ่มที่เสริมด้วยน้ำส้มสายชูเทียมในอาหารที่ระดับ 0.3 % 3) กลุ่มที่เสริมด้วยน้ำส้มควั่นในอาหารที่ระดับ 0.3 % และ 4) กลุ่มที่เสริมด้วยกรดอินทรีย์รวมในอาหารที่ระดับ 0.3 % เลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนระบบเปิด ให้ได้รับอาหารแบบเต็ม ที่ให้น้ำด้วยระบบนิปเปิ้ล และได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ น้ำส้มสายชูเทียมที่ใช้ในการทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า (20 บาท/ลิตร) ได้มาจากการสังเคราะห์ทางเคมี มีปริมาณกรดอะซิติกที่เจือจาง 6 % (pH 2.26) น้ำส้มควั่นไม่ใช้ทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า (200 บาท/ลิตร) ซึ่งได้มาจากการเผาน้ำส้ม มีสารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ กรดอินทรีย์ สารประกอบฟีนอล คีโตน พอร์มาลดีไฮด์ เมธานอล (pH 3) กรดอินทรีย์รวมที่ใช้ในการทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า (150 บาท/ลิตร) ซึ่งประกอบด้วย กรดฟอร์มิก โพรพิโอนิก และกลีเซอรอล (pH 3.65) สารเพิ่มความเป็นกรดที่ใช้ทั้ง 3 ชนิดจะสเปรย์ลงไปในอาหารไก่ไข่โดยใช้เครื่องผสมอาหารขนาดเล็ก

การวัดสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

ทำการชั่งน้ำหนักไข่เมื่อเริ่มต้นการทดลอง (อายุไก่ 46 สัปดาห์) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (อายุไก่ 51 สัปดาห์) เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณไข่ที่เปลี่ยนแปลง สำหรับการวัดสมรรถภาพการผลิตจะใช้ข้อมูลเฉลี่ยของทั้ง 6 สัปดาห์ โดยมีการบันทึกผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ ปริมาณ

อาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กก. (อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ x ราคาอาหาร) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพไข่จะทำทุก 2 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 47, 49 และ 51) โดยสุ่มไข่จำนวน 5 ฟอง/กลุ่ม (ไข่ละ 1 ฟอง) นำมาตรวจสอบน้ำหนักฟองไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ความแข็งแรงของเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง สีไข่แดง และค่า Haugh unit น้ำหนักของไข่ทำการชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ความแข็งแรงของเปลือกไข่ทำการวัดด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงของเปลือกไข่ น้ำหนักของเปลือกไข่ น้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักไข่แดงทำการชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ความหนาของเปลือกไข่ทำการวัดด้วยเวอร์เนียร์ไมโครมิเตอร์ โดยทำการวัด 3 จุด คือ ด้านบน ตรงกลาง ด้านแหลม และนำมาหาค่าเฉลี่ย สำหรับสีของไข่แดง และค่า Haugh unit ทำการวัดด้วยเครื่องวัดคุณภาพไข่อัตโนมัติ (Digital Egg Tester DET 6000, NABEL Co., Ltd, Kyoto, Japan)

ขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กก. และคุณภาพไข่ จะนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากค่าเฉลี่ย ค่า $p < 0.05$ จะพิจารณาว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่า $p < 0.1$ จะถูกพิจารณาว่ามีแนวโน้ม

Table 1 Feed formulation and chemical composition of the basal diet.

Item	Amount (%)
Ingredient	
Corn	56.94
Soybean meal (44 % CP)	22.48
Rice bran	4.00
Fish meal (55 % CP)	3.00
Oyster shell	8.30
Dicalcium phosphate (18 % P)	2.00
Plant oil	2.55
DL-Methionine	0.13
Salt	0.30
Vitamin and mineral premixes	0.30
Calculated analysis	
Crude protein	16.5
Metabolizable energy (kcal/kg)	2800
Crude fiber	3.43
Crude fat	5.69
Calcium	4.08
Available phosphorus	0.45
Lysine	0.88
Methionine	0.42

ผลการวิจัย

ผลของการเสริมรสด้วยน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควั่น และกรดอินทรีย์รวมในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ แสดงใน Table 2 ซึ่งพบว่า ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กก.

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่การใช้สารเพิ่มความเป็นกรดทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักไข่ ($p = 0.078$) และมวลไข่ ($p = 0.064$) มากกว่ากลุ่มควบคุม ถึงแม้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การเสริมน้ำส้มสายชูเทียมมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กก. น้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ

ผลของการเสริมน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควินไม้ และกรดอินทรีย์รวมในอาหารต่อคุณภาพไข่ไก่แสดงใน Table 3 จากการ

ตรวจคุณภาพไข่ พบว่า การเสริมสารเพิ่มความเป็นกรดในอาหาร ไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว สีไข่แดง และค่า Haugh unit ($p > 0.05$) แต่พบว่าความแข็งแรงของเปลือกไข่ที่อายุไก่ 47 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ใช้สารเพิ่มความเป็นกรด ($p < 0.05$) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p = 0.067$) มากกว่ากลุ่มควบคุมที่อายุไก่ 51 สัปดาห์ ในขณะที่ความหนาของเปลือกไข่ที่อายุไก่ 47 สัปดาห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p = 0.083$) ในกลุ่มที่ใช้สารเพิ่มความเป็นกรดทั้ง 3 ชนิด

Table 2 Production performance of laying hens fed diet supplemented with artificial vinegar, wood vinegar and mixed organic acids during 46-51 weeks of age

Parameters	Treatment				SEM	P-value
	Control	Artificial vinegar 0.3 %	Wood vinegar 0.3 %	Mixed organic acids 0.3 %		
Body weight change (g)	34.80	29.40	24.60	21.40	2.58	0.257
Egg production (%)	90.10	90.50	91.10	90.41	0.24	0.566
Egg weight (g)	57.50	58.70	59.40	58.50	0.26	0.078
Egg mass (g)	51.80	53.21	54.11	52.89	0.25	0.064
Feed intake (g/hen/day)	101.90	101.40	103.30	101.50	0.35	0.200
Feed conversion ratio (g of feed consumed/g of egg mass)	1.97	1.91	1.91	1.92	0.02	0.296
Feed cost per kilogram egg (Baht/kg)	28.58	27.86	28.89	28.77	0.19	0.229

Table 3 Egg quality traits of laying hens fed diet supplemented with artificial vinegar, wood vinegar and mixed organic acids at 47, 49 and 51 weeks of age

Parameters	Treatment				SEM	P-value
	Control	Artificial vinegar 0.3 %	Wood Vinegar 0.3 %	Mixed organic acids 0.3 %		
Whole egg weight (g)						
47 weeks	59.66	58.92	60.48	58.72	0.31	0.180
49 weeks	59.20	60.62	58.76	61.18	0.46	0.212
51 weeks	57.56	59.62	59.18	60.72	0.50	0.172
Shell weight (g)						
47 weeks	6.49	6.69	6.61	6.57	0.05	0.619
49 weeks	6.53	6.63	6.37	6.81	0.10	0.506
51 weeks	6.75	6.93	6.75	6.99	0.11	0.858
Eggshell strength (kg/cm ²)						
47 weeks	4.45 ^b	4.59 ^a	4.73 ^a	4.60 ^a	0.03	0.004
49 weeks	4.31	4.35	4.37	4.42	0.02	0.380
51 weeks	4.28	4.37	4.43	4.39	0.03	0.067
Shell thickness (mm)						
47 weeks	0.373	0.386	0.385	0.385	0.002	0.083
49 weeks	0.373	0.382	0.380	0.382	0.002	0.504
51 weeks	0.371	0.380	0.378	0.381	0.003	0.375
Yolk weight (g)						
47 weeks	14.29	13.56	14.10	14.17	0.19	0.592
49 weeks	13.72	14.45	14.06	14.24	0.19	0.635
51 weeks	14.13	14.64	14.38	14.69	0.22	0.816
Albumen weight (g)						
47 weeks	38.88	38.67	39.77	37.98	0.27	0.133
49 weeks	38.95	39.54	38.33	40.13	0.39	0.436
51 weeks	36.68	38.05	38.05	39.04	0.46	0.378
Yolk color score						
47 weeks	8.16	8.44	8.28	8.58	0.13	0.756
49 weeks	7.56	8.08	8.18	7.94	0.12	0.354
51 weeks	7.72	7.94	7.92	7.68	0.11	0.826
Haugh unit						
47 weeks	96.96	94.90	93.52	91.16	1.14	0.355
49 weeks	95.28	94.70	92.40	94.46	1.08	0.826
51 weeks	95.28	95.88	92.36	92.76	1.02	0.559

^{a, b} Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

วิจารณ์ผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้สารเพิ่มความชื้นในอาหารไม่ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตไข่ แต่มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักไข่และมวลไข่มากกว่ากลุ่มควบคุม ถึงแม้ว่าปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาจมีผลมาจากสารเพิ่มความชื้นช่วยปรับปรุงสภาวะในทางเดินอาหารของไก่ไข่ โดยทั่วไปสารเพิ่มความชื้นมีคุณสมบัติในการลดความเป็นกรดต่างในทางเดินอาหาร (pH) ส่งผลให้สภาวะแวดล้อมในทางเดินอาหารเหมาะสมต่อการย่อยและการดูดซึมสารอาหาร ทำให้ใช้ประโยชน์จากอาหารได้มากขึ้น สอดคล้องกับ Swiatkiewicz et al. (2010) ที่ได้รายงานว่า กรดอินทรีย์ช่วยเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหารในลำไส้และทำให้การย่อยได้ของโภชนาต่าง ๆ เพิ่มขึ้น นอกจากนี้สารเพิ่มความชื้นยังช่วยควบคุมสมดุลของแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ ลดจำนวนแบคทีเรียก่อโรค ส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ (Roofchaei et al., 2019) สิ่งเหล่านี้อาจทำให้น้ำหนักไข่และมวลไขในกลุ่มที่ใช้สารเพิ่มความชื้นกรดทุกกลุ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม กรดอินทรีย์เป็นสารประกอบหลักที่พบในน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มควันไม้ และกรดอินทรีย์รวมทางการค้า Hedayati et al. (2014) ได้รายงานว่า กรดอินทรีย์ทำหน้าที่ส่งเสริมการทำงานของลำไส้ในสัตว์ปีกโดยลดค่า pH ในลำไส้ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ลดการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและดูดซึมสารอาหาร และมีผลดีต่อสุขภาพของสัตว์ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จึงมีผลทำให้น้ำหนักไข่และมวลไข่เพิ่มขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า การใช้สารเพิ่มความชื้นในอาหารมีผลทำให้คุณภาพของเปลือกไข่ที่อายุ 47 และ 51 สัปดาห์ เพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของเปลือกไข่และความหนาเปลือกไข่เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเก็บรักษาและการขนส่งไข่ คุณภาพเปลือกไข่ที่เพิ่มขึ้นทำให้สามารถลดการแตกเสียหายของไข่ได้ คุณภาพเปลือกไข่ที่ดีขึ้นในการทดลองครั้งนี้ อาจเกี่ยวข้องกับกรดย่อยและการดูดซึมแร่ธาตุที่ดีขึ้น โดยเฉพาะแคลเซียมซึ่งเป็นแร่ธาตุหลักที่ใช้ในการสร้างเปลือกไข่ สภาพความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นในทางเดินอาหารช่วยเพิ่มการละลายของแร่ธาตุและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมของแคลเซียม ทำให้ความแข็งแรงของเปลือกไข่เพิ่มขึ้น Swiatkiewicz et al. (2010) ได้รายงานว่า กรดอินทรีย์ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร และช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในลำไส้ของไก่ไข่ ในขณะที่ Fouladi et al. (2018) ได้รายงานว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารไก่ไข่ช่วยเพิ่มความหนาของเปลือกไข่เนื่องจากช่วยเพิ่มการละลายของแคลเซียมและเพิ่มการดูดซึมในลำไส้ นอกจากนี้ Khan & Iqbal (2016) ได้พบว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารมีผลช่วยเพิ่มการย่อยได้ของแร่ธาตุและเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของไฟเตต ดังนั้น คุณภาพเปลือกไข่ที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ใช้สารเพิ่มความชื้นกรดอาจเกี่ยวข้องกับสภาพความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นในทางเดินอาหาร รวมทั้งการเพิ่มการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของแร่ธาตุ

สรุปผลการวิจัย

การใช้สารเพิ่มความชื้นในอาหารไก่ไข่มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักไข่และมวลไข่เพิ่มขึ้น ในด้านคุณภาพไข่ พบว่า การใช้สารเพิ่มความชื้นกรดทำให้คุณภาพของเปลือกไข่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารเพิ่มความชื้นกรดในอาหารไก่

ไข่ที่ระดับ 0.3 % ของอาหาร มีผลช่วยเพิ่มน้ำหนักไข่และคุณภาพของเปลือกไข่

References

- Fouladi, P., Ebrahimnezhad, Y., Aghdam Shahryar, H., Maheri, N., & Ahmadzadeh, A. (2018). Effects of organic acids supplement on performance, egg traits, blood serum biochemical parameters and gut microflora in female Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20(1), 133-144. doi: 10.1590/1806-9061-2016-0375.
- Hedayati, M., Manafi, M., Yari, M., & Avara, A. (2014). The influence of an acidifier feed additive on biochemical parameters and immune response of broilers. *Annual Research & Review in Biology*, 4(10), 1637-1645. doi: 10.9734/ARRB/2014/8210.
- Khan, S. H., & Iqbal, J. (2016). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, 44, 359-369. doi: 10.1080/09712119.2015.1079527.
- Pornchaloempong, P., & Rattanapanone, N. (2022). *Vinegar*. Accessed October 19, 2022. Retrieved from <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1183/vinegar>. (in Thai)
- Rattanawut, J., Trairabeap, D., Karella, S. J., Rodjan, P., & Theapparap, Y. (2019). Production performance, egg quality, and fecal bacterial population of laying ducks fed ration supplemented by bamboo vinegar. *Tropical Animal Science Journal*, 42(3), 224-229. doi: 10.5398/tasj.2019.42.3.224.
- Roofchaei, A., Rezaei-pour, V., Vatandour, S., & Zaefarian, F. (2019). Influence of dietary carbohydrases, individually or in combination with phytase or an acidifier, on performance, gut morphology and microbial population in broiler chickens fed a wheat-based diet. *Animal Nutrition*, 5(1), 63-67. doi: 10.1016/j.aninu.2017.12.001.
- Samanta, S., Haldar, S., & Ghosh, T. K. (2010). Comparative efficacy of an organic acid blend and bacitracin methylene disalicylate as growth promoters in broiler chickens: Effects on performance, gut histology and small intestinal milieu. *Veterinary Medicine International*, 2010, 645150. doi: 10.4061/2010/645150.
- Swiatkiewicz, S., Koreleski, J., & Arczewska, A. (2010). Laying performance and eggshell quality in laying hens fed diets supplemented with prebiotics and organic acids. *Czech Journal of Animal Science*, 55(7), 294-306. doi: 10.17221/207/2009-CJAS.
- Velmurugan, N., Chun, S. S., Han, S. S., & Lee, Y. S. (2009). Characterization of chikusaku-eki and mokusaku-eki and its inhibitory effect on sapstaining fungal growth in laboratory scale. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 6(1), 13-22. doi: 10.1007/BF03326056.
- Vinus, N. S., & Tewatia, B. S. (2017). Organic acids as alternatives to antibiotic growth promoters in poultry. *The Pharma Innovation Journal*, 6(11), 164-169.
- Watarai, S., & Tana, T. (2005). Eliminating the carriage of Salmonella enterica serovar Enteritidis in domestic fowls by feeding activated charcoal from bark containing wood vinegar liquid (Nekka-rich). *Poultry Science*, 84(4), 515-521. doi: 10.1093/ps/84.4.515.

Research article

Effect of dietary supplementation of artificial vinegar, wood vinegar and organic acids on production performance and egg quality in laying hens

Jessada Rattanawut^{1*} Bodee Khamseekhiew¹ Umaporn Pastsart¹ Opart Pimpa¹ and Areerat Todsadee²

¹*Faculty of Innovative Agriculture and Fishery Establishment Project, Prince of Songkla University, Mueang, Surat Thani, 84000*

²*Faculty of Liberal Arts and Management Sciences, Prince of Songkla University, Mueang, Surat Thani, 84000*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 9 November 2022

Revised: 26 November 2022

Accepted: 5 December 2022

Online published: 15 December 2022

Keyword

laying hen diet

artificial vinegar

wood vinegar

mixed organic acid

egg quality

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the effects of dietary supplementation of artificial vinegar, wood vinegar and organic acids in laying hens on performance and egg quality. A total of 40 Hy-Line Brown hens (46-week-old) were assigned into 4 treatments with 5 replicates of 2 birds each. The laying hens were fed diet supplemented with artificial vinegar, wood vinegar and mixed organic acids at 0.3 % level compared to the control group without supplementation for 6 weeks. Egg production, egg weight, egg mass, feed intake, feed conversion ratio and feed cost per kilogram egg were recorded. Egg qualities were measured every 2 weeks. The results found that supplementation of acidifiers tended to increase egg weight ($p = 0.078$) and egg mass ($p = 0.064$) when compared to the control group. For egg quality, the use of acidifiers increased eggshell strength ($p < 0.05$) and eggshell thickness ($p = 0.083$) at 47 weeks of age compared to the control group. The results of the experiment showed that supplementation of acidifiers in laying hen diet at 0.3 % level tended to increase egg weight, eggshell thickness and strength.

*Corresponding author

E-mail address: jassada.r@psu.ac.th (J. Rattanawut)

Online print: 22 December 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.2022.28>



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

บทความวิจัย

การพัฒนาระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับความผิดปกติของน้ำในท่อประปาภูเขา ด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่อการเกษตรและอุปโภคของชุมชนตาตรินทอง จังหวัดชัยภูมิ

สามารถ ลินทร^{1*} ลิทธิชัย บุขหมั่น² ประมุข ศรีชัยวงษ์³ สมโภช ทองน้ำเที่ยง⁴ และ ชนัญชิตา ชองผม⁵

¹คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ 36000

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

³คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ 36000

⁴คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

⁵สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ 36000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 27 สิงหาคม 2565

แก้ไข: 27 กันยายน 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 14 พฤศจิกายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 23 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

ระบบ IoT

ประปาภูเขา

นวัตกรรมเฝ้าระวัง

เซ็นเซอร์เตือนภัย

บริหารจัดการน้ำ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ปัญหาที่น้ำแตกหรืออุดตันในการเกษตรและอุปโภคของชุมชน ซึ่งเป็นหนึ่งของงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีคัดแยกเศษตะกอนในน้ำประปาภูเขาจากภูมิปัญญา “ท้องช้าง” สำนวนกรรมเฝ้าระวังเตือนภัยด้วย IoT ผ่าน Application เพื่อชุมชนบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืนในภาวะภัยแล้ง วิธีการดำเนินงาน โดยการสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์ที่เหมาะสมกับพื้นที่แล้วให้ระบบแจ้งเตือนภัยเมื่อมีเหตุผิดปกติจากน้ำขุ่นหรือมีตะกอนอุดตัน พร้อมสามารถสั่งการเปิด-ปิดระบบน้ำประปาภูเขาผ่าน Application (App) ได้ ผลการวิจัย พบว่า ระบบที่ใช้เซ็นเซอร์มาวิเคราะห์ค่าน้ำเพื่อเฝ้าระวังเตือนภัยความผิดปกติโดยเซ็นเซอร์วัดอยู่ 3 ชนิด คือ 1) วัดความขุ่น-ใส สำหรับตรวจจับฝุ่นตะกอนแล้วให้แจ้งเตือนไป App ถ้าหากมีค่ามากกว่า 25 NTU 2) วัดการไหลของน้ำ สำหรับตรวจจับการไหลน้ำในท่อแล้วให้แจ้งเตือนไป App ถ้ามีค่าผิดปกติไปจากช่วง 200-250 ลิตรต่อชั่วโมง และ 3) วัดแรงดันน้ำ สำหรับตรวจจับแรงดันน้ำในท่อแล้วให้แจ้งเตือนไป App ถ้ามีค่าผิดปกติไปจากช่วง 2.00-3.00 Bar จากนั้นได้นำองค์ความรู้เซ็นเซอร์ใหม่ไปพัฒนากับเทคโนโลยี IoT พร้อมสร้าง App มาเฝ้าระวังและสั่งการเปิด-ปิดเมื่อระบบน้ำผิดปกติได้ทันที ซึ่งช่วยลดปัญหาการสูญเสียในการเกษตรและอุปโภคได้ 188 ครัวเรือน จำนวน 443 คน พื้นที่ 14,525 ไร่ ใน 5 ชุมชน คือ หมู่ 6 บ้านตาตรินทอง หมู่ 12 บ้านตาตรินทอง หน่วยป้องกันรักษาป่า (ขย.11) โรงเรียนบ้านตาตรินทอง วัดป่ามหาวัน โดยระบบช่วยแก้ปัญหาพิชิตน้ำและตายแล้งดินความสมบูรณ์พื้นที่ จนกลายเป็นพื้นที่เศรษฐกิจใหม่ขยายพื้นที่และสัตว์น้ำ 150,000 บาท/ปี ส่วนมูลนิธิไทยรักษ์ป่าจำหน่ายต้นกล้าไม้ได้ 224,780 บาท/ปี และชุมชนก็เก็บเงินค่าน้ำเข้ากองทุนบริหารน้ำได้ 75,895 บาท/ปี

บทนำ

เป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิต “น้ำคือชีวิต” ข้อความตอนหนึ่งในพระราชดำรัสของในหลวงรัชกาลที่ 9 ที่ทรงตรัสว่า “ต้องมีน้ำบริโภค น้ำใช้ น้ำเพื่อการเพาะปลูก เพราะว่าชีวิตอยู่ที่นั่น ถ้ามีน้ำคนอยู่ได้ ถ้าไม่มีน้ำ คนอยู่ไม่ได้” (พระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระราชทาน ณ พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน เมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2529) น้ำเป็นปัจจัยสำคัญของมนุษย์ และสรรพชีวิต ไม่ว่าจะเป็นเพื่อการอุปโภคบริโภค การประกอบอาชีพทั้งการเกษตรอุตสาหกรรมหรือการบริโภคเพื่อดำรงชีวิตของคนในชุมชน ณ ปัจจุบันประเทศไทยต้องเผชิญกับภัยแล้ง ส่งผลต่อความเป็นอยู่คนทุกชนชั้นทุกระดับ และมากขึ้นเรื่อย ๆ ทุก ๆ ปี ซึ่งสอดคล้องกับจังหวัดชัยภูมิที่เกิดภาวะน้ำแล้งซ้ำซากจนเป็นปัญหาหลักที่เกิดวิกฤติน้ำแล้งทุกปีสร้างปัญหา

ความเดือดร้อนที่หนักและต้องแก้ไขแบบเร่งด่วนสุด (Saekratok & Visalo, 2018) ซึ่งจะเห็นได้จากประกาศเขตฝนแล้งทั้ง 16 อำเภอรวม 120 ตำบล 1,542 ชุมชน ได้พยายามดิ้นรนสร้างแหล่งเก็บน้ำไว้ใช้เอง อย่างเช่นชุมชนตาตรินทองมีการต่อท่อน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่สูงบนภูเขาลงมาเป็นน้ำประปาภูเขาใช้ในการเกษตรและอุปโภคในชุมชนน้ำประปาภูเขาเพื่อการเกษตรและอุปโภคในชุมชนตาตรินทอง ต.ธาตุทอง อ.ภูเขียว จ.ชัยภูมิ มีพื้นที่ประมาณ 14,525 ไร่ นับเป็นหนึ่งในชุมชนที่มีการนำภูมิปัญญาชาวบ้านทำระบบน้ำประปาจากภูเขามาใช้โดยมีความยาวท่อน้ำจากอ่างเก็บน้ำถึงชุมชน 3.6 กิโลเมตร มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 805 เมตร มีความชันจากต้นน้ำยอดภูเขาลงถึงปลายน้ำชุมชนสูงต่างระดับกันถึง 131 เมตร (Saekratok & Visalo, 2018) ด้วยสภาพพื้นที่เป็นป่าแหล่งน้ำประปา

*Corresponding author

E-mail address: sinton45@gmail.com (S. Sinton)

Online print: 23 December 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.2022.30>

บนภูเขาจึงเต็มไปด้วยดินโคลน ไบไม้ กังไม้ ก้อนหิน สัตว์น้ำ เลย์ทำให้ระบบน้ำประปามีตะกอนอุดตันเป็นประจำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยลักษณะทางกายภาพที่สูงนี้ จึงเกิดแรงดันน้ำในท่อสูงมากจนกระทั่งพร้อมที่จะแตกเมื่อมีสิ่งของมากระทบหรืออุดตัน (Rotrueangrai, 2018) ปัญหาที่พบสำคัญ คือ ท่อน้ำประปาภูเขาอุดตันนำไปสู่ น้ำไม่ไหลและท่อแตกในที่สุด มีสาเหตุมาจาก ดินโคลน ไบไม้ กังไม้ ก้อนหิน สัตว์น้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุตามธรรมชาติพร้อมที่จะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทำให้การแตกของท่อจะส่งผลต่อการสูญเสีย น้ำ เพราะไม่ทราบโซนที่เกิดเหตุ ดังนั้นเพื่อเตรียมความพร้อม ในการเผชิญหน้ากับธรรมชาติ จึงต้องมีเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเฝ้าระวังเตือนภัย (Saekratok & Visalo, 2018) ซึ่งการบูรณาการองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้ากับเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยการบริหารจัดการน้ำจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น โดยการนำเทคโนโลยี IoT เซ็นเซอร์เฝ้าระวังเตือนภัยตรวจจับ และระบายตะกอนระบบน้ำประปาภูเขาให้เกิดประสิทธิภาพได้

ดังนั้นปัญหาน้ำไม่ไหลส่งผลกระทบต่อเกษตรและอุปโภคในชุมชนเพราะเกิดจากท่อน้ำแตกน้ำไหลทิ้งสร้างความเสียหายต่อกิจกรรมการผลิตพืชและการผลิตสัตว์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร อีกทั้งปัญหามีบริเวณกันแอ่งกระทะที่เรียกว่า “ท้องช้าง” มักอุดตันและแตกมาจากเศษตะกอนดินโคลน ไบไม้ กังไม้ ก้อนหิน สัตว์น้ำ เป็นปัญหาความเดือดร้อนของชุมชนที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนที่สุด ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงได้มีการบูรณาการโดยใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) แบบมีส่วนร่วมกับองค์ความรู้การกำจัดเศษตะกอนใน “ท้องช้าง” ของชุมชนมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำ เซ็นเซอร์วัดความขุ่น-ใส น้ำ เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ หากมีค่าผิดปกติให้ส่งค่าไปรายงานผลทาง Application ที่คอยเฝ้าระวังแจ้งเตือนภัย และสั่งการเปิด-ปิดระบบน้ำช่วงที่เกิดปัญหาท่อน้ำแตกได้ทันทีเมื่ออยู่ระยะไกล ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสีย น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงกำหนดวัตถุประสงค์วิจัยในระยนี้ คือ เพื่อสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์เฝ้าระวังพร้อมสั่งการเปิด-ปิดน้ำประปาภูเขาผ่านมือถือของผู้นำชุมชนตาตรินทอง จ.ชัยภูมิ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วัตถุประสงค์วิจัย

1. สังเคราะห์ค่าการใช้ น้ำชุมชนจากเซ็นเซอร์วัดแรงดัน วัดความขุ่น-ใส วัดการไหลน้ำในท่อประปาภูเขา
2. ประเมินค่าเซ็นเซอร์แจ้งเตือนภัยกรณีน้ำมีความผิดปกติ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากพื้นที่ดำเนินงาน 5 ชุมชน มีชาวบ้านประชาชน 443 คน จาก 188 ครัวเรือน ในพื้นที่ชุมชนหมู่ที่ 6 บ้านตาตรินทอง หมู่ที่ 12 บ้านตาตรินทอง โรงเรียนบ้านตาตรินทอง หน่วยป้องกันรักษาป่า (ชย.11) วัดป่ามหาวัน และครอบคลุมพื้นที่เกษตร 14,525 ไร่ มีสวนผลไม้ สวนยางพารา ไร่มันสำปะหลัง ไร่อ้อย ที่นา หนองน้ำ ซึ่งดำเนินงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญผู้มีประสบการณ์พัฒนาระบบ IoT หรือคณาจารย์มีประสบการณ์สอนหรือวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า 5 ปี เพื่อระดมความรู้ แนะนำ เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบ IoT เพื่อดำเนินการด้วยวิธีสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) แบบมีโครงสร้างคำถาม (Structured interview) โดยใช้รูปแบบข้อคำถามปลายเปิด (Open

end) คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายโดยวิธีเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 11 คน 2) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ มาจากนักพัฒนาระบบ IoT นักวิชาการ หรือคณาจารย์มีประสบการณ์สอนหรือวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า 5 ปี เพื่อดำเนินการรับรองผลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายโดยวิธีเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 5 คน

วิธีดำเนินการวิจัย

แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์ต้นแบบเตือนภัย (Kaewmard & Saiyod, 2014) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน ดังนี้

- 1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาในพื้นที่ พร้อมทั้งแนวทางการพัฒนาระบบ
- 2) วิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อไปพัฒนารอบแนวคิดการวิจัย
- 3) ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึก จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน เพื่อศึกษาความคิดเห็นการพัฒนาต้นแบบแล้วนำข้อมูลมากำหนดองค์ประกอบและคุณลักษณะให้ตรงกับพื้นที่

4) สรุปผล การสังเคราะห์จากเซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำ เซ็นเซอร์วัดความขุ่น-ใส น้ำ เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ ส่งค่าไปสั่งการโซลินอยด์วาล์วน้ำสั่งสวิทช์ เปิด-ปิด ระบบน้ำ

ระยะที่ 2 ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินค่าเซ็นเซอร์ที่สังเคราะห์ขึ้น (Sinton et al., 2016) จำนวน 5 คน ดังนี้

- 1) สร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินความเหมาะสม
- 2) นำเสนอพิจารณาประเมินความเหมาะสมต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน
- 3) ปรับปรุงแก้ไขต้นแบบตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 4) วิเคราะห์ผลประเมินความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่า $\bar{X}$ และ S.D.

เครื่องมือในการวิจัย

แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. แบบบันทึกการรายการเชิงสังเคราะห์ เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกข้อมูล สภาพปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า รวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปประเด็นสาระสำคัญอย่างเป็นระบบ (Bahrudin, et al., 2013) พร้อมศึกษาแนวทางในการหาต้นแบบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำ (Pressure sensor) เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ (Water flow sensor) และเซ็นเซอร์วัดความขุ่นของน้ำ (EC sensor turbidity sensor)

2. ประเด็นการสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นเครื่องมือสนทนากับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเก็บรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ด้วยประเด็นข้อคำถามแบบปลายเปิดให้ครอบคลุมทุกด้าน

3. แบบประเมินความเหมาะสม เป็นเครื่องมือประเมินความเหมาะสมของต้นแบบที่สังเคราะห์ขึ้น จากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อเก็บรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะตามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

การเก็บข้อมูล

แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. วิธีการเก็บข้อมูลแบบบันทึกการรายการเชิงสังเคราะห์ ผู้วิจัย

ดำเนินการศึกษาสภาพปัญหา จากเอกสารตำราและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำ เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ และเซ็นเซอร์วัดความขุ่นของน้ำ รวมถึงสื่อสิ่งพิมพ์ หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบ

2. วิธีการเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยดำเนินการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองเป็นหลัก โดยทำการติดต่อ ประสานงาน นัดหมาย วัน เวลา สถานที่สัมภาษณ์และมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมทางโทรศัพท์ อินเทอร์เน็ตหรือตามเครื่องมืออำนวยความสะดวกอื่นขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์เชิงลึก ตามโครงสร้างคำถามที่กำหนดไว้

3. วิธีการเก็บข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ ผู้วิจัยดำเนินการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองเป็นหลัก โดยทำการติดต่อ ประสานงาน นัดหมาย วัน เวลา สถานที่ประเมินและมีการประเมินเพิ่มเติมทางโทรศัพท์ อินเทอร์เน็ตหรือตามเครื่องมืออำนวยความสะดวกอื่นขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการเชิงสังเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหา พร้อมทั้งแนวทางในการพัฒนาโมเดลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งเอกสารที่เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหา จำแนกคำ กลุ่มคำ และความถี่ข้อความโดยใช้วิธีการจำแนกตามหมวดหมู่ แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในแบบบันทึกการเชิงสังเคราะห์ (Sinton et al., 2016) หลังจากนั้นนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการสังเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายของข้อมูล เพื่อนำไปกำหนดเป็นกรอบแนวคิดพัฒนา

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) รายละเอียดคำสัมภาษณ์ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) เพื่อหาความสอดคล้องของข้อมูล คำซ้ำและความถี่เนื้อหาหลักการที่ตรงกัน (Common theme) เพื่อนำไปพัฒนาระบบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ที่มีต่อรูปแบบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นตามกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้ นำแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบที่

เก็บรวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ แปลความหมายจากค่าเฉลี่ยตามน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยที่คำนวณได้ ซึ่งจำแนกเป็น 5 ระดับ

ผลการวิจัย

สรุปผลการดำเนินงานสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์เฝ้าระวังประปาภูเขาในปัญหาน้ำไม่ไหลจากสาเหตุท่ออุดตันหรือแตก มีผลกระทบต่อการเกษตรและอุปโภคใน 5 ชุมชน ประกอบด้วย 188 หลังคา ประชากร 443 คน ซึ่งระบบสามารถลดความเสียหายพืช 14,525 ไร่ ในพื้นที่เกษตรสวนผลไม้ สวนยางพารา ไร่มันสำปะหลัง ไร่ถั่วเหลือง ไร่ข้าวโพด (Kamilaris et al., 2016) นอกจากนี้ พบว่า ระบบสามารถช่วยเศรษฐกิจชุมชนเพิ่มผลผลิตสร้างรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายกล้วยไม้ให้มูลนิธิไทยรักป่าและนักท่องเที่ยวได้ 224,780 บาทต่อปี และด้านสังคมชุมชนสามารถเก็บเงินค่าน้ำเข้ากองทุนบริหารน้ำได้เพิ่มขึ้น 75,895 บาทต่อปี นอกจากนี้ด้านสิ่งแวดล้อมก็ฟื้นตัวหลังจากน้ำไม่รั่วไม่แตกไม่ซึมหรือแม้แต่ปีไหนฝนไม่ตกก็มีแหล่งน้ำไม่แห้งจึงเกิดความสมบูรณ์ก็เก็บน้ำได้ตลอดทั้งปีจึงเกิดพื้นที่เศรษฐกิจทางน้ำจากการจำหน่ายปลาขาว ปลาดุก ปลาสร้อย ปลาชะโด กบ อึ่ง หอยขม กุ้งฝอย ปูนา หอยกาบ เลี้ยงสัตว์สร้างรายได้ 150,000 บาทต่อปี ได้เป็นอย่างดี ซึ่งมาจากผลการวิเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์อุปกรณ์ควบคุมน้ำดังนี้

1. ผลการสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์แจ้งเตือนภัยน้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภคเมื่อเกิดปัญหาน้ำประปาภูเขาในท่อไม่ไหล โดยศึกษาปัญหาและข้อคิดเห็นจากชุมชน แล้วนำไปเปรียบเทียบเอกสารหนังสือ ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำปัญหาและข้อคิดเห็นที่ได้ไปสังเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์พัฒนาระบบ IoT หรือคณาจารย์มีประสบการณ์สอนหรือวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 11 คน สรุปว่าผลการวิเคราะห์มีอุปกรณ์เซ็นเซอร์อยู่ 3 ชนิด ที่นำไปติดตั้งไว้ในระบบประกอบด้วย

1.1 เซ็นเซอร์วัดความขุ่น – ใส่ของน้ำ สำหรับเฝ้าระวังเศษตะกอน ใช้วัดระดับความขุ่นของน้ำโดยใช้หลักการตรวจสอบด้วยแสง การหักเหของแสงสามารถนำไปใช้ตรวจสอบความขุ่นของน้ำในคลอง การตรวจน้ำป่า โดยน้ำธรรมชาติจะมีความขุ่นอยู่เสมอ ส่วนน้ำที่ใสจะมีค่าความขุ่นไม่เกิน 25 NTU น้ำขุ่นปานกลางมีค่าความขุ่นระหว่าง 25 – 100 NTU น้ำขุ่นมากจะมีค่าความขุ่นเกิน 100 NTU (Table 1)

Table 1 Criteria for suitability of measurement values of turbidity sensor

No.	Turbidity sensor (NTU)	Results		Scales				
		$\bar{X}$	S.D.	1*	2	3	4	5
1	0 – 25 NTU	4.80	0.45					/
2	25 – 100 NTU	4.40	0.55				/	
3	Over 1000 NTU	4.80	0.45					/
Total		4.67	0.48					

* 1 = Very unimportance, 2 = Somewhat unimportance, 3 = Neutral, 4 = Somewhat important, 5 = Very important.

1.2 ค่าเซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำ แบบ Ceramic รหัส SP-05B สามารถวัดความดันน้ำ ความดันท่อลมและความดันในคอมเพรสเซอร์ ซึ่งใช้ในการเกษตรได้ดีเนื่องจากตรวจจับสิ่งสกปรกได้ สามารถ

นำมาประยุกต์ใช้งานวัดความดันในท่อน้ำ วัดการรั่วของท่อน้ำ จึงนำมาพัฒนาเป็นระบบเฝ้าระวังท่อน้ำแตกและอุดต้นวัดแรงดันอยู่ที่ 0 – 5 Bar การเชื่อมต่อกับท่อน้ำขนาด ½ นิ้ว (4 หุน) (Table 2)

Table 2 Criteria for suitability of measurement values of pressure sensor

No.	Pressure sensor (bar)	Results		Scales				
		$\bar{X}$	S.D.	1*	2	3	4	5
1	2.00 – 3.00 bar	4.80	0.45					/
2	0 – 1.99 bar	4.60	0.55					/
3	Over 3.0 bar	4.80	0.45					/
Total		4.73	0.48					/

* 1 = Very unimportance, 2 = Somewhat unimportance, 3 = Neutral, 4 = Somewhat important, 5 = Very important.

1.3 เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ สำหรับเฝ้าระวังท่อน้ำแตกและอุดต้น ใช้วัดปริมาณการไหลของน้ำ โดยการนับความถี่ของสัญญาณพัลส์ โดยสามารถวัดปริมาณการไหลของน้ำ ที่ 1-30 L/min แรงดันน้ำ ไม่เกิน 2.0 Mpa หลักการทำงาน ในเซ็นเซอร์จะมีใบพัด

เมื่อน้ำไหลผ่านใบพัดจะหมุนพร้อมกับนับรอบของใบพัดส่งสัญญาณ Output ไปนำไปใช้งานวัดการไหลของน้ำ ความแรงของน้ำมามาตรมิเตอร์น้ำ (Table 3)

Table 3 Criteria for suitability of measurement values of flow sensor

No.	Flow sensor rate (L/H)	results		Scales				
		$\bar{X}$	S.D.	1	2	3	4	5
1	200 – 250 L/H	4.40	0.55				/	
2	0 – 199 L/H	4.40	0.55				/	
3	Over 250 L/H	4.60	0.55					/
Total		4.47	0.55					

* 1 = Very unimportance, 2 = Somewhat unimportance, 3 = Neutral, 4 = Somewhat important, 5 = Very important.

2. สรุปผลการรับรองค่าเซ็นเซอร์วัดความชื้นใน วัดการไหลวัดแรงดันน้ำ ที่ส่งเคราะห์ขึ้น พบว่า ผลการประเมินรับรองค่าเซ็นเซอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน เพื่อยืนยันผลการส่งเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์การใช้น้ำที่ผิดปกติจากการใช้งานทั่วไป สรุป ผลการประเมินความ

เหมาะสมเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.62, S.D. = 0.50) จึงนำค่าเซ็นเซอร์ที่ได้ไปพัฒนาเขียนไว้ในซอฟต์แวร์เพื่อเป็นเครื่องมือสั่งการฮาร์ดแวร์ในระบบ IoT แสดงดัง Table 4

Table 4 The data statistics from three sensor

No.	Sensor	results	Evaluation	
			$\bar{X}$	S.D.
1	Turbidity sensor	Water turbidity sensor values, the normal value is no more than 25 NTU	4.67	0.48
2	Flow sensor	Water flow sensor values, normal water consumption is at the level of 200 – 250 L/H	4.47	0.55
3	Pressure sensor	Water pressure sensor values, normal water consumption is at the level of 2.00 – 3.00 Bar	4.73	0.48
Total			4.62	0.50

เพื่อพิจารณาผลรายด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ผลการประเมินค่าเซ็นเซอร์วัดความชื้นในของน้ำ ค่าน้ำใสที่ใช้ได้ปกติอยู่ที่ระดับไม่เกิน 25 NTU มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.48) แสดงดัง Table 4

2.2 ผลการประเมินค่าเซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ ค่าใช้น้ำปกติอยู่ที่ระดับ 200 – 250 ลิตรต่อชั่วโมง มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.47, S.D. = 0.55) แสดงดัง Table 4

2.3 ผลการประเมินค่าเซ็นเซอร์วัดแรงดันของน้ำ ค่าใช้น้ำปกติอยู่ที่ระดับ 2.00 – 3.00 Bar Pressure มีความเหมาะสมในระดับมาก

ที่สุด ($\bar{x}$ = 4.73, S.D. = 0.48) แสดงดัง Table 4

สรุปผลการประเมินเพื่อรับรองค่าเซ็นเซอร์เฝ้าระวังน้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภคในชุมชน จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน เพื่อให้เซ็นเซอร์ตรวจจับความผิดปกติของน้ำ พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.62, S.D. = 0.50) เมื่อพิจารณาผลรายด้าน พบว่า 1) เซ็นเซอร์วัดความชื้นในน้ำปกติไม่เกิน 25 NTU มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.48) 2) เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำปกติอยู่ช่วง 200-250 ลิตรต่อชั่วโมง มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.47, S.D. = 0.55)

และ 3) เซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำปกติอยู่ช่วง 2.00 – 3.00 Bar มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.73, S.D. = 0.48)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลจากการสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์สำหรับแจ้งเตือนน้ำ สำหรับแก้ปัญหการเกษตรและอุปโภคบริโภคน้ำประปาภูเขาครอบคลุมพื้นที่ 14,525 ไร่ จาก 5 ชุมชน มี 188 หลังคา ประชากร 443 คน ประกอบด้วย หมู่บ้านป้องกันรักษาป่า (ขย.11) ชาวบ้านหมู่ 6 บ้านตาตริทอง หมู่ 12 บ้านตาตริทอง โรงเรียนบ้านตาตริทอง วัดป่ามหาวัน ซึ่งได้รับการแก้ไขปัญหาน้ำไม่ไหลจากท่อประปาภูเขาอุดตันหรือแตก ดังนี้

1. ผลการสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์วัดน้ำร่วมกับเทคโนโลยี IoT มาแจ้งเตือนภัยเมื่อเกิดปัญหาท่อประปาภูเขาอุดตันหรือแตกจากการสังเคราะห์เอกสารตำรา งานวิจัยและแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวข้อง กับองค์ประกอบค่าเซ็นเซอร์วัดน้ำแล้วนำค่าเซ็นเซอร์ที่ได้มาทำการคำนวณค่าความผิดปกติในการพยากรณ์คาดการณ์ล่วงหน้าร่วมกับชุมชนตาตริทอง แล้วนำไปสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน พบว่า มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) เซ็นเซอร์วัดความขุ่นในสโคยฝักระวังเศษตะกอน ของน้ำปกติ (25 NTU) 2) เซ็นเซอร์วัดการไหลฝักระวังท่อแตกและอุดตัน (200 – 250 L/h) 3) เซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำฝักระวังท่อแตกและอุดตัน (2.00 – 3.00 Bar)

2. ผลการประเมินความเหมาะสมจากทรงคุณวุฒิ การแก้ปัญหาน้ำเพื่อการเกษตรโดยนำเซ็นเซอร์ร่วมกับเทคโนโลยี IoT มาแจ้งเตือนภัยเมื่อเกิดปัญหาท่อประปาภูเขาอุดตันหรือแตก โดยนำมาเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ประเมินความเหมาะสมเพื่อรับรองค่าเซ็นเซอร์โดยผลเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.62, S.D. = 0.50) เมื่อพิจารณาผลการประเมินในแต่ละด้าน ดังนี้ 1) ค่าเซ็นเซอร์วัดความขุ่นใสของน้ำ ค่าปกติอยู่ที่ระดับไม่เกิน 25 NTU มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.48) 2) ค่าเซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ ค่าใช้น้ำปกติอยู่ที่ระดับ 200 – 250 ลิตรต่อชั่วโมง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.47, S.D. = 0.55) 3) ค่าเซ็นเซอร์วัดแรงดันของน้ำ ค่าใช้น้ำปกติอยู่ที่ระดับ 2.00 – 3.00 Bar Pressure มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.73, S.D. = 0.48) สอดคล้องกับวิจัย (Saekratok & Visalo, 2018) ซึ่งมาจากการวิเคราะห์มีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ควบคุมน้ำอยู่ 3 ชนิด ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดความขุ่นใสของน้ำปกติไม่เกิน 25 NTU เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำอยู่ช่วง 200 – 250 L/H และเซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำอยู่ช่วง 2.00 – 3.00 Bar หากค่าเซ็นเซอร์ผิดปกติไปจากนี้ให้แจ้งเตือน ซึ่งการรับรองผลทั้ง 3 ระบบสามารถนำไปใช้งานได้ในระดับมากที่สุด สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์พัฒนาใช้กับค่าเซ็นเซอร์ในเทคโนโลยี IoT แล้วสร้าง Application เป็นนวัตกรรมฝักระวังแจ้งเตือน ควบคุมสั่งการ รายงานน้ำ ซึ่งสามารถช่วยจัดการน้ำในพื้นที่ชุมชนลดปัญหาการสูญเสียทรัพยากรน้ำได้

ผลการสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์สำหรับแก้ปัญหาน้ำประปาภูเขาเพื่อการเกษตรครอบคลุมพื้นที่ 14,525 ไร่ ลดความเสียหายพืชตายแล้งและเพิ่มผลผลิตสวนผลไม้ สวนยางพารา ไร่มันสำปะหลัง ไร่อ้อย เลี้ยงสัตว์และที่นา โดยระบบจะฝักระวังไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำ โดยกำหนดค่าการใช้น้ำปกติของชุมชนจะอยู่ที่เซ็นเซอร์วัดได้ความขุ่นใสของน้ำไม่เกิน 0 – 25 NTU เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำอยู่ช่วง 200

– 250 L/h และเซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำอยู่ช่วง 2.00 – 3.00 Bar ทั้ง 3 ระบบมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ สามารถนำไปใช้งานได้ดีในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับวิจัย (Sinton, 2013) สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับค่า เซ็นเซอร์ในเทคโนโลยี IoT แล้วสร้าง Application เป็นนวัตกรรมฝักระวังแจ้งเตือน ควบคุมสั่งการรายงานน้ำ ซึ่งสามารถช่วยแก้ปัญหาน้ำทั้ง 5 ชุมชน รวม 188 หลังคา ครอบคลุมพื้นที่ 14,525 ไร่ สามารถจำหน่ายพืชผลเกษตรได้ปีละ 224,780 บาท จำหน่ายสัตว์น้ำได้ปีละ 150,000 บาท และสามารถเก็บเงินค่าน้ำได้ 75,895 บาทต่อปี เป็นที่พอใจของคนในชุมชน

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการสังเคราะห์ค่าเซ็นเซอร์สำหรับช่วยเหลือปัญหาน้ำไม่ไหลที่ใช้ในการเกษตรและอุปโภค จากการแก้ปัญหาน้ำประปาภูเขาอุดตันหรือแตกพร้อมรับรองผลจากผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่าหลังจากนำค่าเซ็นเซอร์ที่ได้ไปพัฒนาไว้ในซอฟต์แวร์ระบบ IoT โดยกำหนดการแจ้งเตือนภัยผ่านมือถือถ้าหากมีความผิดปกติจากที่ตั้งไว้พร้อมสามารถสั่งการเปิด-ปิดระบบน้ำประปาภูเขาได้ครอบคลุมทั้งหมด 5 ชุมชน จำนวน 188 หลังคา มีประชาชน 443 คน ซึ่งระบบสามารถช่วยลดความเสียหายการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ เกษตร 14,525 ไร่ ครอบคลุมสวนผลไม้ สวนยางพารา ไร่มันสำปะหลัง ไร่อ้อย ที่นา หนองไม้ได้ ระบบสามารถสร้างเศรษฐกิจชุมชนเพิ่มผลผลิตเพิ่มรายได้จากการขายกล้วยไม้ให้มูลนิธิไทยรักป่าและนักท่องเที่ยวน้ำปีละ 224,780 บาท ส่วนด้านสังคมชุมชนช่วยกันเก็บเงินค่าน้ำเข้ากองทุนบริหารน้ำได้เพิ่มขึ้น 75,895 บาทต่อปี นอกจากนี้ด้านสิ่งแวดล้อมที่พื้นตัวเมื่อน้ำไม่รั่วไม่แตกไม่ซึมหรือฝนไม่ตกก็มีแหล่งน้ำก็ไม่แห้งจึงเกิดความสมบูรณ์นักเก็บน้ำได้ตลอดทั้งปีจึงเกิดพื้นที่เศรษฐกิจทางน้ำจากการจำหน่ายปลาขาว ปลาดุก ปลาสร้อย ปลาชะโด กบ อึ่ง หอยขม กุ้งฝอย ปูนา หอยกาบ เลี้ยงสัตว์สร้างรายได้ 150,000 บาทต่อปี ได้เป็นอย่างดี

References

- Bahrudin, M. S. B., Kassim, R. A., & Buniyamin, N. (2013). Development of fire alarm system using Raspberry Pi and Arduino Uno. *Proceedings of international conference on electrical, electronics and system engineering (ICEESE)* (pp. 43-48). Malaysia: Kuala Lumpur. doi:10.1109/ICEESE.2013.6895040
- Kaewmard, N., & Saiyod, S. (2014). Sensor data collection and irrigation control on vegetable crop using smart phone and wireless sensor networks for smart farm. *Proceedings of international conference on wireless sensors (ICWiSE)* (pp. 106-112). Malaysia: Subang. doi: 10.1109/ICWiSE.2014.7042670.
- Kamilaris, A., Gao, F., Francesc X., Prenafeta, B., & Ali, M. I. (2016). Agri-IoT: A semantic framework for internet of things-enabled smart farming applications. *Proceedings of the 3rd world forum on internet of things (WF-IoT)* (pp. 442-447). United States: Reston,

- Virginia. doi: 10.1109/WF-IoT.2016.7845467.
- Rotrueangrai, S. (2018). Supporting research for local communities bring about revival life and nature of the Lapatao river Basin with participation of community and network partners in Chaiyaphum Province. *Proceedings of the 11th Thailand renewable energy for community conference: TREC-11* (pp.102-103). Thailand: Chaiyaphum Rajabhat University. (in Thai)
- Saekratok, N., & Visalo, P. (2018). The mountain water supply management model project that is conducive to conservation Phu Long Watershed by the participation of people in the community Tadrinthong house, That Thong subdistrict, Phu Khiao district Chaiyaphum Province. *Proceedings of the 11th Thailand renewable energy for community conference: TREC-11* (pp.88-89). Thailand: Chaiyaphum Rajabhat University. (in Thai)
- Simon, P., Moraru, S. A., & Perniu, L. (2013). Android application developed to extend health monitoring device range and real-time patient tracking. *Proceedings of the 9th international conference on computational cybernetics (ICCC)* (pp. 171-175). Hungary: Tihany. doi: 10.1109/ICCCyb.2013.6617624.
- Sinton, S. (2013). Develop a video recommendation system using content-based filtering technique. *Proceedings of the 3rd national conference on the guide path leading for developing country on the context of ASEAN community* (pp. 116-117). Thailand: Chaiyaphum Rajabhat University. (in Thai)
- Sinton, S., Songsanit, S., & Simmatun, P. (2016). *Development of a blended learning model using activities as a base according to the theory of multiple intelligences to promote critical thinking for undergraduate students*. Accessed October 22, 2022. Retrieved from http://www.thai-explore.net/file_upload/submitter/file_doc/823c354f82f0a78ff22bfcec29e99095.pdf (in Thai)

Research article

Development of a sensor system to detect abnormalities of water in mountain water pipes with IoT technology for agriculture and consumption of Tadrinthong Community, Chaiyaphum Province

Samart Sinton¹ Sittichai Budsmun² Pramuk Sichaiwong³ Sompoch Tongnamtiang⁴ and Chanunchida Songphum⁵

¹Faculty of Arts and Sciences, Chaiyaphum Rajabhat University, Mueang, Chaiyaphum, 36000

²Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000

³Faculty of Political Science, Chaiyaphum Rajabhat University, Mueang, Chaiyaphum, 36000

⁴Faculty of Business Administration, Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000

⁵Office of the President, Chaiyaphum Rajabhat University, Mueang, Chaiyaphum, 36000

ARTICLE INFO

Article history

Received: 27 August 2022

Revised: 27 September 2022

Accepted: 14 November 2022

Online published: 23 December 2022

Keyword

Internet of things system

Mountain water supply

Surveillance innovation

Alarm sensor

Water management

ABSTRACT

The results of this study are a part of the research objectives on the development of sediment separation technology in mountain water supply from the wisdom of “Thong Chang” to innovations in IoT alarm monitoring through the application for the sustainable water management system. In order to overcome this situation, an IoT application and the wisdom of “Thong Chang” will be purposed. The IoT devices are composed of embedded computers, microcontrollers, sensors, activators, and many hardware devices. We used three sensors devices namely turbidity sensor, flow sensor and pressure sensor respectively. The data will be collected from three sensors that we mention above and send it to the cloud. We use the data to investigate and alarm in case the broken water pipes in agriculture and community consumption. If the data derive from turbidity greater than 25 NTU; the alarm will be trigger. Second, we considerate the water flow rate, if the rate not in range 200 – 250 L/H, the sensor will be alarm. Third, the data collect from pressure sensor will be analyzed, if the value less than 2.00 bar and greater than 3.00 bar, the notification message will be sent. The results reveal that the synthesis of alarm sensor values to alert if water abnormalities in mountain water pipes are used to develop the sensor values to be developed into a set of instructions written in the programming code of the IoT system to notify the alarm via the mobile application if there is an abnormality from the set and order the system to stop immediately, helping to reduce the loss of agricultural and water consumption in 5 communities, 188 households, 443 households covering an area of approximately 14,525 rai. As can we have seen, the result of this research can contribute directly affecting the community and increase the productivity of agricultural, and horticultural crops, generating more income of 224,780 baht per year, plus saving 75,895 baht per year for water bills to the fund and creating new economic areas in the near future.

*Corresponding author

E-mail address: sinton45@gmail.com (S. Sinton)

Online print: 23 December 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.2022.30>



บทความวิจัย

การศึกษาคุณภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยคั้นสด

ธีระรัตน์ ชินแสน* ภาควิชา ศึกษาศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ และ ปิยะรัตน์ จังพล

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 8 ตุลาคม 2565

แก้ไข: 18 ธันวาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 20 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 26 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

พันธุ์สุพรรณบุรี 50

พันธุ์ศรีสำโรง 1

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

บทคัดย่อ

น้ำอ้อยคั้นสดเป็นเครื่องดื่มที่คนไทยนิยมบริโภคมาช้านานแต่การศึกษาด้านคุณภาพและการยอมรับยังไม่มีอย่างจำกัด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพและการยอมรับน้ำอ้อยคั้นสดของอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (SP50) พันธุ์ศรีสำโรง 1 (SR1) และโคลนดีเด่น 2 โคลน ได้แก่ โคลน UTJ10-3 และ UTJ10-19 ที่เก็บรักษาในขวดแก้ว นาน 0, 2 และ 4 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C จากการศึกษาพบว่า พันธุ์โคลนของอ้อยคั้นน้ำและระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพและการยอมรับน้ำอ้อยคั้นสด โดยค่าความเป็นสีเขียว (-a*) และค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-b*) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งพันธุ์ SR1 มีค่าความเป็นสีเขียวต่ำสุด เท่ากับ -2.750 และพันธุ์ SP50 มีค่าความเป็นสีน้ำเงินต่ำสุด เท่ากับ -1.371 ขณะที่การเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นมีผลให้น้ำอ้อยคั้นน้ำมีค่าความเป็นสีเขียวลดลง ด้านค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่าโคลน UTJ10-3 มีค่า TSS สูงสุด เท่ากับ 21.43 °Brix ขณะที่ พันธุ์ SR1 มีค่า pH สูงสุด เท่ากับ 5.51 และโคลน UTJ10-19 มีค่า EC สูงสุด เท่ากับ 4.114 mS/cm อย่างไรก็ตาม พบว่า อายุการเก็บรักษามีผลให้ค่า EC และค่าการตกตะกอนของน้ำอ้อยคั้นสดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบ โคลน UTJ10-3 ใกล้เคียงกับพันธุ์ SP50 ที่มีระดับคะแนนแต่ละลักษณะส่วนใหญ่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์โคลนอื่น ๆ ที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

บทนำ

น้ำอ้อยคั้นสดถือเป็นเครื่องดื่มจากธรรมชาติที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายในทวีปเอเชียเนื่องจากหาซื้อได้ง่าย รสชาติหอมหวาน หรือมีราคาถูก (Mao et al., 2007) ทั้งนี้ ในน้ำอ้อยคั้นสดยังอุดมไปด้วยน้ำตาลซูโครส รวมถึงวิตามินและแร่ธาตุสำคัญที่ร่างกายต้องการ เช่น วิตามินบี วิตามินซี แคลเซียม ธาตุเหล็ก และโพแทสเซียม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) เช่น Caffeic acid, Sinapic acid และ Hydroxycinnamic acid (Singh et al., 2015) ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคเรื้อรัง ทั้งนี้ น้ำอ้อยยังมีสรรพคุณช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น (Karthikeyan & Samipillai, 2010) สำหรับประเทศไทย Thai Industrial Standards Institute (TISI) (2011) ได้กำหนดมาตรฐานที่สำคัญของน้ำอ้อย เช่น ต้องเป็นของเหลวข้น อาจตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ มีสีและกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำอ้อย และมีสารที่ละลายน้ำ ต้องไม่น้อยกว่า 11 องศาบริกซ์ ส่วนพันธุ์อ้อยคั้นน้ำที่นิยมบริโภคในประเทศไทยคือ พันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่มีรสชาติดีและมีความหวาน และมีกลิ่นที่ผู้บริโภคชื่นชอบ นอกจากนี้ สำหรับภาคใต้ของประเทศไทยยังพบ

การเพาะปลูกอ้อยคั้นน้ำพันธุ์ดั้งเดิมที่ยังได้รับความนิยมบริโภคมาจนถึงปัจจุบัน ได้แก่ พันธุ์สิงคโปร์ และมาเลเซีย (Boonphirom, 2009) ทั้งนี้ ในปี 2562 กรมวิชาการเกษตร ได้รับรองพันธุ์อ้อยคั้นน้ำพันธุ์ใหม่ คือ พันธุ์ศรีสำโรง 1 (Department of Agriculture (DOA), 2019) ด้านคุณภาพของน้ำอ้อยคั้นสดนั้นมีความหวานแตกต่างกัน เช่น อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 มีความหวาน 16.1 องศาบริกซ์ (DOA, 2022a) ขณะที่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 มีความหวาน 19.1 องศาบริกซ์ (DOA, 2022b) และโคลน UTJ10-3 หรือพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 ที่ผ่านการรับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565 มีความหวาน 21.5 องศาบริกซ์ (DOA, 2022c) เป็นต้น

ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำอ้อยคั้นสดมีองค์ประกอบของน้ำตาลในปริมาณที่สูงและมีความเป็นกรดต่ำ (Low acid food) ดังนั้น จึงทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย โดยปัจจัยหลักที่ทำให้เสื่อมเสีย เช่น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น สภาพการเก็บรักษา เป็นต้น (Pomchaloempong & Rattanapanone, 2022) รวมถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction) (Chauhan et al., 2002) ส่งผลให้สีของน้ำอ้อยคั้นสดเปลี่ยนแปลงโดยน้ำอ้อยมีสีคล้ำขึ้นซึ่งมีผลกระทบต่ออายุการยอมรับของผู้บริโภคในลำดับต่อไป

*Corresponding author

E-mail address: nongtheerarat@gmail.com (T. Chinnasaen)

Online print: 26 December 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.2022.31>

(Chunwijitra et al., 2021) Chunwijitra et al. (2021) รายงานว่าการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการจัดการระหว่างการผลิตให้สะอาดสามารถยืดอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อยคั้นสดจากพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ได้นาน 6 วัน (ปกติมีอายุการเก็บรักษาในตู้เย็นได้นาน 5 วัน) โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออายุการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคและด้านคุณภาพของน้ำอ้อยพบว่าไม่มีผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำอ้อย ค่าความเป็นสีเขียวหรือค่า $-a^*$ มีแนวโน้มลดลงจาก -0.64 ถึง -0.56 ที่อายุการเก็บรักษา 1 วัน เป็น -0.32 ถึง -0.22 ที่อายุการเก็บรักษา 7 วัน ในขณะที่ค่า pH มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากรายงานการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์จากอ้อยคั้นน้ำของประเทศไทยยังจำกัดเฉพาะอ้อยคั้นน้ำบางพันธุ์ซึ่งอาจไม่ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภคหรือขาดทางเลือกที่หลากหลายให้แก่ผู้บริโภค ดังนั้น การพัฒนาอ้อยคั้นน้ำพันธุ์ใหม่อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภค ขณะเดียวกัน การศึกษาด้านคุณภาพของน้ำอ้อยคั้นสดทั้งพันธุ์รับรองและโคลนดีเด่นยังมีอย่างจำกัดเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของน้ำอ้อยคั้นสดที่อายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ประกอบกับการศึกษาด้านการยอมรับของผู้บริโภคต่อน้ำอ้อยคั้นสดของพันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันในไทยยังมีอยู่น้อย ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาคุณภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยคั้นสดพันธุ์/โคลนดีเด่นที่แตกต่างกันในช่วงอายุการเก็บรักษาต่าง ๆ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

อ้อยคั้นน้ำที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วย อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และอ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่น 2 โคลน ได้แก่ UTJ10-3 และ UTJ10-19 โดยปลูก ณ แปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่นาขอนแก่น ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

วิธีการหีบน้ำอ้อยคั้นสด

เก็บเกี่ยวอ้อยคั้นน้ำที่อายุ 12 เดือน (ปี 2564) ทั้ง 4 พันธุ์/โคลน พันธุ์/โคลนละ 30 ลำ แล้วนำมาปอกเปลือกด้วยมีดปอกผลไม้ล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้สะเด็ดน้ำ นาน 10-15 นาที ตัดลำอ้อยให้มีความยาวประมาณ 50-60 เซนติเมตร แล้วนำไปคั้นน้ำอ้อยด้วยเครื่องหีบไฟฟ้า (Hatsuyuki, ประเทศไทย) และกรองน้ำอ้อยด้วยผ้าขาวบางหนา 4 ชั้น (Suphan Buri Field Crops Research Center (SBFCRC), 2018) โดยระหว่างกระบวนการหีบได้สูบล้างด้วยน้ำอ้อยจากหม้อต้มแล้วจำนวน 4 ครั้ง/ชั่วโมง (ครั้งละ 1 ลิตร) เพื่อนำไปทดสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ ขณะที่น้ำอ้อยที่ได้หลังการสูบล้างนำไปใช้สำหรับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้ น้ำอ้อยคั้นสดทั้งเพื่อการทดสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการและการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้ถูกบรรจุในขวดแก้วขนาดบรรจุ 500 ml ที่ปิดฝาให้สนิท และเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 °C นาน 4 วัน (ระยะเวลาเก็บรักษายาวนานที่สุดในการทดลองครั้งนี้ที่น้ำอ้อยคั้นสดไม่เน่าเสีย)

การศึกษาคูณภาพน้ำอ้อยคั้นสด

นำน้ำอ้อยคั้นสดทั้ง 4 พันธุ์/โคลน จำนวน 4 ข้ว มาทดสอบคุณภาพที่อายุการเก็บรักษา นาน 0, 2 และ 4 วัน โดยคุณภาพของน้ำอ้อยคั้นสดที่ดำเนินการศึกษา ได้แก่

1. ค่าสีวัดสีโดยใช้เครื่อง Colorimeter (NH310,3nh, Shenzhen Threneh Technology, ประเทศจีน) ในระบบ CIE Lab ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเข้มของสีแดง-สีเขียว (a^*) และค่าความเข้มของสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*)

2. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solid, TSS) วัดด้วยเครื่อง Digital refractometer (OPTI® Digital Handheld Refractometer, Bellingham + Stanley, สหราชอาณาจักร) หน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix)

3. ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) วัดด้วยเครื่อง OAKTON (600 Series Waterproof Portable Meter Kit, ประเทศสิงคโปร์)

4. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) วัดด้วยเครื่อง OAKTON (600 Series Waterproof Portable Meter Kit, ประเทศสิงคโปร์)

5. ค่าการตกตะกอน นำตัวอย่างน้ำอ้อย 50 กรัม ปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Velocity 14, Dynamica, Dynamica Scientific Ltd., สหราชอาณาจักร) ความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที แล้วชั่งน้ำหนักตะกอนที่ได้ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง ดัดแปลงจากวิธีของ Kummakasisik & Jiwprasat (2004) แล้วคำนวณตะกอนของน้ำอ้อย (เปอร์เซ็นต์) ดังสมการ

$$\text{ปริมาณตะกอน (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักน้ำอ้อยเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักน้ำอ้อยหลังปั่นเหวี่ยง})}{\text{น้ำหนักน้ำอ้อยเริ่มต้น}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาคุณภาพน้ำอ้อยคั้นสดในครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลแบบ 4 x 3 Factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยแรก คือ พันธุ์/โคลนอ้อยคั้นน้ำ จำนวน 4 พันธุ์/โคลน ได้แก่ UTJ10-3, UTJ10-19 ศรีสำโรง 1 และสุพรรณบุรี 50 และปัจจัยที่สอง คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำอ้อยที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 0, 2 และ 4 วัน และวิเคราะห์ข้อมูลแบบ CRD ให้แก่พารามิเตอร์ที่มีความแตกต่างทางสถิติจากปัจจัยทั้งสองที่มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษาและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple's range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

การศึกษากายารยอมรับทางประสาทสัมผัสน้ำอ้อยคั้นสด

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบ (The 9-point hedonic test) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ทุก ๆ ระยะเวลาการเก็บรักษานาน 0, 2 และ 4 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C (ผู้ทดสอบแต่ละอายุการเก็บรักษาเป็นอิสระต่อกันและทำการทดสอบในวันที่ต่างกัน) โดยผู้ทดสอบทุกคนต้องเคยบริโภคน้ำอ้อยคั้นสดมาก่อนและต้องดื่มน้ำเปล่าขึ้นระหว่างการทดสอบน้ำอ้อยคั้นสด 4 พันธุ์/โคลน โดยหัวข้อการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ศึกษา ได้แก่ ลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่นรส (Odor) รสชาติ (Taste) และความชอบโดยรวม (Overall preference) ด้วยการให้คะแนนแบบ Nine-point hedonic scale เริ่มจาก 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) 2 คะแนน (ไม่ชอบมาก) 3 คะแนน (ไม่ชอบปานกลาง) 4 คะแนน (ไม่ชอบเล็กน้อย) 5 คะแนน (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) 6 คะแนน (ชอบเล็กน้อย) 7 คะแนน (ชอบปานกลาง) 8 คะแนน (ชอบมาก) และ 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) (Lamond, 1977)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษารายการยอมรับทางประสาทสัมผัสในครั้งนี วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Randomized complete block design (RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple's range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

การศึกษาคูณภาพน้ำอ้อยคั้นสด

จากการศึกษาคูณภาพน้ำอ้อยคั้นสดพบว่า พันธุ์โคลนของ อ้อยที่แตกต่างกันมีผลให้ค่าความสว่าง (L*) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

โดยมีค่าระหว่าง 65.49 ถึง 65.53 ขณะที่ ค่าความเป็นสีเขียว (-a*) และ ค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-b*) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ศรีสำโรง 1 มีค่าความเป็นสีเขียวน้อยที่สุด เท่ากับ -2.750 และ พันธุ์สุพรรณบุรี 50 มีค่าความเป็นสีน้ำเงินต่ำสุด เท่ากับ -1.371 ทั้งนี้ พบว่า การเก็บรักษาน้ำอ้อยคั้นสดมีผลให้ค่าสีของน้ำอ้อยมีค่าแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความสว่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการ เก็บรักษายาวนานขึ้น มีค่าเท่ากับ 64.80, 65.17 และ 66.07 ที่อายุเก็บ รักษา 0, 2 และ 4 วัน ตามลำดับ ขณะที่ ค่าความเป็นสีเขียวที่มีค่าลดลง เท่ากับ -2.793, -2.784 และ -2.777 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีน้ำเงิน มีค่าเพิ่มขึ้นจาก -1.411 เป็น -1.429 ที่อายุเก็บรักษา 0 และ 4 วัน ตามลำดับ (Table 1 และ Table 2)

Table 1 Appearance characteristic of fresh sugarcane juice from different varieties and storage times at 4 °C

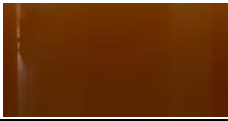
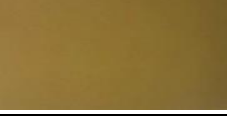
Variety	Storage time (S)		
	0 day	2 days	4 days
UTJ10-3			
UTJ10-19			
SR1			
SP50			

Table 2 The qualities of various fresh sugarcane juice varieties under different storage times with storage condition as 4 °C

Factor	Color (Hunter Lab)			TSS (°Brix)	pH	EC (mS/cm)	Sedimentation (%)
	L*	a*	b*				
Variety							
UTJ10-3	65.49 ± 0.60	-2.795 b ± 0.02	-1.428 c ¹⁴ ± 0.03	21.43 a ± 0.91	5.47 a ± 0.10	3.100 b ± 1.19	2.02 ± 0.21
UTJ10-19	65.52 ± 0.57	-2.798 b ± 0.01	-1.415 b ± 0.02	19.70 c ± 0.09	5.33 b ± 0.02	4.114 a ± 1.70	2.03 ± 0.26
SR1	65.52 ± 0.56	-2.750 a ± 0.01	-1.415 b ± 0.02	21.11 b ± 0.65	5.51 a ± 0.06	2.769 b ± 1.01	2.01 ± 0.35
SP50	65.53 ± 0.61	-2.795 b ± 0.01	-1.371 a ± 0.12	20.99 b ± 0.12	5.33 b ± 0.02	3.043 b ± 0.90	2.15 ± 0.29
F-test	ns	**	**	**	**	**	ns
Storage time (S)							
0 day	64.80 c ± 0.30	-2.793 b ± 0.03	-1.411 b ± 0.03	20.74 ± 0.91	5.41 ± 0.12	1.767 c ± 0.61	2.04 b ± 0.29
2 days	65.67 b ± 0.04	-2.784 a ± 0.02	-1.382 a ± 0.02	20.83 ± 0.87	5.42 ± 0.09	4.163 a ± 1.06	1.85 c ± 0.15
4 days	66.07 a ± 0.03	-2.777 a ± 0.02	-1.429 c ± 0.02	20.85 ± 0.87	5.40 ± 0.10	3.839 b ± 0.47	2.27 a ± 0.20
F-test	**	**	**	ns	ns	**	**
V x S	ns	ns	ns	**	**	**	ns
Mean	65.51	-2.78	-1.41	20.81	5.41	3.260	2.05
C.V. (%)	0.29	-0.42	-0.88	1.07	0.85	12.12	11.23

Data were expressed as mean ± standard deviation (S.D.)

¹⁴Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5 % level of probability by DMRT. (significant at p < 0.05), ** = significant at p < 0.01, ns = not significant.

ส่วนผลด้านค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) ค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่า พันธุ์โคลนของอ้อยที่ แตกต่างกันมีคุณภาพดังกล่าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยโคลน UTJ10-3 มีค่า TSS สูงสุด เท่ากับ 21.43 °Brix ขณะที่ โคลน

UTJ10-19 มีค่าน้อยสุด เท่ากับ 19.70 ด้านค่า pH พบว่า พันธุ์ศรีสำโรง 1 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 5.51 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับโคลน UTJ10-3 ที่มีค่า เท่ากับ 5.47 และสำหรับค่า EC พบว่า โคลน UTJ10-19 มีค่า สูงสุด เท่ากับ 4.114 mS/cm อย่างไรก็ตาม พบว่า ระยะเวลา

เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 °C มีผลให้ค่า EC และค่าการตกตะกอนของ น้ำอ้อยคั้นสดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการเก็บรักษานาน 2 วัน มีค่า EC สูงสุด เท่ากับ 4.136 mS/cm ขณะที่ การเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นมีแนวโน้มให้ค่าการตกตะกอนเพิ่มขึ้น โดยการเก็บรักษานาน 4 วัน มีค่าการตกตะกอน เท่ากับ 2.27 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ พบว่า พันธุ์/โคลนอ้อยมีอิทธิพลร่วมกับระยะเวลาเก็บรักษา น้ำอ้อยคั้นสดทำให้ค่า TSS ค่า pH และค่า EC แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) ทั้งนี้ เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของสิ่ง ทดลองที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์/โคลนอ้อยและ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันที่มีต่อค่า TSS ค่า pH และค่า EC

จึงได้นำเสนอตั้ง Table 3 ที่พบว่า โคลน UTJ10-3 ที่เก็บรักษานาน 4 และ 2 วัน และพันธุ์ศรีสำโรง 1 ที่เก็บรักษานาน 0 วัน มีค่า TSS สูง ที่สุด เท่ากับ 22.03, 22.00 และ 21.95 °Brix ตามลำดับ ขณะที่โคลน UTJ10-19 ที่เก็บรักษานาน 2 วัน มีค่า TSS ต่ำที่สุด เท่ากับ 19.65 °Brix ด้านค่า pH พบว่า พันธุ์ศรีสำโรง 1 ที่เก็บรักษานาน 2 วัน มีค่า pH สูง ที่สุด เท่ากับ 5.56 และสำหรับค่า EC พบว่า โคลน UTJ10-9 ที่เก็บ รักษานาน 2 วัน มีค่า EC สูงที่สุด เท่ากับ 5.919 mS/cm ขณะที่ พันธุ์ ศรีสำโรง 1 ที่เก็บรักษานาน 0 วัน มีค่า EC เท่ากับ 1.454 mS/cm (Table 3)

Table 3 TSS, pH, and EC of various fresh sugarcane juice varieties under different storage times with storage condition as 4 °C

Treatment	TSS (°Brix)	pH	EC (mS/cm)
UTJ10-3, 0 day	20.28 cd ¹⁴ ± 0.57	5.55 a ± 0.15	1.553 d ± 0.25
UTJ10-3, 2 days	22.00 a ± 0.08	5.46 ab ± 0.01	3.685 bc ± 0.23
UTJ10-3, 4 days	22.03 a ± 0.10	5.41 bcd ± 0.01	4.061 bc ± 0.40
UTJ10-19, 0 day	19.75 de ± 0.10	5.34 cd ± 0.02	2.043 d ± 0.62
UTJ10-19, 2 days	19.65 e ± 0.10	5.34 cd ± 0.01	5.919 a ± 0.09
UTJ10-19, 4 days	19.70 e ± 0.00	5.32 cd ± 0.01	4.381 b ± 0.20
SR1, 0 day	21.95 a ± 0.31	5.43 bc ± 0.01	1.454 d ± 0.50
SR1, 2 days	20.65 bc ± 0.10	5.56 a ± 0.01	3.453 bc ± 0.07
SR1, 4 days	20.73 bc ± 0.10	5.55 a ± 0.01	3.399 c ± 0.23
SP50, 0 day	21.00 b ± 0.29	5.30 d ± 0.01	2.019 d ± 0.90
SP50, 2 days	21.03 b ± 0.05	5.35 bcd ± 0.02	3.598 bc ± 0.18
SP50, 4 days	20.95 b ± 0.10	5.32 cd ± 0.01	3.513 bc ± 0.13
Mean	20.81	5.41	3.260
F-test	**	**	**
C.V. (%)	1.06	0.83	12.12

Data were expressed as mean ± standard deviation (S.D.)

¹⁴Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5 % level of probability by DMRT. (significant at p < 0.05), ** = significant at p < 0.01, ns = not significant.

การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส น้ำอ้อยคั้นสด

จากการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบ ความชอบ โดยให้คะแนนแบบ Nine-point hedonic scale ใช้ผู้ ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ทุก ๆ ระยะเวลาเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 0, 2 และ 4 วัน โดยผู้ทดสอบแต่ละอายุการเก็บรักษาเป็น อิสระต่อกัน จากการศึกษาพบว่า ก่อนการเก็บรักษา ผู้ทดสอบ ประกอบด้วยเพศชาย 15 คน และเพศหญิง 15 คน หรือคิดเป็นร้อยละ ที่เท่ากันคือ ร้อยละ 50 โดยมีอายุเฉลี่ย เท่ากับ 44.83 ปี หลังการเก็บ รักษานาน 2 วัน ผู้ทดสอบประกอบด้วยเพศชาย 15 คน และเพศหญิง 15 คน หรือคิดเป็นร้อยละที่เท่ากันคือ ร้อยละ 50 โดยมีอายุเฉลี่ย เท่ากับ 42.73 ปี และหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน ผู้ทดสอบ ประกอบด้วยเพศชาย 17 คน และเพศหญิง 13 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 56.67 และ 43.33 ตามลำดับ โดยมีอายุเฉลี่ย เท่ากับ 43.27 ปี ด้าน ความชอบต่อคุณภาพน้ำอ้อยคั้นสดพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับ น้ำอ้อยคั้นสด ด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวม ต่อพันธุ์/ โคลนอ้อยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติตลอดช่วงอายุการ เก็บรักษา โดยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของพันธุ์ สุพรรณบุรี 50 และโคลน UTJ10-3 มีค่าสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทาง สถิติ เช่น ที่อายุเก็บรักษานาน 4 วัน มีค่าคะแนน เท่ากับ 7.37 และ 6.77 ตามลำดับ ด้านสีของน้ำอ้อยคั้นสดของพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่อายุ

เก็บรักษานาน 4 วัน มีค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 7.27 รองลงมา คือ โคลน UTJ10-3 (6.47 คะแนน) เช่นเดียวกับด้านความชอบโดยรวมที่ พันธุ์สุพรรณบุรี 50 มีค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 7.53 แต่ไม่แตกต่างกัน ทางสถิติกับโคลน UTJ10-3 ที่มีคะแนน 7.20 ที่อายุเก็บรักษานาน 4 วัน สำหรับกลิ่นของน้ำอ้อยคั้นสดนั้นพบว่า ก่อนการเก็บรักษามีคะแนน ความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยทั้ง 4 พันธุ์/โคลน เท่ากับ 6.38 ขณะที่ อายุเก็บรักษานาน 2 และ 4 วัน มีคะแนน ความชอบด้านกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่อายุเก็บรักษานาน 2 วัน พันธุ์ สุพรรณบุรี 50 และโคลน UTJ10-3 ที่มีคะแนนสูงสุด เท่ากับ 6.40 และ 6.27 ตามลำดับ ขณะที่ อายุเก็บรักษานาน 4 วัน พันธุ์สุพรรณบุรี 50 มี คะแนนสูงสุด เท่ากับ 7.17 และสำหรับความชอบด้านรสชาตินั้นก่อน การเก็บรักษามีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยทั้ง 4 พันธุ์/โคลน เท่ากับ 6.52 ขณะที่ อายุเก็บรักษานาน 2 และ 4 วัน มี คะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอายุเก็บรักษานาน 2 วัน โคลน UTJ10-3 มีคะแนนสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ สุพรรณบุรี 50 ที่ระดับคะแนน เท่ากับ 7.47 และ 7.00 ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่อายุเก็บรักษานาน 4 วัน ที่พันธุ์สุพรรณบุรี 50 และโคลน UTJ10-3 มีคะแนนสูงสุด เท่ากับ 7.17 และ 7.00 ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Sensory evaluation scores of fresh sugarcane juice from different varieties and storage times

Variety	Storage time (S)		
	0 day	2 days	4 days
	Appearance		
UTJ10-3	6.43 a ^{2L} ± 1.28	6.70 a ± 1.62	6.77 a ± 1.33
UTJ10-19	6.83 a ± 1.93	5.53 b ± 1.53	5.87 b ± 1.98
SR1	5.40 b ± 2.08	5.03 b ± 1.63	5.00 c ± 1.91
SP50	7.07 a ± 1.57	6.47 a ± 1.17	7.37 a ± 1.03
X	6.43 ± 1.72	5.93 ± 1.49	6.25 ± 1.56
F-test	**	**	**
C.V. (%)	23.49	19.90	19.24
	Color		
	0 day	2 days	4 days
	Odor		
UTJ10-3	6.23 a ± 1.87	7.37 a ± 1.19	6.47 b ± 1.59
UTJ10-19	6.67 a ± 1.35	6.10 b ± 1.52	5.17 c ± 1.72
SR1	5.23 b ± 1.57	4.70 c ± 1.90	4.80 c ± 1.83
SP50	6.50 a ± 1.81	6.73 ab ± 1.34	7.27 a ± 1.72
X	6.16 ± 1.65	6.23 ± 1.48	5.93 ± 1.72
F-test	**	**	**
C.V. (%)	24.23	24.27	19.88
	Taste		
	0 day	2 days	4 days
	Overall preference		
UTJ10-3	6.83 ± 1.12	6.27 ab ± 1.46	6.53 b ± 1.57
UTJ10-19	6.10 ± 1.65	5.53 bc ± 1.83	5.50 c ± 1.85
SR1	6.03 ± 1.71	5.47 c ± 1.61	5.60 c ± 1.61
SP50	6.57 ± 1.89	6.40 a ± 1.33	7.17 a ± 1.23
X	6.38 ± 1.59	5.92 ± 1.56	6.20 ± 1.57
F-test	ns	*	**
C.V. (%)	23.32	25.16	17.30
	Taste		
	0 day	2 days	4 days
	Overall preference		
UTJ10-3	6.57 ± 1.85	7.47 a ± 1.20	7.00 a ± 1.46
UTJ10-19	6.27 ± 1.70	6.00 c ± 1.66	5.43 b ± 1.87
SR1	6.17 ± 1.39	6.57 bc ± 1.76	5.83 b ± 1.49
SP50	7.07 ± 1.84	7.00 ab ± 1.31	7.17 a ± 1.37
X	6.52 ± 1.70	6.76 ± 1.48	6.36 ± 1.55
F-test	ns	**	**
C.V. (%)	24.72	21.26	18.69
	Overall preference		
	0 day	2 days	4 days
	Overall preference		
UTJ10-3	7.10 ab ± 1.37	7.60 a ± 1.19	7.20 a ± 1.30
UTJ10-19	6.53 b ± 1.43	6.30 b ± 1.37	5.60 b ± 1.59
SR1	5.80 c ± 1.42	6.10 b ± 1.69	5.67 b ± 1.27
SP50	7.27 a ± 1.62	7.13 a ± 1.14	7.53 a ± 1.31
X	6.68 ± 1.46	6.78 ± 1.35	6.50 ± 1.37
F-test	**	**	**
C.V. (%)	21.14	19.82	14.53

Data were expressed as mean ± standard deviation (S.D.)

^{1L}Consumers were independent in each storage times.^{2L}Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5 % level of probability by DMRT. (significant at p < 0.05), ** = significant at p < 0.01 ns = not significant.

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่า พันธุ์/โคลนของอ้อยคั้นน้ำที่ต่างกันมีผลให้น้ำอ้อยคั้นสดมีคุณภาพแตกต่างกันซึ่งเกิดจากการควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมของพันธุ์/โคลนอ้อยคั้นน้ำนั้น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอ้อยเป็นพืชที่มีจำนวนโครโมโซมหลายชุด (Polyploid) และยังมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นหรือลดลงในบางโครโมโซม (Aneuploid) (National Science and Technology Development Agency (NSTDA), 2021) ด้านคุณภาพสีของน้ำอ้อยพบว่า น้ำอ้อยพันธุ์ศรีสำโรง 1 มีค่าความเป็นสีเขียวน้อยที่สุด ขณะที่ การเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นมี

ผลให้ค่าความเป็นสีเขียวลดลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากลักษณะประจำพันธุ์ของอ้อยคั้นน้ำพันธุ์ศรีสำโรง 1 ขณะเดียวกัน การเก็บรักษามีผลให้ค่าความเป็นสีเขียวลดลง หรือน้ำอ้อยมีสีคล้ำขึ้น เนื่องจากการได้รับผลกระทบจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction) ที่สามารถเกิดขึ้นได้กับเซลล์สิ่งมีชีวิตที่ฝัก ชาติ ซึ่งรวมถึงน้ำอ้อยคั้นน้ำ จากนั้น เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase, PPO) และเพอร์ออกซิเดส (Peroxidase, POD) ที่เคยอยู่ในแวคิวโอลจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลีกร่วมกับออกซิเจนทำให้สารประกอบฟีนอลเป็น

Ortho-quinones จากนั้น quinones จะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และมีสีน้ำตาล เช่น เมลานิน (melanin) (Bhucheli & Robinson, 1994) สอดคล้องกับการศึกษาของ Chunwijitra et al. (2021) ที่รายงานว่าย่อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 8 เดือน มีค่าความเป็นสีเหลืองลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น โดยที่อายุเก็บรักษานาน 1 วัน มีค่าความเป็นสีเหลือง ระหว่าง -0.64 ถึง -5.56 และลดลงเป็นระหว่าง -0.32 ถึง -0.22 ที่อายุการเก็บรักษานาน 7 วัน ทั้งนี้ จากรายงานดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่าการเก็บเกี่ยวอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่อายุ 8 เดือน มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าอ้อยที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน เช่นการทดลองในครั้งนี้พบว่า ค่าความเป็นสีเหลืองของน้ำอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ก่อนการเก็บรักษาและหลังเก็บรักษานาน 4 วัน (ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 พันธุ์/โคลน) มีค่าความเป็นสีเหลือง เท่ากับ -2.750 และ -2.777 ตามลำดับ ขณะเดียวกัน การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกร่วมกับ PPO และ POD ที่มีผลให้ได้รับผลิตภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่มีขนาดใหญ่ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ประกอบกับน้ำอ้อยคั้นน้ำมีองค์ประกอบเป็นอนุภาคคอลลอยด์ เช่น อนุภาคโปรตีน เกลือ โพลีแซ็กคาไรด์ และกรดอินทรีย์ เป็นต้น (Panthaneeya & Keowmaneecha, 2016) จึงอาจเป็นสาเหตุให้ค่าความคงตัวของน้ำอ้อยคั้นน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น หรือกล่าวได้ว่า น้ำอ้อยคั้นน้ำมีแนวโน้มตกตะกอนเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น นอกจากนี้ Doherty & Rackemann (2008) รายงานว่า ในตะกอนของน้ำอ้อยคั้นน้ำประกอบด้วยสัดส่วนของโปรตีนและโพลีแซ็กคาไรด์ที่มีขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้าที่มีค่าเพิ่มขึ้นหลังการเก็บรักษา ด้านความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพของน้ำอ้อยคั้นน้ำในระดับอุตสาหกรรม (Kimatua et al., 2015) รวมถึงการเก็บรักษาน้ำอ้อยคั้นน้ำที่ยาวนานขึ้นมีผลให้เชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม Acetobacter และ Lactic acid bacteria ในน้ำอ้อยเร่งกระบวนการหมักด้วยการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นกรดอะซิติกและกรดแลคติกส่งผลให้น้ำอ้อยคั้นน้ำมีค่า pH ลดลง นั่นเอง (Suphamityotin, 2013) จากการทดลองนี้พบว่า พันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีค่า pH แตกต่างกันซึ่งอาจเป็นผลมาจากการควบคุมทางพันธุกรรมของพันธุ์/โคลนอ้อยนั้น ๆ Chauhan et al. (2002) รายงานว่า อ้อยโรงงาน จำนวน 8 โคลน มีค่า pH ระหว่าง 5.28 - 5.52 ขณะที่ Chunwijitra et al. (2021) รายงานว่า น้ำอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน ที่เก็บรักษานาน 1 วัน มีค่า pH เท่ากับ 5.74 อย่างไรก็ตาม การศึกษาการเก็บรักษาน้ำอ้อยคั้นน้ำทั้ง 4 พันธุ์/โคลนนาน 2 หรือ 4 วัน ยังไม่ส่งผลให้ค่า pH ลดลงซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการหมักยังไม่ส่งผลกระทบต่อน้ำอ้อยคั้นน้ำ และด้านความหวานหรือปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของน้ำอ้อยคั้นน้ำ ทั้ง 4 พันธุ์/โคลน มีค่าแตกต่างกันซึ่งอาจเป็นผลจากการควบคุมทางลักษณะพันธุกรรมด้วยเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งแบบ Hand refractometer และ Digital refractometer มีค่าใกล้เคียงกันจึงอาจเป็นทางเลือกสำหรับการใช้วัดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ตามความเหมาะสมนั้น ๆ ทั้งนี้ น้ำอ้อยคั้นน้ำทั้ง 4 พันธุ์/โคลน มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ระหว่าง 19.70 - 21.43 °Brix และการเก็บรักษาส่งผลกระทบบให้ค่าปริมาณ

ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ส่วนใหญ่ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chunwijitra et al. (2021) ที่รายงานว่า น้ำอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ระหว่าง 20.0 - 21.00 °Brix และการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นมีผลให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เปลี่ยนแปลง ขณะเดียวกัน ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ดังกล่าวยังเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข. 122/2555 เรื่อง น้ำอ้อย ที่กำหนดให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าตั้งแต่ 11 °Brix ขึ้นไป (TISI, 2011) นอกจากนี้ Suphamityotin (2013) รายงานว่า ชนิดของน้ำตาลที่พบในน้ำอ้อยคั้นน้ำส่วนใหญ่คือ น้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นน้ำตาลนอนรีดิซ (Non-reducing sugar) ที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) กับกรดอะมิโนได้ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เปลี่ยนแปลงด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยคั้นสด Chunwijitra et al. (2021) รายงานว่า อายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นมีผลให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำอ้อยคั้นสดมีค่าลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านลักษณะปรากฏและด้านสี เนื่องจากน้ำอ้อยคั้นสดมีสีที่คล้ำขึ้นสอดคล้องกับค่าความเป็นสีเหลือง (-a*) ของน้ำอ้อยคั้นสดที่มีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะพันธุ์ศรีสำโรง 1 ที่มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ -2.750 (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์/โคลนอื่น ๆ และมีสีคล้ำขึ้นดัง Table 1 อย่างไรก็ตาม จากการศึกษานี้พบว่า ผู้ทดสอบได้ให้คะแนนความชอบน้ำอ้อยคั้นน้ำของโคลน UTJ10-3 ใกล้เคียงกับพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคและมีระดับคะแนนแต่ละลักษณะส่วนใหญ่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์/โคลนอื่น ๆ ที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน จึงสอดคล้องกับการรับรองพันธุ์อ้อยคั้นน้ำ “โคลน UTJ10-3” เป็นพันธุ์ “กวก. สุพรรณบุรี 1” ซึ่งเป็นอ้อยคั้นน้ำพันธุ์ใหม่ของกรมวิชาการเกษตรที่ผ่านการรับรองพันธุ์พืชจากคณะกรรมการวิจัยปรับปรุงพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565 ที่ผ่านมา (DOA, 2022c)

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพของน้ำอ้อยคั้นน้ำทั้ง 4 พันธุ์/โคลน ได้แก่ ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าแตกต่างกัน สำหรับการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น (4 วัน) มีผลให้น้ำอ้อยคั้นน้ำมีค่าความเป็นสีเหลืองลดลง (สีคล้ำขึ้น) และการตกตะกอนเพิ่มขึ้น ขณะที่ การประเมินสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบน้ำอ้อยคั้นน้ำโคลน UTJ10-3 หรือในปัจจุบันมีชื่อว่า พันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 ใกล้เคียงกับพันธุ์สุพรรณบุรี 50 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ศรีสำโรง 1 หรือโคลน UTJ10-19 ดังนั้นอ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่น UT10-3 หรือพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 จึงอาจเป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับการบริโภคน้ำอ้อยคั้นสดหรือเพื่อการเพาะปลูกอ้อยคั้นน้ำของเกษตรกรในลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณปี พ.ศ. 2564 สำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

References

- Aziz, N., Mat Nor, N. A., Mohd Adnan, A. F., Taha, R. M., & Arof, A. K. (2012). Study of anthocyanin stability derived from the fruit pulp of *Melastoma malabathricum* in a coating system. *Pigment and Resin Technology*, 41(4), 223–229. doi: <http://doi.10.1108/03699421211242455>.
- Eghbaliferiz, S., & Iranshahi, M. (2016). Prooxidant activity of polyphenols, flavonoids, anthocyanins and carotenoids: updated review of mechanisms and catalyzing metals. *Phytotherapy Research*, 30(9), 1379-1391.
- Hunter, R. S., & Harold, R. W. (1987). *The measurement of appearance* (2nd ed.). New York: John Wiley-Inter science.
- Kasunmala, I. G. G., Navaratne, S. B., & Wickramasinghe, I. (2020). Antioxidant activity and physicochemical properties changes of *Melastoma malabathricum* (L.) and *Syzygium caryophyllatum* (L.) fruit during ripening. *International Journal of Fruit Science*, 20(Suppl. 3), S1819-S1828. doi: 10.1080/15538362.2020.1834896.
- Kropf, D. H. (2003). Enhancing meat color stability. Proceedings of the 56th American meat science association reciprocal meat conference (pp. 73-75). Columbia: Missouri.
- Krzywicki, K. (1979). Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. *Meat Science*, 3(1), 1-10. doi: 10.1016/0309-1740(79)90019-6.
- Lindahl, G., Lundstrom, K., & Tomberg, E. (2001). Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science*, 59(2), 141–151. doi: 10.1016/s0309-1740(01)00064-x.
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat science*, 71(1), 100–121. doi: 10.1016/j.meatsci.2005.03.003.
- Monino, I., Martínez, C., Sotomayor, J. A., Lafuente, A., & Jordán, M. J. (2008). Polyphenolic transmission to Segureño lamb meat from ewes' diet supplemented with the distillate from rosemary (*Rosmarinus officinalis*) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3363-3367.
- Morrissey, P. A., Sheehy, P. J., Galvin, K., Kerry, J. P., & Buckley, D. J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49 (Suppl. 1), S73-S86.
- Omar, S. N. C., Abdullah, J. O., Khairoji, K. A., Chin, S. C., & Hamid, M. (2013). Effects of flower and fruit extracts of *Melastoma malabathricum* Linn. on growth of pathogenic bacteria: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Salmonella typhimurium*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013(2):459089. doi: 10.1155/2013/459089.
- Omar, S. N. C., Abdullah, J. O., Khairoji, K. A., Chin, S. C., & Hamid, M. (2012). Potentials of *Melastoma malabathricum* Linn. flower and fruit extracts as antimicrobial infusions. *American Journal of Plant Sciences*, 3(8), 1127-1134. doi: 10.4236/ajps.2012.38136.
- Park, J. H., Kang, S. N., Shin, D., & Shim, K. S. (2015). Antioxidant enzyme activity and meat quality of meat type ducks fed with dried Oregano (*Origanum vulgare* L.) powder. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(1), 79-85. doi: 10.5713/ajas.14.0313.
- Pastsart, U. (2019). Effect of *Melastoma malabathricum* supplementation in drinking water on growth performance, carcass and meat quality of broilers. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(Suppl. 1), 769-774. (in Thai)
- Pastsart, U., De Boever, M., Claeys, E., & De Smet, S. (2013). Effect of muscle and post-mortem rate of pH and temperature fall on antioxidant enzyme activities in beef. *Meat science*, 93(3), 681–686. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.008.
- Pastsart, U., Nakawiroj, P., Pimpa, O., Rattanawut, J., & Khamseekhiew, B. (2021). Antioxidant capacity and lipid oxidation in meat during cold storage of broilers fed with sweet basil (*Ocimum basilicum*) leaves. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49(Suppl. 2), 862-866. (in Thai)
- Qwele, K., Hugo, A., Oyedemi, S. O., Moyo, B., Masika, P. J., & Muchenje, V. (2013). Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat Science*, 93(3), 455–462.
- Renerre, M., Dumont, F., & Gatellier, P. (1996). Antioxidant enzyme activities in beef in relation to oxidation of lipid and myoglobin. *Meat Science*, 43(2), 111–121. doi: 10.1016/0309-1740(96)84583-9.
- Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry*, 113(4), 1202-1205.
- Song, F. L., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xiao, Q., Kuang, L., & Li, H. B. (2010). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Chinese medicinal plants. *International journal of molecular sciences*, 11(6), 2362-2372. doi: 10.3390/ijms11062362.
- Susanti, D., Sirat, H. M., Ahmad, F., Ali, R. M., Aimi, N., & Kitajima, M. (2007). Antioxidant and cytotoxic flavonoids from the flowers of *Melastoma malabathricum* L. *Food Chemistry*, 103(3), 710-716.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 44–48.

- Wang, L., Guo, H., Liu, X., Jiang, G., Li, C., Li, X., & Li, Y. (2019). Roles of *Lentinula edodes* as the pork lean meat replacer in production of the sausage. *Meat science*, 156(1), 44-51. doi: 10.1016/j.meatsci.2019.05.016.
- Yao, Y., Sang, W., Zhou, M., & Ren, G. (2010). Phenolic composition and antioxidant activities of 11 celery cultivars. *Journal of Food science*, 75(1), C9-C13. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01392.x.
- Zakaria, Z. A., Rofiee, M. S., Mohamed, A. M., Teh, L. K., & Salleh, M. Z. (2011). In vitro antiproliferative and antioxidant activities and total phenolic contents of the extracts of *Melastoma malabathricum* leaves. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 4(4), 248-256. doi: 10.1016/j.jams.2011.09.016.

Research article

A study on quality and sensory attributes of fresh sugarcane juice

Theerarat Chinnasaen* Parkpoom Thinkum Sangduan Chanachai and Piyarat Jungpol

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

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 8 October 2022

Revised: 18 December 2022

Accepted: 20 December 2022

Online published: 26 December 2022

Keyword

Suphanburi 50 (SP50)

Sri Samrong 1 (SR1)

Total Soluble Solid (TSS)

ABSTRACT

Fresh sugarcane juice is a well-renowned beverage for Thais for long time; however, the acceptance of it may be a limitation. Hence, the aims of this study are to evaluate the quality and sensory attributes of fresh sugarcane juice, 2 varieties (SP50 and SR1) and 2 promising clones (UTj10-3 and UTj10-19) with storage in the glass bottles for 0, 2, and 4 days at 4 °C. The results show that the various varieties/promising clones and storage times have had an effect on the quality and sensory attributes of fresh sugarcane juice, as demonstrated by the greenness (-a* value) and the blueness (-b* value) being highly significant and the lowest value are presented in SR1 as -2.750 and in SP50 as -1.371, correspondingly. Moreover, the greenness tends to lower when the storage time was longer. The highest total soluble solid (TSS), pH, and electrical conductivity (EC) are shown in UTj10-3 as 21.43 °Brix, SR1 as 5.51, and UTj10-19 as 4.114 mS/cm, correspondingly. Nevertheless, the storage times also are highly significant in EC and sedimentation. For sensory attributes, the consumers rate the accepted sensory evaluation score of UTj10-3 close to SP50, which is the highest accepted score when compared to others of the same storage time.

*Corresponding author

E-mail address: nongtheerarat@gmail.com (T. Chinnasaen)

Online print: 26 December 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.2022.31>



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

บทความวิจัย

การประเมินมูลค่าเศรษฐกิจปทุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มนลธิ ศรีเปารยะ เพ็ญพงษ์* และ ดาริน รุ่งกลิ่น

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 11 ตุลาคม 2565

แก้ไข: 19 ธันวาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 23 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 27 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

ปทุมชน

ประเมินมูลค่า

เศรษฐกิจ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปการใช้ประโยชน์ทรัพยากรของปทุมชน เพื่อประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจและศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อความเต็มใจจ่ายของปทุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากการสัมภาษณ์ประชาชนที่อาศัยในครัวเรือนหมู่ 4 บ้านควนยุง โดยใช้แบบสอบถามที่มีขนาดตัวอย่างจำนวน 280 ราย สถิติที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ การถดถอยโลจิสติก และแบบจำลองความเต็มใจจ่ายโดยวิธีสมมติเหตุการณ์ ผลการศึกษา ครัวเรือนใช้ประโยชน์จากปทุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัด สุราษฎร์ธานี พืชอาหารป่า ร้อยละ 36.99 วัตถุประสงค์ใช้ประโยชน์ในการบริโภคของปทุมชนอย่างเดียว ร้อยละ 66.43 ผลผลิตที่สร้างรายได้ คือ หน่อไม้ (*Bambusa vulgaris*) เห็ดโคน (*Termitomyces fuliginosus* Heim) เห็ดเสม็ด (*Boletus greiseipurpureus* Corner) เห็ดขอนขาว (*Lentinus squarrosulus* Mont.) ผักเห็ดลิง (*Gnetum gnemon* var. *tenerum*) ผักกูด (*Diplazium esculentum*) และน้ำผึ้ง (Honey) มูลค่าทางเศรษฐกิจปทุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง พบว่า มูลค่าเฉลี่ยทางตรงเฉลี่ยเท่ากับ 4,171.39 บาทต่อครัวเรือนต่อปี มูลค่าเฉลี่ยทางอ้อมเท่ากับ 884.16 บาทต่อครัวเรือนต่อปี และมูลค่าเศรษฐกิจปทุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เท่ากับ 5,055.55 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อความเต็มใจจ่าย คือ เพศ และความรู้ในการอนุรักษ์ปทุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทนำ

ทรัพยากรป่าไม้เป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์รวมถึงสัตว์ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เพราะเป็นแหล่งอำนวยความสะดวกทั้งทางอ้อมและทางตรง ป่าไม้มีความสำคัญต่อมนุษย์ เป็นแหล่งในการผลิตอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย รวมถึงยารักษาโรค ซึ่งเป็นปัจจัยสำหรับการดำรงชีวิต (Pattaratuma, 2007) ป่าไม้เป็นที่อยู่ให้สัตว์ป่าได้พึ่งพิง เป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำ เป็นแหล่งของอินทรีย์สารและแร่ธาตุที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตเป็นระบบนิเวศที่รวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพ แต่ทั้งนี้พบว่าในประเทศไทยมีการใช้ทรัพยากรป่าไม้ทำให้เกิดปัญหามากมาย จนนำมาสู่ผลกระทบตอป่าไม้ ระบบนิเวศและความเสื่อมโทรมของผืนป่าอย่างมาก

ประเทศไทยได้มีการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างต่อเนื่องผ่านแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติตั้งแต่ ฉบับที่ 1 (2504 - 2509) จนถึงปัจจุบันอยู่ในช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (2560-2565) การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรธรรมชาติทั้งสิ้น ทั้งนี้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ได้เน้นถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ ป่าไม้ เพื่อสร้างสมดุลทางธรรมชาติ มีการปกป้องและฟื้นฟูป่าไม้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติอย่าง

เป็นรูปธรรม มีการส่งเสริมการจัดการปทุมชน สนับสนุนกฎหมายเกี่ยวกับปทุมชน (Office of the National Economic and Social Development Board, 2016) นอกจากนี้มีบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัติปทุมชน โดยมีรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยรับรอง ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับปทุมชนเป็นป่านอกเขตป่านุรักษ์หรือพื้นที่อื่นของรัฐนอกเขตป่านุรักษ์ที่ได้รับอนุมัติให้จัดตั้งเป็นปทุมชน โดยชุมชนร่วมกับรัฐในการอนุรักษ์ ป่าไม้ จัดการ บำรุงรักษาตลอดจนใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพในปทุมชนอย่างสมดุลและยั่งยืน (Royal Thai Government Gazette, 2019)

จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปทุมชนที่ได้รับการรับรองจากกรมป่าไม้ในหลายพื้นที่ หนึ่งในนั้นคือ ปทุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง หมู่ที่ 4 ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีเนื้อที่ 52 ไร่ (Wipada, 2014) ภายในปทุมชนมีพืชพันธุ์ไม้ต่าง ๆ มากมายทั้งพันธุ์ไม้พื้นถิ่นและ พืชสมุนไพร ซึ่งพันธุ์ไม้ที่พบมีทั้งไม้หายากและไม้ป่าแห่งนี้ถือเป็นแหล่งผลิตและกักเก็บน้ำที่สำคัญของชุมชน เพราะน้ำจากป่าได้ไหลลงสู่สระน้ำขนาดใหญ่ของหมู่บ้านจากความสมบูรณ์ของผืนป่า ทำให้คนในชุมชน ได้ใช้ประโยชน์ร่วมกันทั้งทางตรงและอ้อม โดยการอุปโภค บริโภค ปทุมชนบ้านควนยุงยังเป็นแหล่งเรียนรู้ที่

*Corresponding author

E-mail address: ma_mai1234@hotmail.com (M. Sriporaya Penpong)

Online print: 27 December 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.2022.32>

สำคัญให้เยาวชน ผู้สนใจทั้งในและนอกชุมชนได้มาศึกษาเรียนรู้อย่างต่อเนื่องด้วยเป็นพื้นที่ป่าใกล้เมือง ทำให้คนกลุ่มต่าง ๆ และหน่วยงานมีความสนใจจะใช้พื้นที่ป่าเพื่อสร้างประโยชน์ทั้งส่วนรวมและส่วนตน (Khun Thale Subdistrict Municipality, 2017) จากทรัพยากรของป่าชุมชนดังกล่าวที่สร้างประโยชน์ให้กับชุมชนจึงเป็นที่มาว่าควรที่จะมีการอนุรักษ์ป่าชุมชนนี้ให้คงอยู่ถึงลูกหลานได้ แนวคิดทางเศรษฐศาสตร์นั้นได้นักเศรษฐศาสตร์ให้ความสำคัญของทรัพยากรป่าไม้ โดยนิยามมูลค่าที่สะท้อนถึงความพอใจของประชาชนที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และไม่ได้ใช้ประโยชน์ของผืนป่า (Boonthida, 2010) ทั้งนี้มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย มูลค่าที่เกิดจากการใช้ จำแนกเป็น การใช้ทางตรง เช่น มูลค่าจากอาหาร จากป่า ฟืน ไม้ใช้สอย แหล่งท่องเที่ยว รวมถึงจากการใช้ทางอ้อม เช่น มูลค่าจากการเป็นแหล่งป้องกันน้ำท่วม แหล่งสะสมคาร์บอน และมูลค่าเพื่อจะใช้ เช่น มูลค่าจากความหลากหลายของพันธุ์พืชและสัตว์ ส่วนมูลค่าที่เกิดจากการไม่ได้ใช้ จำแนกเป็น มูลค่าเพื่อลูกหลาน เพื่อเก็บไว้ให้ลูกหลานและมูลค่าที่เกิดจากการคงอยู่ เนื่องจากมีความสำคัญในระบบนิเวศ ในอดีตประเทศไทยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าป่าชุมชน เช่น Dethkhum (2016) ได้ประเมินมูลค่าของป่าชุมชน บ้านนาออก อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยใช้วิธีประเมินทางตรงด้วยวิธีการตลาดและทางอ้อม (ค่าความเต็มใจจะจ่าย) โดยได้มูลค่าของป่าจากการใช้ประโยชน์เท่ากับ 2,318,48 บาทต่อครัวเรือนต่อปี Noinarai et al. (2020) ประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์พื้นที่อุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ ใช้วิธีประเมินราคาตลาด โดยมีมูลค่า 183,593,362 บาทต่อปี Noiprom et al. (2019) ประเมินมูลค่าป่าชุมชนดงสามขา มูลค่าทางตรง (จากการขายของป่า) จำนวน 7,782,817.92 บาท และมูลค่าทางอ้อม (การใช้น้ำเพื่อการผลิตสินค้าเกษตรอื่น ๆ) จำนวน 538,290.09 บาท ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรของป่าชุมชน โดยใช้แนวคิดเศรษฐศาสตร์เพื่อประเมินมูลค่าโดยจำแนกเป็นมูลค่าการใช้ทางตรงจากการใช้ประโยชน์จากผืนป่า เช่น ของป่า ฟืน ทั้งในรูปแบบการนำมาจำหน่ายและการบริโภค ประเมินมูลค่าทางอ้อมเพื่อการคงอยู่ของป่าชุมชน (ด้วยวิธีการประเมินค่าความเต็มใจจะจ่าย) และศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์ป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อให้ทราบถึงมูลค่าที่เป็นตัวเงิน สร้างความอนุรักษ์หวงแหนผืนป่าดังกล่าวให้เกิดความยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ครัวเรือนหมู่ที่ 4 บ้านควนยุง ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 768 ครัวเรือน (Khun Thale Subdistrict Municipality, 2017) และคำนวณกลุ่มตัวอย่างใช้สูตรของทาร์ยามาเน (Yamane, 1976) จากการคำนวณ 263.01 ราย ทั้งนี้เนื่องจากมีการใช้เทคนิค CVM ต้องใช้กลุ่มของแบบสอบถาม 4 กลุ่มตามคำถามปลายปิด (ค่าความน่าจะเป็น) จึงใช้ตัวอย่างจำนวน 280 ครัวเรือน การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยกำหนดคุณสมบัติ คือ เป็นสมาชิกในครัวเรือนหมู่ที่ 4 บ้านควนยุง ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเป็นผู้ที่ยินดีตอบ

แบบสอบถามและให้สัมภาษณ์ข้อมูลจนเสร็จสิ้นกระบวนการสอบถามเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยใช้รูปแบบในการรวบรวมข้อมูลภาคสนามผ่านการใช้แบบสอบถาม โดยแบบสอบถามเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของครัวเรือนจากป่าชุมชน ความรู้และทัศนคติเกี่ยวกับป่าชุมชน ข้อมูลประเมินมูลค่าทางตรงจากทรัพยากรของป่าชุมชน คือ มูลค่าของการใช้ประโยชน์ของครัวเรือนจากผลผลิตจากป่าชุมชน และ ข้อมูลประเมินมูลค่าทางอ้อมโดยใช้สถานการณ์สมมติ รูปแบบคำถามปลายปิดขั้นเดียว (Close-ended single bounded) โดยมีสถานการณ์สมมติ คือ การรับทราบปัญหาหรือความเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่และหากมีการจ่ายเงินเพื่อการอนุรักษ์ฟื้นฟูเพื่อยังคงมีผืนป่าชุมชนคงไว้

การจัดกระทำและการวิเคราะห์

การประเมินมูลค่าเศรษฐศาสตร์ป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ใช้แนวคิดต้นทุนเศรษฐศาสตร์ในการประเมินมูลค่า จำแนกเป็น ต้นทุนทางตรงและต้นทุนทางอ้อม ทั้งนี้ ต้นทุนทางตรงเฉลี่ยและต้นทุนทางอ้อมเฉลี่ย ซึ่งมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ ดังนี้

ต้นทุนทางตรงเฉลี่ย การวิเคราะห์ผลประโยชน์ผลผลิตจากการใช้พื้นที่ป่าชุมชน จากการบริโภค จากการค้า คิดเป็นมูลค่าของผลผลิตจากป่าชุมชนเป็นค่าเฉลี่ย

ต้นทุนทางอ้อมเฉลี่ย ใช้วิธีการประเมินค่าโดยการสัมภาษณ์โดยตรง (Contingent valuation method หรือ CVM) เพื่อประเมินมูลค่าในการอนุรักษ์และคงอยู่ของป่าชุมชน โดยการถามบุคคลด้วยคำถามที่ทำให้บุคคลบอกระดับมูลค่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม โดยการสร้างสถานการณ์สมมติเพื่อเป็นข้อมูลเกี่ยวกับป่าชุมชนที่ต้องการประเมินมูลค่า โดยใช้คำถามเพื่อถามค่าความยินดีจะจ่ายหรือไม่ และจ่ายแล้วจะนำเงินเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้วยวิธีอย่างไร และสิ่งสำคัญ คือ ผู้ตอบแบบสอบถามควรคำนึงถึงข้อจำกัดของรายได้ อนึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม ที่เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับเพศ อายุ อาชีพ รายได้ ความรู้มาใช้ในการวิเคราะห์ค่าความเต็มใจจะจ่าย รวมถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเต็มใจจะจ่าย เพื่อสามารถนำไปช่วยในการส่งเสริมสนับสนุนการอนุรักษ์ป่าชุมชนนี้ไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ต้นทุนทางตรงเฉลี่ย เป็นการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางตรงจากการใช้พื้นที่ป่าชุมชน เป็นค่าเฉลี่ย ทั้งนี้ในการสำรวจข้อมูลพบว่ามีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ของป่าชุมชนในรูปแบบการบริโภคและจำหน่ายของจากป่า

ต้นทุนทางอ้อมเฉลี่ย ใช้แบบจำลองความเต็มใจจะจ่ายโดยวิธีสมมติเหตุการณ์

วิธีวัดค่าความเต็มใจจ่ายโดยใช้แบบจำลองเศรษฐมิติ ใช้วิเคราะห์ข้อมูล Double bounded close – ended คือ แบบจำลองถดถอยของคามาเรอน เพื่อใช้ในการประมาณค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจะจ่าย สามารถเขียนเป็นสมการ คือ

$$WTP = X_i\beta + \mu_i$$

โดยที่	WTP	คือ	ค่าความเต็มใจที่จะจ่าย
	X_i	คือ	ตัวแปรอิสระที่กำหนดขนาดของค่าความยินดีจะจ่าย
	β	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ
	μ_i	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อน

จากสมการนำมาประมาณค่าด้วยวิธี Maximum likelihood estimation จะได้ค่าพารามิเตอร์ แล้วนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ด้วยวิธีทางสถิติพารามิเตอร์ (Parametric method) และค่ามัธยฐานของ WTP ใช้การแจกแจงแบบสะสมเป็น Lognormal, Weibull และ Logistic distribution โดยสมการที่นำมาประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุด 4 เหตุการณ์ เป็นฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วมกันทุกเหตุการณ์ เป็นผลคูณความน่าจะเป็นของทุกเหตุการณ์แสดงได้ดังนี้

$$L = \Pr(\text{yes}, \text{yes}) \Pr(\text{Yes}, \text{No}) \Pr(\text{No}, \text{Yes}) \Pr(\text{No}, \text{No})$$

โดยที่ $\Pr(\text{yes}, \text{yes})$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของผู้ตอบยินดีจะจ่าย ณ ราคาเสนอครั้งแรก และราคาเสนอครั้งที่สอง

$\Pr(\text{Yes}, \text{No})$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของผู้ตอบยินดีจะจ่าย ณ ราคาเสนอครั้งแรก แต่ไม่มีความยินดีจะจ่ายราคาเสนอครั้งที่สอง

$\Pr(\text{No}, \text{Yes})$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของผู้ตอบไม่มีความยินดีจะจ่าย ณ ราคาเสนอครั้งแรก แต่มีความยินดีจะจ่ายราคาเสนอครั้งที่สอง

$\Pr(\text{No}, \text{No})$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของผู้ตอบไม่มีความยินดีจะจ่าย ณ ราคาเสนอครั้งแรก และราคาเสนอครั้งที่สอง

ทั้งนี้ใช้ Log likelihood function เพื่อนำไปประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุดด้วยวิธี Maximum likelihood estimation คือ

$$\ln L = \sum_{i=1}^n [l_{yy} \ln P_i^{yy} + l_{yn} \ln P_i^{yn} + l_{ny} \ln P_i^{ny} + l_{nn} \ln P_i^{nn}]$$

โดยที่ $l_{yy}, l_{yn}, l_{ny}, l_{nn}$ คือ ตัวแปรที่ชี้วัดค่า WTP ที่แท้จริง

ขั้นตอนในการเก็บข้อมูล คือ ใช้คำถามแบบเปิด ศึกษามูลค่าความเต็มใจจ่ายขั้นต้น ทำการศึกษาและกำหนดมูลค่าเริ่มต้นโดยการแจกแจงความถี่ข้อมูล (Histogram) ซึ่งพิจารณาฐานนิยม (Mode) โดยค่าที่ได้นำไปใช้กำหนดคำถามแบบปิดแบบสอบถามขั้นต่อไป และใช้คำถามปลายปิดในแบบสอบถาม เพื่อศึกษามูลค่าความเต็มใจจ่าย ความคงอยู่ของทรัพยากรป่าไม้ เป็นมูลค่าความเต็มใจจ่ายเฉลี่ย ทั้งนี้ในการวิจัยได้ทดสอบแบบสอบถาม (Pre-test) โดยใช้รูปแบบคำถามปลายเปิดเพื่อสอบถามสถานการณ์สมมติค่าความยินดีที่จะจ่ายในการฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชุมชนซึ่งเป็นมูลค่าทางอ้อมในการประเมินมูลค่าป่าชุมชนจำนวน 50 ชุด เพื่อทดสอบหาจำนวนเงินเริ่มต้น (Starting bid) และทดสอบหาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแบบสอบถามให้มีความสมบูรณ์ และมีความชัดเจนก่อนนำไปเก็บข้อมูลตัวอย่าง

ผลการทดสอบแบบสอบถาม (Pre-test) พบว่า ค่ายินดีจะจ่ายในการฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชุมชน มีค่าตั้งแต่ปฏิเสธการจ่ายหรือจ่ายศูนย์บาทต่อเดือนจนถึงสูงสุด 300 บาทต่อเดือน โดยค่าฐานนิยม

(Mode) ที่ใช้ในการกำหนดจำนวนเงินเริ่มต้นของค่ายินดีจะจ่ายในการฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชุมชน ดังนั้น กำหนดราคาเสนอ (Bid) 4 ระดับ คือ 10, 20, 50 และ 100 บาท และผู้ตอบยินดีจะจ่ายเงินให้เพิ่มราคาเสนอเป็นสองเท่าของราคาก่อนหน้าแล้วให้ตอบว่าใช่หรือไม่ ในทางกลับกันถ้าตอบว่าไม่ให้ ลดราคาลงมาครึ่งหนึ่งของราคาเดิม และนำมาหาความเต็มใจจะจ่าย (ต้นทุนทางอ้อม) และเมื่อได้ค่าต้นทุนทางตรงเฉลี่ย ต้นทุนทางอ้อมเฉลี่ยแล้วจึงนำมารวมกันเป็นมูลค่าเศรษฐศาสตร์ทั้งหมดเฉลี่ยต่อครัวเรือนต่อไป

สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเต็มใจจะจ่าย ได้ใช้การวิเคราะห์ตามแบบจำลองถดถอยโลจิสติก (Logit model) การศึกษาความสัมพันธ์ประกอบด้วยตัวแปร เพศ รายได้ต่อเดือน อาชีพ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน สถานภาพในครัวเรือน ความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชน ซึ่งสามารถเขียนแบบจำลองได้ดังนี้

$$WTP = \beta_0 + \beta_1 \text{Gender}_i + \beta_2 \text{Income}_i + \beta_3 \text{Occupation}_i + \beta_4 \text{Number of household member}_i + \beta_5 \text{Household Status}_i + \beta_6 \text{Knowledge}_i + u_i$$

โดยที่ ตัวแปรตาม คือ ความยินดีจะจ่าย (WTP) ยินดีจ่ายมีค่าเท่ากับ 1 และ ไม่ยินดีมีค่าเท่ากับ 0

ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย

ตัวแปร Gender คือ เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยที่ 1 = เพศชาย, 0 = เพศหญิง

Income คือ รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม (บาทต่อเดือน)

Occupation คือ อาชีพ โดยที่ 1 = ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย, 0 = อาชีพอื่น ๆ

Number of household member คือ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)

Household status คือ สถานภาพในครัวเรือน โดยที่ 1 = บุตร-ธิดา ของหัวหน้าครอบครัว, 0 = สถานภาพในครัวเรือนอื่น ๆ

Knowledge คือ ความรู้ในการอนุรักษ์ป่าชุมชน โดยที่ 1 = ความรู้ 6 - 10 คะแนน, 0 = ความรู้ระดับอื่น การวัดระดับความรู้มีข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีเกณฑ์ให้คะแนน คือ ตอบผิด = 0 ตอบถูก = 1 ทั้งนี้ถ้าผู้ตอบแบบสอบถามได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60 (0-5) หมายความว่าความรู้ต่ำ และผู้ตอบแบบสอบถามได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป หมายความว่า มีความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชนสูง

u_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

i คือ ครัวเรือนที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

สถิติที่ใช้การวิจัยเพื่อวิเคราะห์ มีดังนี้ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ การถดถอยโลจิสติก และ แบบจำลองความเต็มใจจะจ่ายโดยวิธีสมมติเหตุการณ์

ผลการวิจัย

การประเมินมูลค่าเศรษฐศาสตร์ป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกผลการศึกษา คือ การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน ประกอบด้วยมูลค่าเศรษฐศาสตร์ทางตรง มูลค่าเศรษฐศาสตร์ทางอ้อม (CVM) จากป่าชุมชน และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อค่าเต็มใจจะจ่ายในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าชุมชนโดยผลการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามรวมถึงการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนของครัวเรือน และวัตถุประสงค์ในการใช้ป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดัง Table 1

Table 1 General information.

Information	Frequency	Percentage
Gender (male)	162	57.50
The monthly income of the respondents (5,001-15,000 baht)	194	69.29
Occupation (farmer)	143	51.07
Number of household members (more than 4 people)	167	59.64
Household status (children of the head of the household)	211	75.36
Knowledge of community forest conservation	200	71.43
Utilization of community forest resources (more than 1 answer)		
Find plants in the forest	132	26.61
Wild food	253	51.01
Fuel wood	26	5.24
Herb	85	17.14
Objectives of collecting forest items from community forests		
For consumption only	186	66.43
For trade only	35	12.50
Both for consumption and for commercial purposes	59	21.07

จาก Table 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย ร้อยละ 57.50 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001 - 15,000 บาท ร้อยละ 69.29 ประกอบอาชีพ เกษตรกร ร้อยละ 51.07 จำนวนสมาชิกในครัวเรือนมากกว่า 4 คน ร้อยละ 59.64 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ บุตร-ธิดาของหัวหน้าครอบครัว ร้อยละ 75.36 ความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชนระดับสูง ร้อยละ 71.43 ครัวเรือนใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน พบว่า พืชอาหารป่า ร้อยละ 51.01 รองลงมา การหาของป่า ร้อยละ 26.61 และการนำไม้มาเป็นเชื้อเพลิง ร้อยละ 5.24 วัตถุประสงค์ของการเก็บหาของป่าจากป่าชุมชน พบว่า

เพื่อบริโภคอย่างเดียว ร้อยละ 66.43 รองลงมาเพื่อบริโภคและการค้าร้อยละ 21.07 และเพื่อการค้าอย่างเดียว ร้อยละ 12.50

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการใช้ประโยชน์ทางตรงจากป่าชุมชน ประกอบด้วยมูลค่าจากผลผลิตหน่อไม้ (*Bambusa vulgaris*) เห็ดโคน (*Termitomyces fuliginosus* Heim) เห็ดเสม็ด (*Boletus greseipurpureus* Corner) เห็ดขอนขาว (*Lentinus squarrosulus* Mont.) ผักเห็ดเลี้ยง (*Gnetum gnemon* var. *tenerum*) ผักกูด (*Diplazium esculentum*) และน้ำผึ้ง (Honey) มีรายละเอียดดัง Table 2

Table 2 The results of the analysis direct utilization value.

Products from the forest	Value (Baht)	Average baht per household per year
<i>Bambusa vulgaris</i>	1,530	191.25
<i>Termitomyces fuliginosus</i> Heim	9,000	750.00
<i>Boletus greseipurpureus</i> Corner	1,520	217.14
<i>Lentinus squarrosulus</i> Mont.	2,560	256.00
<i>Gnetum gnemon</i> var. <i>tenerum</i>	1,720	215.00
<i>Diplazium esculentum</i>	710	142.00
Honey	9,600	2,400.00
Total	26,640	4,171.39

จาก Table 2 พบว่า ผลผลิตที่สร้างรายได้จากป่าชุมชนจะเป็นสินค้าประเภทหน่อไม้ เห็ดโคน เห็ดเสม็ด เห็ดขอน ผักเห็ดเลี้ยง ผักกูด น้ำผึ้ง โดยพบว่า หน่อไม้ มีมูลค่าทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 191.25 บาท เห็ดโคนมูลค่าทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 750.00 บาท เห็ดเสม็ดมูลค่าทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 217.14 บาท เห็ดขอน มูลค่าทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 256.00 บาท ผักเห็ดเลี้ยงมูลค่าทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ

215.00 บาท ผักกูดมูลค่าทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 142.00 บาท และ น้ำผึ้งมูลค่าทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 2,400.00 บาท โดยเฉลี่ยแล้วมูลค่าทางตรงจากป่าชุมชน เท่ากับ 4,171.39 บาท

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อมจากป่าชุมชน ใช้เทคนิคการประเมินมูลค่าความเต็มใจจะจ่าย ได้ผลการวิเคราะห์ดัง Table 3

Table 3 The results of the analysis of the willingness to pay (indirect benefit).

	Coef.	Std. Err.	Z	$p > Z $	[95 % Conf. Interval]	
WTP	73.684	4.262	17.290	0.000*	65.331	82.037
Sigma	70.841	3.026			65.152	77.028
LR Chi2=0.000 Log likelihood = -1213.098						

* At the significance level 0.01

จาก Table 3 ความเต็มใจที่จะจ่ายมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 73.68411 บาทต่อครัวเรือน และค่าเฉลี่ยแบบช่วงระหว่าง 65.33079 – 82.03742 บาทต่อครัวเรือน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังนั้น มูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อมจากป่าชุมชนต่อเดือน จะเท่ากับ 73.68 บาท

และต่อปีจะเท่ากับ 884.16 บาทต่อครัวเรือน

ผลการประเมินมูลค่าเศรษฐกิจป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติ บ้านควนยุงจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้จำแนกเป็นมูลค่าเฉลี่ยตรงและอ้อม โดยเฉลี่ยต่อปีต่อครัวเรือน ดัง Table 4

Table 4 The results of the economic valuation of Chaleom Pkra Kiat communities forests, Ban Khuan Yung, Surat Thani Province.

Average value	Baht per year per household	Percentage
Direct average value	4,171.39	82.51
Indirect average value	884.16	17.49
Total	5,055.55	100

จาก Table 4 พบว่า มูลค่าเฉลี่ยทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 4,171.39 บาทต่อปีต่อครัวเรือน ร้อยละ 82.51 มูลค่าเฉลี่ยทางอ้อมเท่ากับ 884.16 บาทต่อปีต่อครัวเรือน ร้อยละ 17.49 และมูลค่าเศรษฐกิจป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เท่ากับ 5,055.55 บาทต่อปีต่อครัวเรือน

นอกจากนี้การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อค่าความยินดีจะจ่ายในการอนุรักษ์ป่าชุมชน โดยใช้ตัวแปร คือ เพศ รายได้ต่อเดือน อาชีพ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน สถานภาพในครัวเรือน ความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชน ดัง Table 5

Table 5 Factors affecting the willingness to pay.

WTP	Odds Ratio	Std. Err.	Z	$p > Z $	[95 % Conf. Interval]	
Gender	1.76	0.50	2.00	0.046**	1.10	3.04
Income	1.43	0.42	1.21	0.227	0.80	2.56
Occupation	1.28	0.36	0.88	0.377	0.74	2.21
Number of household members	1.35	0.39	1.05	0.293	0.77	2.35
Household status	1.36	0.42	1.00	0.316	0.74	2.49
Knowledge	1.62	0.47	1.66	0.097***	0.92	2.87
Cons	0.54	0.26	1.28	0.000*	0.21	1.38

LR chi2 = 11.35 Prob > chi2 = 0.0781 Pseudo R2 = 0.0332

Source: from the calculation

Note: * At the significance level 0.01 ** At the significance level 0.05 *** At the significance level 0.10

จาก Table 5 ปัจจัยด้านเพศ มีความสัมพันธ์ต่อค่าความเต็มใจจ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หากการศึกษาที่มีจำนวนเพศชายเพิ่มขึ้น มีโอกาสหรือมีความเป็นไปได้ที่จะตัดสินใจจ่าย (ความเต็มใจจ่าย) เพิ่มขึ้น 1.76 เท่า และปัจจัยด้านความรู้ในการอนุรักษ์ป่าชุมชน หากมีผู้ที่มีความรู้เกินร้อยละ 60 เพิ่มขึ้น 1 คน มีโอกาสหรือมีความเป็นไปได้ที่จะตัดสินใจจ่าย (ความเต็มใจจ่าย) เพิ่มขึ้น 1.62 เท่า

วิจารณ์ผลการวิจัย

มูลค่าทางเศรษฐกิจป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง ได้จำแนกเป็นมูลค่าเฉลี่ยทางตรงเฉลี่ยมาจากการเก็บพืชจากป่าไปจำหน่าย เช่น หน่อไม้ ผักกูด ผักเหลียง เห็ด โดยได้มูลค่าเฉลี่ยต่อปีต่อครัวเรือน 4,171.39 บาท และการประเมินมูลค่าเฉลี่ยทางอ้อมจากการใช้ประโยชน์จากผืนป่าในอนาคตโดยใช้เทคนิคการประเมินมูลค่าความเต็มใจจะจ่าย โดยคิดเป็นต่อปีต่อครัวเรือนเท่ากับ 884.16 บาท เมื่อนำผลจากมูลค่าทางตรงและมูลค่าทางอ้อม พบว่า มูลค่าเศรษฐกิจป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เท่ากับ 5,055.55 บาทต่อปีต่อครัวเรือน นั้นหมายความว่า ป่าชุมชนได้สร้างประโยชน์ต่อครัวเรือน ในการเป็นแหล่งอาหาร การสร้างรายได้ รวมถึงการที่ครัวเรือนเองมีความห่วงใยในทรัพยากรจากป่าชุมชนให้คงอยู่ไว้ เช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของ Sin et al.

(2022) ประชาชนยินดีจ่ายเพื่อปกป้องผืนป่าในมาเลเซีย โดยนำเงินที่ได้ นั้นใช้สำหรับกิจกรรมการอนุรักษ์ป่า เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Novizantara et al. (2022) พบว่า ระบบนิเวศป่าชายเลนมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ เป็นมูลค่าผลประโยชน์โดยตรง 197,282.36 เหรียญสหรัฐ และผลประโยชน์ทางอ้อมสูงสุดที่ 5,085,645.27 เหรียญสหรัฐ รวมถึงผลการศึกษาของ Noiprom et al. (2019) ศึกษาป่าชุมชนดงสามขา: มูลค่าและคุณค่าทางเศรษฐกิจบ้านน้ำแคม อำเภอลำทะลุ จังหวัดเลย สร้างรายได้ให้กับชาวบ้านน้ำแคม มูลค่า 17,836.71 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์ป่าชุมชน พบว่า ปัจจัยความรู้ในการอนุรักษ์ กล่าวคือ หากประชาชนมีความรู้ วิธีการอนุรักษ์ การรักษาดูแลป่า นั้น จะส่งผลต่อการให้ป่าคงอยู่ไว้ ทั้งนี้ผลการศึกษา สอดคล้องกับ Bundid et al. (2018) เรื่องการรับรู้เกี่ยวกับป่าชุมชนจะมีผลเชิงบวกในการอนุรักษ์ป่าชุมชน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Aumjiw (2020) พบว่า ควรมีการจัดอบรมเกี่ยวกับการทรัพยากรป่าไม้ การสร้างกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าชุมชน รวมถึง พบว่า การให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สร้างทัศนคติในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่และส่งผลต่อพฤติกรรมในการเฝ้าระวังดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ดังนั้น จากผลวิจัยดังกล่าวชุมชนควรมีการจัดตั้งกองทุนเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์ป่าชุมชนคงไว้และให้เกิดความยั่งยืน และนำเงินจากกองทุนมาดำเนินการกระบวนการสร้างองค์ความรู้ถ่ายทอดกับ

ประชาชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากป่า ไม่ให้เกิดความเสื่อมโทรม การพัฒนาผืนป่าให้เกิดความสมบูรณ์ รวมถึงเมื่อมีการสร้างองค์ความรู้แล้วนั้น ให้น้องค์ความรู้ที่ได้นำมา ประยุกต์ใช้ในป่าชุมชน สร้างจิตสาธารณะ เกิดความหวงแหนร่วมกัน เช่น การปลูกป่า การเฝ้าระวังผู้ที่ทำลายป่า การบุกรุก เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

ประโยชน์จากทรัพยากรของป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ผลผลิตที่สร้างรายได้จากป่าชุมชน จะเป็นสินค้าประเภทหน่อไม้ เห็ดโคน เห็ดเสม็ด เห็ดขอน ผักเหลียง ผักกูด น้ำผึ้ง โดยหน่อไม้ ผักเหลียง จะสามารถเก็บผลผลิตได้เกือบทั้งปี ส่วนผักอื่น ๆ จะเป็นไปตามฤดูกาล คือ เห็ดชนิดต่าง ๆ และน้ำผึ้ง มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง มูลค่าทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 4,171.39 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ร้อยละ 82.51 มูลค่าทางอ้อมเฉลี่ยเท่ากับ 884.16 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ร้อยละ 17.49 และมูลค่าเศรษฐศาสตร์ป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติบ้านควนยุง เท่ากับ 5,055.55 บาทต่อครัวเรือนต่อปี นับได้ว่ามีคุณประโยชน์และสร้างมูลค่าจากทรัพยากรของผืนป่า ดังนั้น เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์ป่าชุมชนไว้ให้คงอยู่ถึงลูกหลานควรมีการผลักดันนโยบายจากภาครัฐในการอนุรักษ์รวมถึงการฟื้นฟู อาจอยู่ในรูปการจัดตั้งกองทุนเพื่อสนับสนุนการดำเนินกิจกรรม การออกข้อกฎหมาย ข้อบังคับ หรือพระราชบัญญัติในการคุ้มครองพื้นที่ป่าเพื่อให้คงอยู่ถึงลูกหลาน นอกจากนี้ควรสร้างองค์ความรู้ในการอนุรักษ์ หวงแหน และทัศนคติที่ดีในการคงไว้ของป่าชุมชนให้กับประชาชนในพื้นที่ สร้างแรงจูงใจจากประชาชนในพื้นที่ให้รักและหวงแหน เป็นกำลังสำคัญในการดูแลป่าชุมชน เน้นการมีส่วนร่วมดำเนินการฟื้นฟูและอนุรักษ์ โดยให้ชุมชนเป็นรากฐานโดยการให้โอกาสแก่สาธารณชนในการมีหน้าที่รับผิดชอบทรัพยากรของตนเอง อาจเริ่มต้นจากโรงเรียน วัด ชุมชนเป็นพื้นฐาน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่สละเวลาในการให้ข้อมูล รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้นำชุมชน และผู้ช่วยนักวิจัยทุกท่านที่ทำงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

- Aumjiw, S. (2020). *Factors affecting participation in forest resource conservation of the people in the area Ban Sahakon sub-district, Chiangmai Province*. (Master's thesis). Chiangmai: Mae Jo University. (in Thai)
- Boonthida, K. (2010). *Guideline for the economic valuation of terrestrial forest ecosystems from direct utilization* (1st ed.). Bangkok: Format Company Associates Limited. (in Thai)
- Dethkhum, P. (2016). *An economics valuation of a community forest in Ban Na Kok, Bo Kluea district,*

- Nan Province, Thailand*. (Master's thesis). Bangkok: Thammasat University. (in Thai)
- Khun Thale Subdistrict Municipality. (2017). *Four-year local development plan (2018 - 2021)*. Accessed January 30, 2020. Retrieved from <http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER/46/DRAWER036/>
- Noinarai, T., Sunthornhao, P., & Pothitan, R. (2020). Utilization of non-timber forest products by the local communities around Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum Province. *Thai Journal of Forestry*, 39(2), 137-150. (in Thai)
- Noiprom, N., Wilaikaew, A., & Kulutnam, T. (2019). Dong Sam Kha community forest: Economic values of Nam Kam Village, Tha Li district, Loei Province. *Research and Development Journal Loei Rajabhat University*, 14(50), 1-12. (in Thai)
- Novizantara, A., Mulyadi, A., Tang, U. M., & Putra, R. M. (2022). Calculating economic valuation of mangrove forest in Bengkalis Regency, Indonesia. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(5), 1629-1634. doi: org/10.18280/ijdsdp.170528.
- Office of the National Economic and Social Development Board. (2016). *The twelfth national economic and social development plan, 2017-2021*. Accessed January 30, 2020. Retrieved from https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422 (in Thai)
- Pattaratuma, A. (2007). Forest problems in Thailand. *Journal of forest management*, 1(2), 86-100. (in Thai)
- Royal Thai Government Gazette. (2019). *The community forest act*. Accessed January 30, 2020. Retrieved from <http://forestinfor.forest.go.th/Content/file/law136-290562-71.pdf> (in Thai)
- Sin, M. S., Kamaludin, M., Qing, W. H., & Abdullah, M. (2022). Public awareness and willingness to pay (WTP) for forest conservation in Malaysia. *International forestry review*, 24(1), 98-112. doi: org/10.1505/146554822835224865.
- Wipada, W. (2014). *Project for studying guidelines for community forest conservation by participation between youth groups, temples and Ban Khuan Yung community, Khun Thale Sub-district, Mueang District, Surat Thani Province*. Bangkok: Office of the Science Promotion Commission Research and innovation. (in Thai)
- Yamane, T. (1976). *Statistics: An introductory analysis* (2nd ed.). New York: Harper and Row.

Research article

Economic valuation of Chaloem Phra Kiat community forest, Ban KhuanYung, Surat Thani Province

Manolee Sripaoraya Penpong* and Darin Rungklin

Faculty of Management Sciences, Surat Thani Rajabhat University, Mueang, Surat Thani, 84100

ARTICLE INFO

Article history

Received: 11 October 2022

Revised: 19 December 2022

Accepted: 23 December 2022

Online published: 27 December 2022

Keyword

Community Forests

Valuation

Economics

ABSTRACT

The objective of this research was to study general information on resource utilization of community forests, to assess the economics value and study of factors related to willingness to pay of Chaloem Phra Kiat community forest, Ban Kuan Yung, Khun Thale Sub-district, Mueang District, Surat Thani Province. Data used in the research were interviews with people living in households Moo 4 Ban Khuan Yung. A questionnaire with a sample size of 280 cases was used. Statistics used for analysis were frequency, mean, standard deviation, percentage, logistic regression and the willingness to pay model by hypothetical method. The results of the study households utilized the community forest in Ban Kuan Yung, Khun Thale Sub-district, Mueang District, Surat Thani Province, wild food plants were 36.99 %. Objectives for utilization for forest consumption only 66.43 %. Income producing products are *Bambusa vulgaris*, *Termitomyces fuliginosus* Heim, *Boletus greiseipurpureus* Corner, *Lentinus squarrosulus* Mont., *Gnetum gnemon* var. *tenerum*, *Diplazium esculentum* and honey. The economic value of Chaloem Phra Kiat community forest, Ban Kuan Yung found that the average direct average value was 4,171.39 baht per household per year. The average indirect value is 884.16 baht per household per year, and the value of community forest economics in honor of Ban Kuan Yung Surat Thani Province, equal to 5,055.55 baht per household per year. The factor associated with willingness was gender and knowledge in community forest conservation with statistical significance.

*Corresponding author

E-mail address: ma_mai1234@hotmail.com (M. Sripaoraya Penpong)

Online print: 27 December 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.2022.32>



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

บทความวิจัย

ผลของชนิดวัสดุห่อต่อคุณภาพผลผลิตมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คแจ๊ค

นุชจรี สิงห์พันธ์ และ ศิวตล แจ่มจำรัส*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 17 ตุลาคม 2565

แก้ไข: 13 ธันวาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 13 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

มะเดื่อฝรั่ง

ห่อผล

คุณภาพผลผลิต

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ของวัสดุห่อต่อคุณภาพผลผลิตมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คแจ๊คโดยใช้วัสดุห่อผล 4 ชนิด ได้แก่ ถุงผ้าแพร แบบโปร่ง ถุงกระดาษสีขาว ถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาล และถุงผ้าใยสังเคราะห์ เปรียบเทียบกับการไม่ห่อผล พบว่า ถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลเป็นวัสดุชนิดเดียวที่แสงไม่สามารถส่องผ่านได้ส่งผลให้มะเดื่อฝรั่งมีค่าสี L^* a^* b^* Chroma (c^*) และ Hue angle (h°) มีค่าแตกต่างจากวัสดุห่อชนิดอื่น โดยมีค่า L^* เพิ่มขึ้นหลังจากห่อผลส่วนค่า a^* หลังห่อผลมีค่าน้อยที่สุด ค่า b^* มีค่ามากที่สุด ค่าของ c^* และ h° สูงกว่าวัสดุห่อชนิดอื่น การไม่ห่อผลส่งผลให้มะเดื่อฝรั่งมีน้ำหนักต่อผลมากกว่าการห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลและถุงผ้าใยสังเคราะห์ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างกัน

บทนำ

มะเดื่อฝรั่ง (*Ficus carica* Linn.) เป็นผลไม้ที่ปลูกเชิงพาณิชย์ ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ตุรกี และอิตาลี เป็นต้น ส่วนในประเทศไทยมะเดื่อฝรั่งได้นำเข้ามาปลูกในปี 2512 และเริ่มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากมะเดื่อฝรั่งเป็นผลไม้ที่ให้ผลผลิตเร็วและไม่พบปัญหาเรื่องการออกดอกและติดผล อีกทั้งยังเป็นผลไม้ที่มีหลากหลายสายพันธุ์มีลักษณะของผลผลิตที่มีผลสีแดง ม่วง ดำ เขียว และผลลาย จัดเป็นไม้ผลที่แปลกและหายากในบางพันธุ์ นอกจากนี้มะเดื่อฝรั่งยังเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เช่น แคลเซียม วิตามินเอ บี และซี รวมทั้งเป็นผลไม้ที่มีใยอาหารสูง(Chairaungyoth, 2008) โดยมะเดื่อฝรั่งนิยมขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่ง ปักชำ และเสียบยอด ซึ่งกิ่งตอนที่ย้ายลงปลูกในดินสามารถให้ผลผลิตได้หลังการย้ายปลูก 5-6 เดือน และผลผลิตสามารถจำหน่ายได้ในราคา 200-300 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมะเดื่อฝรั่งส่วนผลอบแห้งราคา 800-1,000 บาทต่อกิโลกรัม นับว่าเป็นผลผลิตที่มีราคาสูงเหมาะกับการส่งเสริมให้เป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง (Suksomboon, 2016)

มะเดื่อฝรั่งเป็นพืชที่มีปัญหาเกี่ยวกับโรคแมลงในช่วง อาจพบโรคใบจุดสีแดงเข้ม และราสีเทา นอกจากนี้ยังพบไส้เดือนฝอยเข้าทำลายรากมะเดื่อดูน้ำเลี้ยงจากใบ ค้างจางลำต้นเพื่อวางไข่จนเป็นตัวแทนของกินเนื้อเยื่อภายในลำต้น มีเสื่อกลางคื่นและแมลงวันผลไม้วางไข่และเป็นตัวแทนทำลายผล (Chantakarak, 2003) และศัตรูอื่น ๆ เช่น นก ซึ่งวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ในการป้องกันผลผลิตคือ

การห่อผล โดยทำการห่อผลในช่วงที่มะเดื่อฝรั่งเริ่มเปลี่ยนสี ซึ่งการห่อผลในผลไม้หลายชนิด มีวัตถุประสงค์แตกต่างกันไป เช่น เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลง รวมทั้งสัตว์อื่น ๆ เช่น นก ค้างคาว การควบคุมลดการแพร่ระบาดของโรค และเพิ่มคุณภาพของผลผลิต ทั้งในส่วนองสีผิว และเนื้อสัมผัสเป็นต้น (Nampradit, 2001) โดย Butkrachang & Meakbungwan (2008) กล่าวว่า การห่อผลมะม่วงมหาชนกโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ได้แก่ ไม่ห่อผล กระดาษเคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกบาง กระดาษสำหรับพิมพ์งาน กระดาษหนังสือพิมพ์ และกระดาษสำหรับห่อผลไม้เชิงการค้า ไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อผลมะม่วง ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และค่าความสว่างของสี L^* และ ค่า b^* แต่มีผลต่อค่าสี a^* (สีแดง) โดยการห่อผลด้วยกระดาษเคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกบาง มีการเกิดสีแดงที่ผิวของผลน้อยกว่าวัสดุชนิดอื่น และจากการศึกษาของ Maichoo (2007) ได้ทำการศึกษาลงของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกลำใยพันธุ์ดอ พบว่าการห่อผลลำใยในทุกช่วงฤดูมีผลทำให้เปลือกผลลำใยมีสีเหลืองหรือสีเหลืองอมเขียวมากกว่าการไม่ห่อผล โดยสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกได้ภายใน 7 สัปดาห์ โดยถึงแม้จะมีผลต่อสีผิวของเปลือกแต่การห่อผลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเปลือก นอกจากนั้นการห่อผลในช่วงฤดูปกติมีผลทำให้ความยาวของผลมากกว่าการไม่ห่อผล

ดังนั้นการศึกษาวสดุที่เหมาะสมในการห่อผลมะเดื่อฝรั่งเพื่อป้องกันศัตรูพืช ผลผลิตที่มีคุณภาพและไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพ

*Corresponding author

E-mail address: siwadon.cha@pcru.ac.th (S. Chaemchamrat)

Online print: 28 December 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.2022.33>

ผลผลิตโดยรวม ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการใช้วัสดุห่อผลที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลผลิตมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คแจ๊ค

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งออกเป็น 5 กรรมวิธีประกอบไปด้วยวัสดุห่อผล 5 แบบ ได้แก่ 1) ไม่ห่อผล (control) 2) ถุงผ้าแพรแบบโปร่ง 3) ถุงกระดาษสีขาว 4) ถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาล และ 5) ถุงผ้าใยสังเคราะห์ ทำกรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ผล โดยทำการห่อผลทีละผล

วิธีการดำเนินงาน

คัดเลือกต้นมะเดื่อฝรั่งอายุประมาณ 4 ปี ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ติดผลในช่วงเดือนเมษายนมีการติดผลที่สม่ำเสมอ ทำการสุ่มผลผลิตที่ติดผลในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อใช้สำหรับการทดลอง ในช่วงเดือนมิถุนายนจากนั้นห่อผลโดยใช้วัสดุห่อผลที่กำหนดไว้ในแต่ละกรรมวิธีในแต่ละต้นจะทำการห่อผลครบทุกกรรมวิธี โดยเริ่มห่อผลเมื่อผลมะเดื่อฝรั่งมีอายุ 8 สัปดาห์ หลังติดผล และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อผลแก่เต็มที่โดยมีการเปลี่ยนสีผิวของผลจากสีเขียวเป็นสีแดง หรือในช่วง 12 สัปดาห์หลังติดผลในช่วงเดือนกรกฎาคม

การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกแสงสว่างด้วยเครื่องวัดแสง (Lux) Uni-T รุ่น Ut383 ค่าสีของมะเดื่อฝรั่งด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น MiniScan EZ 45/0 LAV วัดในระบบ CIE L*, a* และ b* ซึ่งค่า L* คือ ค่าความสว่าง ค่า +a* คือ ค่าสีแดง ค่า -a* คือ ค่าสีเขียว ค่า +b* คือ ค่าสีเหลือง ค่า -b* คือ ค่าสีน้ำเงิน ค่า Chroma (Co) คือ ค่าความเข้มของสี ค่า Hue (ho) คือ ค่ามุมของสี Chroma (Co) = $(a^2 + b^2)^{1/2}$ Hue = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ เมื่อ $\Delta L^* = L^* (\text{หลังห่อผล}) - L^*_0$, $\Delta a^* = a^* (\text{หลังห่อผล}) - a^*_0$ และ $\Delta b^* = b^* (\text{หลังห่อผล}) - b^*_0$ L*, a* และ b* คือ ค่าสีของมะเดื่อฝรั่งก่อนห่อผล (Chatsuwan & Areekul, 2010) ขนาดของผลก่อนห่อผลและหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิทัล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยใช้ Hand refractometer ชั่งน้ำหนักต่อผลด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง และทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการวิจัย

ปริมาณแสงที่ส่องผ่าน

จากการวัดปริมาณแสงที่ส่องผ่านวัสดุห่อผลพบว่า ถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลเป็นวัสดุชนิดเดียวที่แสงไม่สามารถส่องผ่านได้โดยมีปริมาณแสงที่ส่องผ่านในทุกช่วงเวลาเท่ากับ 0 Lux โดยในช่วงเวลา 14.00 น. วัสดุห่อทุกชนิดยกเว้นถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลมีความสามารถในการส่องผ่านของแสงได้ลดลงโดยมีค่าอยู่ในช่วง 1148.33-1,849.25 Lux ในขณะที่การไม่ห่อผลมีความเข้มแสงมากที่สุดเท่ากับ 2,803.00 Lux ส่วนช่วงเวลา 16.00 น. วัสดุห่อทุกชนิดยกเว้นถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลมีค่าอยู่ในช่วง 1,361.80-1,613.50 Lux ส่วนการไม่ห่อผลมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 2,458.50 Lux (Table 1)

สีผิวของผล

สีผิวของผลหลังห่อผลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยทั้งค่าสี L* a* b* c* (Chroma) และ hue angle ถุงคาร์บอนสีน้ำตาลมีค่าสีแตกต่างจากวัสดุห่อผลชนิดอื่น โดยมีค่า L* เพิ่มขึ้นหลังจากห่อผล ในขณะที่วัสดุห่อผลชนิดอื่นมีค่า L* ที่ลดลงหลังห่อผลซึ่งมีค่า L* กับ 72.62 และ 42.65-46.96 ตามลำดับ ส่วนค่า a* นั้นถุงคาร์บอนสีน้ำตาลมีค่า a* หลังห่อผลน้อยที่สุดซึ่งมีค่ากับ 1.98 ในขณะที่วัสดุห่อผลชนิดอื่นมีค่าอยู่ในช่วง 12.66-14.45 (Table 2) ค่า b* ถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลมีค่ามากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 50.85 ส่วนวัสดุชนิดอื่นมีค่าอยู่ในช่วง 22.71-27.87 ซึ่งส่งผลให้ผลมะเดื่อฝรั่งที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลมีค่าของ c* และ ho สูงกว่าวัสดุห่อชนิดอื่น โดยมีค่า c* หลังห่อผลเท่ากับ 50.91 และ ho เท่ากับ 87.74 โดยการไม่ห่อผลและวัสดุห่อผลทุกชนิดยกเว้นถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาล ผลมะเดื่อฝรั่งมีสีผิวผลเปลี่ยนเป็นสีแดงอมม่วง ส่วนถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลมีสีผิวผลเป็นสีเหลืองแกมแดง (Table 3)

ขนาดผล

ผลมะเดื่อฝรั่งเมื่อเริ่มทดลอง (ก่อนห่อผล) จนถึงช่วงการเก็บเกี่ยวมีขนาดผลไม่แตกต่างกัน โดยก่อนห่อผลมีความกว้างผลอยู่ในช่วง 27.35-28.59 มิลลิเมตร มีความยาวผลอยู่ในช่วง 27.68-28.20 มิลลิเมตร และเมื่อเก็บเกี่ยวมีความกว้างผลอยู่ในช่วง 34.63-37.02 มิลลิเมตร มีความยาวผลอยู่ในช่วง 33.00-35.96 มิลลิเมตร (Table 4)

น้ำหนักต่อผลนั้นการไม่ห่อผลมีน้ำหนักต่อผลมากกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับการห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลและถุงผ้าใยสังเคราะห์โดยมีน้ำหนักต่อผลเท่ากับ 24.19 และ 18.69-19.31 กรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้นั้นไม่มีความแตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 9.00-11.50 °Brix (Table 5)

Table 1 The amount of light transmitted through the bagging material (Lux) at different times of the day.

Treatment	Light impermeable (Lux)				
	8.00 am	10.00 am	12.00 am	2.00 pm	4.00 pm
Unbagged	1,902.00 ^a	2,785.80 ^a	4,553.80 ^a	2,803.00 ^a	2,458.50 ^a
Satin transparent bag	1,292.30 ^a	2,638.50 ^a	2,851.70 ^b	1,849.25 ^b	1,613.50 ^b
White paper bag	1,390.40 ^a	2,660.10 ^a	2,902.80 ^b	1,616.83 ^b	1,361.80 ^b
Brown carbon bag	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^d	0.00 ^d	0.00 ^c
Synthetic fiber bag	1,317.00 ^a	2,018.20 ^a	1,953.80 ^c	1,148.33 ^c	1,332.70 ^b
F-test	**	**	**	**	**
CV %	24.37	16.66	12.37	7.93	18.73

** Means there was a highly significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column (p < 0.01).

Table 2 Effect of bagging materials on L* and a* value of Black Jack fig

Treatment	L*			a*		
	L* (before)	L* (after)	ΔL^*	a* (before)	a* (after)	Δa^*
Unbagged	48.47	42.65 ^b	-5.86 ^b	-9.12	14.02 ^a	23.14 ^a
Satin transparent bag	50.19	46.96 ^b	-3.22 ^b	-9.34	13.71 ^a	23.05 ^a
White paper bag	49.87	44.95 ^b	-4.93 ^b	-9.43	14.45 ^a	23.88 ^a
Brown carbon bag	50.16	72.62 ^a	22.47 ^a	-9.53	1.98 ^b	11.51 ^b
Synthetic fiber bag	49.10	43.18 ^b	-5.92 ^b	-9.30	12.66 ^a	21.96 ^a
F-test	ns	**	**	ns	**	**
CV %	3.91	11.04	10.29	29.18	20.81	10.84

ns means no significant difference (p > 0.05)

** Means there was a highly significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column (p < 0.01)

Table 3 Effect of bagging materials on b*, chroma and hue angle value of Black Jack fig

Treatment	b* color			Chroma (c*)		Hue angle (h°)	
	b* (before)	b* (after)	Δb^*	c* (before)	c* (after)	h° (before)	h° (after)
Unbagged	34.96	25.60 ^b	-9.37 ^b	36.12	29.52 ^b	-75.37	60.30 ^b
Satin transparent bag	37.50	27.87 ^b	-9.63 ^b	38.65	31.27 ^b	-76.01	63.08 ^b
White paper bag	37.15	26.38 ^b	-10.77 ^b	38.33	30.54 ^b	-75.76	59.89 ^b
Brown carbon bag	36.98	50.85 ^a	13.87 ^a	38.19	50.91 ^a	-75.53	87.74 ^a
Synthetic fiber bag	35.80	22.71 ^b	-13.09 ^b	36.99	26.09 ^b	-75.36	60.41 ^b
F-test	ns	**	**	ns	**	ns	**
CV %	5.89	17.12	15.46	5.56	11.62	29.60	12.49

ns means no significant difference (p > 0.05)

** Means there was a highly significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column (p < 0.01)

Table 4 Effect of bagging materials on fruit size of Black Jack fig

Treatment	Fruit size before bagging (mm)		Fruit size after harvest (mm)	
	Fruit width	Fruit length	Fruit width	Fruit length
Unbagged	27.35	28.20	36.15	35.13
Satin transparent bag	28.29	27.90	37.02	35.96
White paper bag	28.59	27.68	34.63	33.40
Brown carbon bag	28.47	28.01	34.80	33.00
Synthetic fiber bag	28.27	27.69	34.73	34.21
F-test	ns	ns	ns	ns
CV %	3.93	4.50	7.06	6.91

ns means no significant difference (p > 0.05)

Table 5 Effect of bagging materials on fruit quality of Black Jack fig

Treatment	Weight per fruit (g)	Total soluble solids (°Brix)
Unbagged	24.19 ^a	11.50
Satin transparent bag	23.18 ^{ab}	11.50
White paper bag	21.18 ^{abc}	11.38
Brown carbon bag	18.69 ^c	9.00
Synthetic fiber bag	19.31 ^{bc}	11.50
F-test	**	ns
CV %	7.99	15.11

ns means no significant difference (p > 0.05)

* Means there was a significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column (p < 0.05)

** Means there was a highly significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column (p < 0.01)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลเป็นวัสดุชนิดเดียวที่แสงไม่สามารถส่องผ่านได้ ส่วนวัสดุห่อผลชนิดอื่นมีค่าความเข้มแสงที่ส่องผ่านได้ลดลงจากการไม่ผลเป็นบางช่วงเวลา สอดคล้องกับการศึกษา Wanichkul et al. (2006) พบว่าวัสดุห่อผลที่หนาขึ้นและมีการปิดคลุมด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์หรือสมุดโทรศัพท์สามารถลดการส่องผ่านของแสงได้ ซึ่งจากรายงานของ Minwong (2004) ที่ศึกษาผลของแสงต่อการสร้างแอนโทไซยานินของมะม่วงมหาชนกและพบว่าผลมะม่วง

มหาชนกที่ห่อผลด้วยกระดาษซึ่งแสงไม่สามารถส่องผ่านได้ทำให้สีผิวผลมะม่วงมหาชนกไม่มีสีแดงของสารแอนโทไซยานินต่างจากผลที่ห่อด้วยกระดาษแต่มีการเปิดถุงห่อกระดาษก่อนการเก็บเกี่ยวซึ่งทำให้ผลมะม่วงได้รับแสงและสามารถสร้างสารแอนโทไซยานินที่ผิวของผลได้ สีผิวของผลมะม่วงฝรั่งพันธุ์แบล็คแจ๊คหลังห่อผลนั้นพบว่ามีความแตกต่างกันทั้งค่าสี L*, a*, b*, c* (Chroma) และ Hue angle ถุงคาร์บอนสีน้ำตาลมีค่าแตกต่างจากวัสดุห่อผลชนิดอื่น สอดคล้องกับรายงานของ Monkong et al. (2010) ได้ศึกษาวัสดุห่อผล 9 ชนิด ต่อ

การเติบโตของผลน้อยหน้าลูกผสมพันธุ์เพชรปากช่อง ผลที่ได้รับการห่อผลให้ค่าความสว่างของผิวผลเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะเวลา 7 วันแรกหลังห่อผล ผลที่ห่อด้วยถุงกระดาษสมุดโทรศัพท์หน้าเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความสว่างของผิวผลมากที่สุด ส่วนผลที่ไม่ห่อผลมีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของผิวผลน้อยที่สุด รวมทั้งสอดคล้องกับ Wilaiporn (2011) ศึกษาการห่อผลและการจัดสีเขียวต่อคุณภาพผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยการใช้วัสดุห่อ ได้แก่ กระดาษไข กระดาษสีขาว กระดาษสีน้ำตาล เปรียบเทียบกับการไม่ห่อผล และการห่อผลในทุกกรรมวิธีมีค่าสี L (ความสว่าง) มากกว่าการไม่ห่อผล ส่วนการห่อผลด้วยถุงห่อคาร์บอนสีน้ำตาลมีผลทำให้ค่าสีแดง (a) น้อยกว่าการห่อผลด้วยวัสดุชนิดอื่นเช่นเดียวกับ Butkrachang & Meakbungwan (2008) รายงานว่าการห่อผลมะม่วงมหาชนกโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ได้แก่ ไม่ห่อผล กระดาษเคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกบาง กระดาษสำหรับพิมพ์งาน กระดาษหนังสือพิมพ์ และกระดาษสำหรับห่อผลไม้เชิงการค้า มีผลต่อค่าสีสีแดง (a) โดยการห่อผลด้วยกระดาษเคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกบาง มีการเกิดสีแดงที่ผิวของผลน้อยกว่าวัสดุชนิดอื่น ซึ่งการห่อผลมีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (สีแดง) โดยการใช้วัสดุห่อผลที่เป็นกระดาษทำให้ผลไม่มีความไวต่อแสงเพิ่มขึ้น สามารถเพิ่มการสังเคราะห์แอนโทไซยานินได้ แต่ในผลไม้บางชนิดเช่น มะม่วงพันธุ์เคนท์และพันธุ์เคียวพิวของผลไม่เปลี่ยนเป็นสีแดง Ma et al. (2021) ระบุว่าผลพีชมีการเปลี่ยนสีน้อยลงจากการที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินที่ลดลงซึ่งเกิดจากการห่อผลและทำให้ผลพีชไม่ได้รับแสงที่เพียงพอ ซึ่งแสงเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งในการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน

ผลมะเดื่อฝรั่งเมื่อเริ่มทดลอง (ก่อนห่อผล) จนถึงช่วงการเก็บเกี่ยวมีขนาดผลไม่แตกต่างกัน ซึ่งต่างกับการทดลองของ Maichoo (2007) ได้ทำการศึกษาลักษณะของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกลำไยพันธุ์ดอ พบว่าการห่อผลในช่วงฤดูปลูกที่มีผลทำให้ความยาวของผลมากกว่าการไม่ห่อผล รวมทั้งการทดลองของ Monkong et al. (2010) ที่ได้ศึกษาวัสดุห่อผล 9 ชนิด ต่อการเจริญเติบโตของผลน้อยหน้าลูกผสมพันธุ์เพชรปากช่อง พบว่าผลที่ได้รับการห่อผลมีความกว้างและความยาวผลเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ห่อผล ผลที่ห่อด้วยถุงกระดาษหนังสือพิมพ์มีการเติบโตของความกว้างผลมากที่สุด ผลที่ห่อด้วยถุงพลาสติกหั่วสีขาวมีการเติบโตของความยาวผลมากที่สุด และเช่นเดียวกับการทดลองของ Wanichkul & Subrungrong (2011) ศึกษาผลของวัสดุห่อผล 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกหั่วขาว ถุงรีเมย์ ถุงปูนซีเมนต์ และถุงห่อมะม่วงของขุนฟอง และการไม่ห่อผลต่อคุณภาพผลมะเฟืองพันธุ์ B17 ซึ่งพบว่าการห่อผลมีน้ำหนักรวม ความกว้าง และความยาวผลมากกว่าการไม่ห่อผล ส่วนการห่อด้วยถุงพลาสติกหั่วขาวมีผลทำให้น้ำหนัก ความกว้าง ความยาวผล ความแน่นเนื้อ และค่า pH มากที่สุด นอกจากนั้นการห่อผลช่วยลดน้ำหนักของผลได้

ในส่วนของน้ำหนักต่อผลนั้นการไม่ห่อผลมีน้ำหนักต่อผลมากกว่าการห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลและถุงผ้าใยสังเคราะห์จากข้อมูลของ Sharma et al. (2014) ระบุว่าผลการห่อผลสามารถส่งผลได้ในหลายแบบมีทั้งช่วยขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น ลดลงหรือไม่ส่งผลต่อขนาดและน้ำหนักผลได้เช่นกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้และอาจรวมไปถึงฤดูกาลในการห่อผลของผลไม้แต่ละชนิด

โดยจากการทดลองของ Yang et al. (2009) ที่ทำการห่อผลลำไยในช่วงฤดูหนาวและพบว่าผลการห่อผลด้วยพลาสติกใส ถุงผ้าสีขาว และถุงผ้าสีดำ มีผลทำให้น้ำหนักและน้ำหนักผลลำไยเพิ่มขึ้นซึ่งอาจเกิดจากวัสดุห่อผลช่วยให้อุณหภูมิรอบ ๆ ผลสูงขึ้นกว่าการไม่ห่อผล เป็นผลให้การพัฒนาผลลำไยสามารถทำได้ดีขึ้นจากสภาพอากาศที่เหมาะสมมากขึ้น ซึ่งแตกต่างกับการทดลองของ Wanichkul et al. (2006) ที่พบว่าวัสดุห่อผลที่มีความโปร่งจากการเจาะรูของถุงพลาสติกใสและปิดทึบด้วยกระดาษมีผลต่ออุณหภูมิและการส่องผ่านของแสงเช่นเดียวกันแต่ไม่ส่งผลถึงความแตกต่างต่อการเจริญเติบโตของผลในช่วงที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกันกับการทดลองของ Butkrachang & Meakbungwan (2008) กล่าวว่าผลการห่อผลมะม่วงมหาชนกโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ได้แก่ ไม่ห่อผล กระดาษเคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกบาง กระดาษสำหรับพิมพ์งาน กระดาษหนังสือพิมพ์ และกระดาษสำหรับห่อผลไม้เชิงการค้า ไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อผลมะม่วง ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่สามารถไตเตรทได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่แตกต่างกับการทดลองของ Wilaiporn (2011) ที่ได้ศึกษาการห่อผลและการจัดสีเขียวต่อคุณภาพผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าการห่อผลด้วยถุงกระดาษสีขาวยมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดมากที่สุด รวมทั้งการทดลองของ Wanichkul & Subrungrong (2011) ทำการศึกษาลักษณะของวัสดุห่อผลมะเฟืองพันธุ์ B17 ซึ่งพบว่าการห่อผลด้วยถุงรีเมย์มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (SS) และ SS/TA สูงสุด Wanichkul & Harach (2002) ทดลองการห่อผลฝรั่งด้วยวัสดุห่อที่แตกต่างกันและพบว่าถุงพลาสติกหั่วสีขาวมีค่าความกว้างของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำคั้นจากเนื้อผล และความร้อนสะสมมากกว่าวัสดุห่อผลชนิดอื่น

สรุปผลการวิจัย

ถุงกระดาษคาร์บอนสีน้ำตาลเป็นวัสดุชนิดเดียวที่แสงไม่สามารถส่องผ่านได้เมื่อนำมาห่อผลมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คแจ๊คมีผลให้ผิวผลมีค่า L^* a^* b^* Chroma (c^*) และ Hue angle (h°) มีค่าแตกต่างจากวัสดุห่อผลชนิดอื่น คือ มีสีผิวที่ค่อนข้างเหลืองมีความสว่างของสีมากกว่าวัสดุห่อผลชนิดอื่น การไม่ห่อผลส่งผลให้มะเดื่อฝรั่งมีน้ำหนักต่อผลมากกว่าการห่อผลด้วยคาร์บอนสีน้ำตาลและถุงผ้าใยสังเคราะห์ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย มา ณ ที่นี้ด้วย

References

- Butkrachang, S., & Meakbungwan, A. (2008). *Preharvest and postharvest effects of fruit wrapping materials to diseases control and fruit quality of Mangifera indica L. cv. Mahachanok* (Research report). Lampang: Rajamangala University of Technology Lanna Lampang. (in Thai)

- Chairaueygoth, T. (2008). *Commercial cultivation of figs*. Accessed March 8, 2022. Retrieved from <https://www.rakbankerd.com/agriculture/print.php?id=1822&s=tblplant>. (in Thai)
- Chantakarak, L. (2003). *Costs and returns on figs planting under the royal project foundation*. (Master's thesis). Chiang Mai: Chiang Mai University. (in Thai)
- Chatsuwan, N., & Areekul, V. (2010). Color parameters, total phenolic and anthocyanin content in various rice cultivars. *Proceedings of the 48th Kasetsart University annual conference: Agro- industry* (pp. 252-260). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Maichoo, S. (2007). *Effects of bagging on chemical compositions and color pigments of fresh longan (Dimocarpus longan Lour.) cv. Daw*. (Master's thesis). Chiang Mai: Maejo University. (in Thai)
- Ma, Y., Zhao, M., Wu, H., Yuan, C., Li, H. & Zhang, Y. (2021). Effects of fruit bagging on anthocyanin accumulation and related gene expression in Peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 146(4), 217-223.
- Minwong, T. (2004). *Effect of light on anthocyanin and antifungal compounds productions and postharvest quality of Mahajanaka mango fruit*. (Master's thesis). Chiang Mai: Chiang Mai University. (in Thai)
- Monkong, J., Komkhuntod, R., & Wanichkul, K. (2010). Effect of bagging materials on fruit growth of Annona hybrid cv. Phetch Pakchong. *Proceedings of the 48th Kasetsart University annual conference: Plants* (pp. 16-23). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Nampradit, J. (2001). *Development, harvesting indices and postharvest changes in bagged and nonbagged fruits of santol (Sandoricum koetjape (Burm. F.) Merr.) cv. Pui-phai*. (Master's thesis). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Sharma, R. R., Sanikommu, V. R. R., & Jhalegar, J. (2014). Pre-harvest fruit bagging: A useful approach for plant protection and improved post-harvest fruit quality- A review. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(2), 101-113. doi: 10.1080/14620316.2014.11513055.
- Suksomboon, A. (2016). *Fig: Popular economic crops of Nakhon Nayok Province*. Accessed January 22, 2022. Retrieved from <https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2016/05/มะเดื่อฝรั่ง.pdf>. (in Thai)
- Wanichkul, K., Banjoedchoedchu, R., & Harach, S. (2006). Influence of bagging methods on surrounded atmosphere and growth of guava fruits (*Psidium guajava* L.) cv. Yen Song. *Proceedings of the 44th Kasetsart University annual conference: Plants* (pp. 335-342). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Wanichkul, K., & Harach, S. (2002). Effect of bagging materials on fruit growth and quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Yen Song. *Agricultural Science Journal*, 33(1-3), 17-32. (in Thai)
- Wanichkul, K., & Subrungrong, P. (2011). Effect of bagging materials on fruit quality of "B17" carambola. *Proceedings of the 49th Kasetsart University annual conference: Plants* (pp. 249-256). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Wilaiporn, S. (2011). *Effects of fruit bagging and degreening on fruit quality of mandarin cv. sainam pueng*. (Master's thesis). Chiang Mai: Chiang Mai University. (in Thai)
- Yang, W. H., Zhu, X. C., Bu, J. H., Hu, G. B., Wang, H. C., & Huang, X. M. (2009). Effect of bagging on fruit development and quality in cross-winter off-season longan. *Scientia Horticulturae*, 120(2), 194-200.

Research article

Effect of bagging materials on fruit quality of Black Jack fig

Nootjaree Singpan and Siwadon Chaemchamrat*

Division of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, Mueang, Phetchabun 67000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 17 October 2022

Revised: 13 December 2022

Accepted: 16 December 2022

Online published: 28 December 2022

Keyword

Fig

Bagging

Fruit Quality

ABSTRACT

The study was aimed to visualize the types of bagging on the fruit quality of fig of the Black Jack species. The four (4) types of fruit bagging materials were selected, namely satin transparent bags, white paper bag, brown carbon bag and synthetic fabric bag, which are then compared to experimenting with un-bagged. It is found that the brown carbon bag was the only material that is impermeable to light. As a result, the fig has a colour value of L*, a*, b* colour values, Chroma (c*), Hue angle (h°), different from the other materials. The L* colour value increased after fruit bagged, while the a* colour value became the lowest after bagging, b* colour value got the highest value, c* and h° was higher in value than the other bagging materials. As for fruit weight, unbagged fruit was weight per fruit than brown carbon bag and synthetic fiber bag. Total soluble solids content was not significantly different.

*Corresponding author

E-mail address: siwadon.cha@pcru.ac.th (S. Chaemchamrat)

Online print: 28 December 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.2022.33>



Research article

Bio-active compounds and antioxidant activity in flowers and seeds of Sunn hemp

Sumran Pimratch^{1*} Pornpisanu Thammapat² and Tantika Mungkunkamchao³

¹ Program in Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000, Thailand

² Program in Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000, Thailand

³ Udon Thani Land and Development Station, Mueang, Udon Thani, 41330, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 20 October 2022

Revised: 22 December 2022

Accepted: 25 December 2022

Online published: 28 December 2022

Keyword

Phytosterol

Fatty acid

Vitamin E

Phenolics

ABSTRACT

Sunn hemp (*Crotalaria juncea*) is generally used as green manure in agriculture because of its ability to fix nitrogen. It also has potential to be used as food and feed. The objectives of this study were to evaluate phytosterols, vitamin E, phenolic compounds and antioxidant activity in flower and seed and quantify fatty acid composition of Sunn hemp oil. Flower and seed of Sunn hemp had the phytosterols of 1,217.54 mg/100g and 1,283.82 mg/100g, respectively. β -sitosterol, campesterol and Δ^5 -stigmastanol constituted the major components of total phytosterols in both flower and seed. Vitamin E in seed (129.33 mg/100g) was higher than in flower (56.61 mg/100g), and the major components of total vitamin E were similar, consisting of α -tocopherol and γ -tocopherol. Total phenolic compound in flower (111.84 mgGAE/100g) was higher than in seed (80.44 mgGAE/100g), but antioxidant activity in seed (64.67 %) was higher than in flower (52.33 %). Sunn hemp oil had high unsaturated fatty acids of 68.90 %. Linolenic acid constituted 57.8 % of total fatty acids followed by palmitic acid (15.3 %) and stearic acid (11.5 %). The information is important for utilization of Sunn hemp as food and feed.

Introduction

Sunn hemp (*Crotalaria juncea*) is a plant used mainly for green manure. Sunn hemp known as Brown hemp, Indian hemp, Madras hemp or Sunn hemp is a tropical Asian plant of the legume family. However, it can be as animal feed. Its flowers and young shoots can be consumed as a cooked vegetable and an ingredient in many Thai recipes. Sunn hemp is also grown for aesthetic purpose in tourist attractions. According to Chaudhury et al. (1995), seed of Sunn hemp

consisted mainly of carbohydrate (41.1 %), protein (30-35 %) and lipid (12.6 %).

High protein in Sunn hemp seed is interesting for use as food and feed. According to Mosjidis et al. (2012), some species of *Crotalaria* are toxic. Some species are less toxic, and they do not cause fatality in animals and birds (Savaris et al., 2019). Most studies in Sunn hemp oil have focused on transesterification of the oil into biodiesel (Sadhukhan & Sarkar, 2014). Sunn hemp oil might be suitable for human consumption. Unfortunately,

*Corresponding author

E-mail address: sumranp@gmail.com (S. Pimratch)

Online print: 28 December 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.2022.34>

the characteristics of the oil profile are not available in the literature.

Unsaturated lipid acids including linoleic acid, oleic acid and linolenic acid constituted the largest portion (79.7 %) of total lipid. These lipid acids are useful to health, and Sunn hemp oil can be used as a raw material for many value-added products such as cosmetics, soap and shampoo (Ahmad & Ahsan, 2020). Flower of Sunn hemp has medicinal properties such as prevention of cancer, appetizer, curation of throat inflammation and prevention of intestinal inflammation. For non-toxic Sunn hemp, Punchuklang et al. (2021), reported that leaves and flowers had high phenolic compounds, tannins and antioxidant activity. Therefore, Sunn hemp is interesting for use as human food, and the value-added products from Sunn hemp should be developed.

Currently, people are more concerned about their health. Health food products are more popular, and the demand for health food products are increasing. Sunn hemp is a promising plant for development of health food products. However, the information on phytosterols, antioxidant activity and bioactive chemicals such as phenolic compounds, and vitamin E in Sunn hemp is still limited. The objectives of this study were to quantify bioactive phytochemicals and antioxidant activity from flower and seed of Sunn hemp and develop value-added products from Sunn hemp.

Materials and Methods

Planting and crop management

Soil after rice harvest was ploughed twice. The second tillage was carried out at seven days after the first tillage. Harrowing was practiced after the second tillage. Mixed fertilizer (15-15-15) at the rate of 125 kg ha⁻¹ was incorporated into the soil during harrowing, and Sunn hemp seed at the rate of 93.75 kg ha⁻¹ was sowed after harrowing.

Sprinkler irrigation system was installed, and water was supplied to the field at field capacity level soon after sowing. After emergence, water was supplied to the crop at 3 to 5-day intervals or when wilting symptom was observed. Weeds were removed with uprooting, while insects and disease were not control.

Flower was harvested at 50-60 days after emergence for chemical analysis and product

development. The seed was harvested at 150 days after emergence, sun-dried and threshed. The dry seed and dry flower were used for chemical analysis, and all analyses were done with three replicates.

Chemical analysis for phytosterols and antioxidant substances

Phytosterols and vitamin E

Phytosterols and vitamin E were analyzed according to the methods described by Thammapat et al. (2016) with minor modification. Briefly, the samples of 2 grams each were saponified to remove lipids. The finely-ground samples were loaded into the mixture consisting of KOH (2 ml), NaCl (2 ml), ethanol 95 % (2 ml) and ethanolic pyrogallol (5 ml). 5 α -Cholestane was used as an internal standard.

The mixed samples were warmed in a water bath at 70 °C for 10 minutes and set aside at room temperature. The extraction of phytosterols was carried out with the mixture of N-hexane and ethyl acetate at the ratio of 9:1 and the volume of 15 ml. The extractant was evaporated in a rotary evaporator at 40 °C. The samples were derivatized by using BSTFA: TMCS (99:1) at the volume of 10 μ l and pyridine at the volume of 1 ml.

All volatile substances were evaporated in a hot-air oven at 60 °C for 30 minutes. The evaporated samples were further dissolved with hexane and filtered through filter membrane (2 μ m). Phytosterols and vitamin E were quantified by GC-MS method.

Total phenolic content

Total phenolic content was determined by Folin-Ciocalteu method (Noreen et al., 2017). Briefly, the finely-ground samples were extracted in 80 % ethanol at the ratio of 1:5 by weight for 24 hours. The samples were filtered with filter paper. The filtered samples were partially evaporated in a vacuum rotary evaporator at 40 °C. The concentration of the samples was adjusted to obtain the concentration of 5 % by adding 80 % ethanol. Folin-Ciocalteu reagent at the concentration of 10 % and volume of 3 ml was added into the samples, and the samples were shaken for 1 minute. Na₂CO₃ at the concentration of 10 % and the volume of 3 ml was further added into the samples. After adding Na₂CO₃, distilled water was added, and the samples were set aside at room temperature for 2 hours.

Optical density was measured in a spectrophotometer at the wave length of 760 nanometers. Gallic acid was used a standard reagent to measure polyphenol concentration. The absorbance was reported as equilibrium optical density of gallic acid per 100 mg of sample.

Antioxidant activity in flower and seed

Antioxidant activity

Antioxidant activity was determined by DPPH radical scavenging activity method (Loypimai et al. 2015) Briefly, the finely-ground samples were extracted in 80 % ethanol at the ratio of 1:5 by weight for 24 hours. The samples were filtered with filter paper. The filtered samples were partially evaporated in a vacuum rotary evaporator at 40 °C. The concentration of the samples was adjusted to obtain the concentration of 5 % by adding 80 % ethanol.

The extractant at the concentration of 100 µg/l, and the volume of 1 ml was added to the samples followed by DPPH agent at the concentration of 10 mmol and the volume of 3 ml. The samples were set aside at room temperature for 30 minutes, and the absorbance was measured at the wavelength of 517 nanometers. Antioxidant activity was reported as % scavenging as follows;

$$\% \text{ Scavenging} = A_{\text{control}} - A_{\text{sample}} \times 100,$$

where A sample is the absorbance of the sample, and A control is the absorbance of control.

Crude oil extraction and analysis of lipid composition

Crude oil extraction and lipid composition

Seed of Sunn hemp was finely ground and used for oil extraction. The extracted oil was analyzed for oil compositions using gas chromatography according to the methods described previously (Wanasundara & Shahidi, 1998). The oil was extracted according to the method described by Sunarya et al. (1996). Briefly, 10 g of finely-ground seed was loaded in an opaque bottle, and 100 ml of extractant containing chloroform and methanol at the ratio of 2:1 by volume with BHT 50 ppm was filled in the bottle. The sample was set aside at room temperature for 24 hours.

The sample was filtered through a filter paper,

and the process was further repeated two times by using the extractant of 40 ml and 20 ml, respectively. The sample was transferred into a liquid separator. Twenty ml of sodium chloride (0.85 %) was added into the sample and the sample was shaken well.

The sample was set aside at room temperature until the water phase and oil phase were separated. Water phase was removed from the separator and evaporated in an evaporator at the temperature of 40 °C. The sample was stored at -25 °C until analysis of lipid components.

Methylation

The sample was further methylated to transform lipid into methyl ester. The sample of 100 mg was loaded into a test tube with screw cap. Internal standard (C15:0;10 ppm) of 1 ml was loaded into the test tube followed by sulfuric acid of 0.9 M in methanol and toluene of 1 ml, and the test tube was closed tightly.

The sample was then put into water bath at 70 °C for 2 hours, and the water bath was shaken every 45 minutes. Hexane of 2 ml was filled into the test tube followed by sodium chloride 0.85 % of 1 ml. The upper part of the sample in the test tube was transferred into another test tube containing water of ½ of the test tube. The test tube was further centrifuged to mix the sample.

The upper part of the sample in the test tube was transferred into another test tube through filter paper containing sodium sulphate, and the contaminants in the sample were removed. The extractant was removed by nitrogen.

Elimination of non-lipid contaminants

A Sep-Pak™ C18 cartridge was set up, and the samples and solvents were applied to the system with a 10 ml syringe. The syringe was cleaned three times with chloroform and methanol at the ratio of 2:1v/v followed by petroleum ether.

The samples were loaded into the syringe. The test tubes of the samples were washed with the small amount of petroleum ether, and the washed samples were loaded into the syringe. The samples were passed through the Sep-Pak with high speed. 3.5 ml of 5 % petroleum ether was loaded into the syringe. The samples were passed through the Sep-Pak with low speed, and the drops were collected in clean test tubes. The syringe was washed with

chloroform and methanol and passed through the Sep-Pak with medium speed, and the washed samples were collected in a jar. The samples were evaporated with nitrogen and were diluted with hexane. The sample was analyzed for lipid compositions by gas chromatography method (Thammapat et al., 2015).

Statistical analyses

The results are presented as mean $\pm$ standard deviation of determinations for triplicate samples. Experimental design was a completely randomized design (CRD). Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$. Data were subjected to Duncan's post hoc test where differences were detected for homogenous subsets. All statistical analyses were performed using SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Corporation, Chicago, IL) for Windows.

Results

Phytosterols

Phytosterols in flower and seed were rather similar for both their contents and their

compositions. Total phytosterols in flower and seed of Sunn hemp were, 217.54 mg/100g and 1,283.82 mg/100g, respectively (Table 1). β -sitosterol was recorded as the highest composition in flower and seed, accounting for 595.88 mg/100g and 621.29 mg/100g, respectively. Campesterol was found in flower and seed of Sunn hemp at high contents of 316.24 mg/100g and 353.62 mg/100g, respectively. $\Delta 5$ -stigmasterol was also found at high contents, accounting for 177.07 mg/100g in flower and 198.44 mg/100g in seed. α -amyrin, $\Delta 5$ -avenasterol, campestanol and sitostanol were found in flower and seed at low contents (lower than 100 mg/100g), ranging from 7.15 mg/100g to 61.28 mg/100g in flower and 4.58 mg/100g to 61.63 mg/100g in seed, whereas cycloartenol and 24-methylenecycloartanol were not detected in both flower and seed.

Vitamin E

Vitamin E values in flower and seed were rather similar for the compositions in flower and seed, but they were different in their compositions (Table 2)

Table 1 Phytosterols in flower and seed of Sunn hemp

Phytosterol	Flower (mg/100g)	Seed (mg/100g)
Campesterol	316.24 $\pm$ 7.88 ^b	353.62 $\pm$ 5.11 ^a
Campestanol	19.77 $\pm$ 1.30 ^a	14.49 $\pm$ 1.97 ^b
$\Delta 5$ -stigmasterol	177.07 $\pm$ 7.40 ^b	198.44 $\pm$ 3.83 ^a
β -sitosterol	595.88 $\pm$ 6.05 ^b	621.29 $\pm$ 9.00 ^a
Sitostanol	7.15 $\pm$ 0.86 ^a	4.58 $\pm$ 1.19 ^b
$\Delta 5$ -avenasterol	40.15 $\pm$ 1.42 ^a	29.76 $\pm$ 4.58 ^b
α -amyrin	61.28 $\pm$ 1.83	61.63 $\pm$ 2.67
Cycloartenol	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
24-methylenecycloartanol	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
Total sterol	1,217.54 $\pm$ 17.20 ^b	1,283.82 $\pm$ 18.52 ^a

Mean values $\pm$ standard deviation of determinations for triplicate samples. Values with different superscripts in each row were significantly different ($p < 0.05$).

Table 2 Vitamin E in flower and seed of Sunn hemp

Vitamin E	Flower (mg/100g)	Seed (mg/100g)
α -tocopherol	32.99 $\pm$ 3.03 ^b	89.80 $\pm$ 2.48 ^a
β -tocopherol	0.13 $\pm$ 0.03	0.14 $\pm$ 0.04
γ -tocopherol	19.22 $\pm$ 1.08 ^b	35.39 $\pm$ 2.44 ^a
δ -tocopherol	0.33 $\pm$ 0.15	0.27 $\pm$ 0.12
α -tocotrienol	1.39 $\pm$ 0.20	1.52 $\pm$ 0.29
β -tocotrienol	0.77 $\pm$ 0.06 ^a	0.43 $\pm$ 0.15 ^b
γ -tocotrienol	1.78 $\pm$ 0.09	1.79 $\pm$ 0.15
δ -tocotrienol	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
Total vitamin E	56.61 $\pm$ 3.81 ^b	129.33 $\pm$ 0.88 ^a

Mean values $\pm$ standard deviation of determinations for triplicate samples. Values with different superscripts in each row were significantly different ($p < 0.05$).

Vitamin E values in seed were about two folds higher than vitamin E values in flower for most compositions except

for δ -tocotrienol, which was not detected in both flower and seed. Total vitamin E in flower was 56.61 mg/100g, and total vitamin E in seed was 129.33 mg/100g. α -tocopherol contributed to the largest portions of total vitamin E in flower (32.99 mg/100g) and in seed (89.80 mg/100g) followed by γ -tocopherol, which contributed 19.22 mg/100g in flower and 35.39 mg/100g in seed. γ -tocotrienol, α -tocotrienol, β -tocotrienol, δ -tocopherol and β -tocopherol contributed to small portion of total vitamin E, ranging between 0.13 mg/100g and 1.78 mg/100g in flower and 0.14 mg/100g and 1.79 mg/100g in seed.

Total phenolic content and antioxidant activity

Total phenolic content in flower was 111.84 mgGAE/100g, whereas total phenolic compound

in seed was 80.44 mgGAE/100g (Table 3). However, antioxidant activity in flower determined by DPPH method was 52.33 %, which was lower than antioxidant activity in seed (64.67 %).

Lipid compositions from Sunn hemp seed

Lipid acids are classified into two groups consisting of unsaturated fatty acids and saturated fatty acids (Table 4). Unsaturated fatty acids consisting of linoleic acid (57.8 %), oleic acid (8.7 %), palmitoleic acid (2.0 %) and linolenic acid (0.4 %) constituted the large portion of total lipid acids in Sunn hemp seed. Saturated fatty acids including palmitic acid (15.3 %), stearic acid (11.5 %), myristic acid (1.8 %), behenic acid (0.9 %), arachidic acid (0.7 %) and lauric acid (0.2 %) constituted the small portion of total lipid acids in Sunn hemp. Unknown fatty acids constituted the smallest portion (0.6 %)

Table 3 Free radical scavenging activity determined by DPPH method

Source	Total phenolics (mgGAE/100g)	DPPH (% inhibition)
Flower	111.84 $\pm$ 7.74 ^a	52.33 $\pm$ 3.06 ^b
Seed	80.44 $\pm$ 5.94 ^a	64.67 $\pm$ 2.52 ^b

Mean values $\pm$ standard deviation of determinations for triplicate samples. Values with different superscripts in each row were significantly different ($p < 0.05$).

Table 4 Lipid compositions in oil extract of Sunn hemp seed

Fatty acid	%
Lauric acid	0.2 $\pm$ 0.04 ^{1/}
Myristic acid	1.8 $\pm$ 0.02
Palmitic acid	15.3 $\pm$ 0.05
Stearic acid	11.5 $\pm$ 0.03
Arachidic acid	0.7 $\pm$ 0.03
Behenic acid	0.9 $\pm$ 0.03
Palmitoleic acid	2.0 $\pm$ 0.06
Oleic acid	8.7 $\pm$ 0.03
Linoleic acid	57.8 $\pm$ 0.10
Linolenic acid	0.4 $\pm$ 0.03
Unknown	0.6 $\pm$ 0.06
Total	100.0

1/ $\pm$ Standard deviation (SD)

Discussion

Phytosterols

Flower and seed of Sunn hemp had total phytosterols of 1,217.54 mg/100g and 1,283.82 mg/100g, respectively. Phytosterol contents in this study were lower than that reported in rice bran oil (1,830 mg/100g) and higher than those reported in maize oil (909 mg/100g), sunflower oil (411 mg/100g) and soybean oil (320 mg/100g) (Van Hoed et al., 2006). Phytosterols in cereals and

pulses such as rice, sunflower seed, almond and hazelnut were in a range between 23 and 360 mg/100g (Van Hoed et al., 2006), which were lower than phytosterols in flower and seed of Sunn hemp. To the best of our knowledge so far, the authors have not found the information on phytosterols in flower and seed of Sunn hemp in the literature, and the authors are not able to compare the results directly with other studies. However, most studies have reported on industrial hemp oil. According to

Montserrat-de la Paz et al. (2014), the most interesting compounds were β -sitosterol (190.00 mg/100 g), campesterol (50.57 mg/100g), phytol (16.76 mg/100 g), cycloartenol (9.10 mg/100 g) and γ -tocopherol (7.34 mg/100 g). Blasi et al. (2022) found that β -sitosterol was the predominant phytosterol, followed by campesterol, as obtained by high-resolution gas chromatography (HRGC). Golimowski et al. (2022) reported that the predominant sterols were campesterol (32.00 mg/100 g), β -sitosterol (130.00 mg/100 g) and Δ^5 -avenasterol (15.00 mg/100 g). Most components of phytosterols in industrial hemp oil were lower than in this study.

According to Van Hoed et al. (2006), the highest phytosterols in natural food sources was recorded in rice bran oil. The use of cooking oil with high phytosterols such as rice bran oil with other food sources will help reduce the assimilation of cholesterol and inhibit cancer cells. Previous study in Sunn hemp oil was aimed to develop biodiesel (Sadhukhan & Sarkar, 2016). The results indicated that Sunn hemp oil had phytosterols slightly lower than rice bran oil and it is promising oil for use as cooking oil after processing to eliminate beany odor. Sunn hemp has potential as a dual-purpose crop for use as green manure and cooking oil as it is a hardy plant that can be planted with minimum cost.

Vitamin E, total phenolic content and antioxidant activity

Vitamin E and phenolic compounds receive more attention as natural antioxidants because they are safer than synthetic antioxidants (Pokorny et al., 2001; Yim et al., 2013). In this study, the components of vitamin E in flower and seed were similar. However, vitamin E contents in seed were higher than in flower, and the major components of vitamin E in both flower and seed were α -tocopherol, γ -tocopherol, γ -tocotrienol and α -tocotrienol. Vitamin E is higher in the seeds than in the flowers as the seeds store nutrients for germination and growth of young plants. Many previous studies have shown that the content of vitamin E of the sunflower seed (Zilic et al., 2010), soybean (Vasantharuba et al., 2007). However, a literature search revealed that there is limited information on the bioactive compounds and

vitamin E of Sunn hemp.

Sunn hemp is used primarily as green manure, and it also used as animal feed. Flower is also consumed as a cooked vegetable (Yasar et al., 2022). However, the seeds of these related species are toxic to animals and birds. Inclusion of Sunn hemp seed at appropriate ratios did not affect motility of broiler chicken (Hess & Mosjidis, 2008). Scant information is available for nutrition benefits of Sunn hemp. In industrial hemp oil, Blasi et al. (2022) found high levels of vitamin E, with prevalence of γ -tocopherol.

Total phenolic content in flower of Sunn hemp was higher than in seed, and the ranges of total phenolic content were 111.84 mgGAE/100g in flower and 80.44 mgGAE/100g in seed. However, antioxidant activity determined by DPPH method in seed (64.67 %) was higher than in flower (52.33 %).

According to Punchuklang et al. (2021), total phenolic compounds in young shoot and flower of Sunn hemp were in the ranges between 125 mgGAE/100g and 230 mgGAE/100g and 80 mgGAE/100g and 160 mgGAE/100g, respectively. Phenolic compounds in previous study were slightly higher than the results in this study. Punchuklang et al. (2021) also found tannin contents in the ranges between 150 mgGAE/100g and 350 mgGAE/100g in shoot and 100 mgGAE/100g and 180 mgGAE/100g in flower.

The antioxidant activity determined by DPPH method of tea beverage from Sunn hemp flowers and young shoots were shown in the ranges between 49.40 % and 56.39 %, and 58.53 % and 72.41 %, respectively (Punchuklang et al., 2021). The results in this study were in agreement with those in previous report.

If flavor is acceptable, Sunn hemp flower can be used as tea because of its health benefits. The selection of flower or shoot for development of tea product should depend on consumer preference, and further investigations are still required.

Lipid compositions of Sunn hemp seed

Unsaturated fatty acids such as linoleic acid accounted for 57.8 % of total fatty acids. Linoleic acid helps reduce the assimilation of cholesterol. Linoleic acid is also used as an indicator to evaluate the usefulness of cooking oil. In general, linoleic acid in cooking oil should be about 40 to 50 %. Therefore, Sunn hemp

oil is a promising source for use as cooking oil.

Most studies on Sunn hemp oil were for production of biodiesel (Sadhukhan & Sarkar, 2016), and the authors have not found any report on Sunn hemp oil compositions. According to Sadhukhan & Sarkar, (2014), oils from Sunn hemp seed ranged from 2.3 % to 11.4 % depending on extraction solvents. It was low compared to other sources such as peanut (40.2-42.3 %) (Bilal et al., 2020), soybean (16.5-25.5 %) (Huskey et al., 1990) and rice bran (15-25 %) (Okajima et al., 2022).

Conclusion

This study has shown that there were differences in phytosterols, phenolic compounds, vitamin E and fatty acid distribution amongst different parts of Sunn hemp. The contents of their bioactive compounds of seed were higher than that in flower. Unsaturated fatty acids constituted the largest portion of fatty acid in the seed, and the major components of unsaturated fatty acid was linoleic acid. These data will provide the nutritional basis for improving the product such as tea from flower, cosmetic from oil seed, and providing more information to the consumer.

Acknowledgements

The research project was funded by the Thailand Science Research and Innovation (TSRI) in the fiscal year 2021. The authors acknowledge Rajabhat Maha Sarakham University and Maha Sarakham University for providing research facilities and chemical analysis.

References

- Ahmad, A., & Ahsan, H. (2020). Lipid-based formulations in cosmeceuticals and biopharmaceuticals. *Biomedical Dermatology*, 4(12). doi: 10.1186/s41702-020-00062-9
- Bilal, M., Shabbir, M. A., Xiaobo, Z., Arslan, M., Usman, M., Azam, M., Aadil, R. M., & Ahmad, N. (2020). Characterization of peanut seed oil of selected varieties and its application in the cereal-based product. *Journal of Food Science and Technology*, 57(11), 4044–4053. doi: 10.1007/s13197-020-04437-y
- Blasi, F., Tringaniello, C., Verducci, G., & Cossignani, L. (2022). Bioactive minor components of Italian and extra-European hemp seed oils. *LWT - Food Science and Technology*, 158(15), 113167. doi: org/10.1016/j.lwt.2022.113167
- Chaudhury, J., Singh, D. P., & Hazra, S. K. (1995). *Sunn hemp (Crotalaria juncea L.)* (1st ed.). Bengal: Central Research Institute for Jute & Allied Fiber (ICAR).
- Golimowski, W., Teleszko, M., Marcinkowski, D., Kmiecik, D., Grygier, A., & Kwasnica, A. (2022). Quality of oil pressed from hemp seed varieties: ‘Earlina 8FC’, ‘Secuieni Jubileu’ and ‘Finola’. *Molecules*, 27(10), 3171. doi: 10.3390/molecules27103171
- Hess, J. B., & Mosjidis, J. A. (2008). Effect of sunn hemp seed inclusion in broiler starter diets on live performance attributes. *Journal of Applied Animal Research*, 33(2), 105–108. doi: org/10.1080/09712119.2008.9706908
- Huskey, L. L., Snyder, H. E., & Gbur, E. E. (1990). Analysis of single soybean seeds for oil and protein. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 67(10), 686–688.
- Loypimai, P., Moongngarm, A., & Chottanom, P. (2015). Impact of stabilization and extraction methods on chemical quality and bioactive compounds of rice bran oil. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(11), 849–856. doi.org/10.9755/ejfa.2015-09-738
- Montserrat-de la Paz, S., Marin-Aguilar, F., Garcia-Gimenez, M. D., & Fernández-Arche, M.A. (2014). Hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil: Analytical and phytochemical characterization of the unsaponifiable fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(5), 1105–1110. doi: 10.1021/jf404278q
- Mosjidis, J. A., Burke, J. M., & Hess, J. B. (2012). The facts about sunn hemp toxicity. *Crop Science*, 52, 1469–1474. doi: 10.2135/cropsci2011.11.0583
- Noreen, H., Semmar, N., Farman, M., & McCullagh, J. S. O. (2017). Measurement of total phenolic content and antioxidant activity of aerial parts of medicinal plant *Coronopus*

- didymus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(8), 792–801. doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.07.024
- Okajima, I., Ito, K., Aoki, Y., Kong, C. Y., & Sako, T. (2022). Extraction of rice bran oil using CO₂-expanded hexane in the two-phase region. *Energies*, 15(7), 2594. doi: org/10.3390/en15072594
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., & Gordon, M. (2001). *Antioxidants in food: Practical applications* (1st ed.). New York: CRC Press.
- Punchuklang, K., Bunkrongcheap, R., Petlamul, W. & Punchuklang, A. (2021). Antioxidant activity, total phenolic and tannin contents in *Crotalaria juncea* tea. *Thai Science and Technology Journal*, 29(4), 653–665. doi: 10.14456/tstj.2021.55 (in Thai)
- Sadhukhan, S., & Sarkar, U. (2016). Production of biodiesel from *Crotalaria juncea* (sunn-hemp) oil using catalytic trans-esterification: Process optimisation using a factorial and box–Behnken design. *Waste and Biomass Valorization*, 7(2), 343–355. doi:10.1007/s12649-015-9454-4
- Sadhukhan, S., & Sarkar, U. (2014). Biorefining *Crotalaria Juncea* (sunn-hemp): A promising new source for the production of biodiesel. In *Proceedings of the Energy technologies, climate change and environmental sustainability: Innovative perspective* (pp. 69–75). New Delhi: Jawaharlal Nehru University.
- Savaris, T., Biffi, C. P., Ogliari, D., Wicpolt, N., Molossi, F. A., Melchiorretto, E., Gardner, D., & Gava, A. (2019). Experimental poisoning by *Crotalaria lanceolata* and *Crotalaria pallida* seeds in broilers. *Brazilian Journal of Veterinary Research*, 39(11), 863–869. doi: 10.1590/1678-5150-PVB-6271
- Sunarya, Hole, M., & Taylor, K. D. A. (1996). Methods of extraction composition and stability of vitamin A and other components in dogfish (*Squalus acanthias*) liver oil. *Food Chemistry*, 55(3), 215–220. doi: org/10.1016/0308-8146(95)00109-3
- Thammapat, P., Meeso, N., & Siriamornpun, S. (2015). Effects of NaCl and soaking temperature on the phenolic compounds, α -tocopherol, γ -oryzanol and fatty acids of glutinous rice. *Food Chemistry*, 175, 218–224. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.146
- Thammapat, P., Meeso, N., & Siriamornpun, S. (2016). Effects of the traditional method and an alternative parboiling process on the fatty acids, vitamin E, γ -oryzanol and phenolic acids of glutinous rice. *Food Chemistry*, 194, 230–236. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.08.014
- Van Hoed, V., Depaemelaere, G., Ayala, J. V., Santiwattana, P., Verhe, R., & De Greyt, W., (2006). Influence of chemical refining on the major and minor components of rice bran oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(4), 315–321.
- Vasantharuba, S., Wijesinghe, D. G. N. G., & Sivakanesan, R. (2007). Changes in vitamin E and essential fatty acid contents and their interrelationship in soybean (*Glycine max* L. Merr.) seeds during germination and storage. *Tropical Agricultural Research*, 19, 119–127.
- Wanasundara, U. N., & Shahidi, F. (1998). Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chemistry*, 63(3), 335–342.
- Yasar, B., Kutlu, G., & Tornuk, F. (2022). Edible flowers as sources of bioactive compounds: Determination of phenolic extraction conditions. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30, 100618. doi: org/10.1016/j.ijgfs.2022.100618
- Yim, J. H., Seon, J. K., Song, E. K., Choi, J. I., Kim, M. C., Lee, K. B., & Seo, H. Y. (2013). A comparative study of meniscectomy and nonoperative treatment for degenerative horizontal tears of the medial meniscus. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(7), 1565–1570. doi: org/10.1177/036354651348
- Zilic, S., Dragisic, J. M., Maksimovic, V., Maksimovic, M., Basic, Z., Crevar, M., & Stankovic, G. (2010). The content of antioxidants in sunflower seed and kernel. *Helia*, 33(52), 75–84. doi: 10.2298/HEL1052075Z



PRAWARUN

AGRICULTURAL JOURNAL

VOL. 19 NO. 2 July – December 2022