



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

PRAWARUN

Vol. 18 No. 1 / JUNE 2021

PRAWARUN

AGRICULTURAL JOURNAL

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand

วารสาร เกษตรพระวรุณ

ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2564



คณะกรรมการกองบรรณาธิการ

1. กองบรรณาธิการบุคคลภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่อยู่มหาวิทยาลัยต่างประเทศ
 - 1.1 Prof. Dr. Clemen Fuchs University of Applied Sciences, Neubrandenburg, Germany
 - 1.2 Prof. Dr. Kishio Hatai Laboratory of Fish Diseases, Nippon Veterinary and Life Science University, Japan
 - 1.3 Prof. Dr. ir. Anton Beynen Vobra Special Pet Foods, Veghel, The Netherlands
2. กองบรรณาธิการบุคคลภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่อยู่มหาวิทยาลัยอื่นในประเทศไทย
 - 2.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง วชิราภกร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 - 2.2 รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชดตระกูล 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 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล เยื้องกลาง คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครราชสีมา
 - 2.8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ เข้าวเครือ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี
 - 2.9 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ เขียวสุวรรณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 - 2.10 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรเลิศ ทวีกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 - 2.11 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนกานต์ อินทรกำแหง คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 - 2.12 อาจารย์ ดร.วุฒิ รัตนวิชัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
3. กองบรรณาธิการบุคคลภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 - 3.1. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิศักดิ์ คำผา สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 - 3.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูทวีป ปาลกะวงศ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร ณ อยุธยา
 - 3.3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพรรณ พัวไพบุลย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 - 3.4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย โคตรดก สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 - 3.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันทนี พลวิเศษ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 - 3.6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำราญ พิมราข สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 - 3.7 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ แก่นจันทร์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 - 3.8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหล็กไหล จันทะบุตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 - 3.9 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 - 3.10 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณภาพร เวชกามา สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

4. กองบรรณาธิการดำเนินงานวารสารเกษตรพระวรุณ

- | | |
|---|--|
| 4.1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันทนี พุฒิเศษ | ที่ปรึกษาการดำเนินงานวารสาร (Journal Consultant) |
| 4.2. อาจารย์ ดร.กัญชลิลา รัตนเชิดฉาย | ที่ปรึกษาการดำเนินงานวารสาร (Journal Consultant) |
| 4.3. อาจารย์ ดร.ฐานิดา ศรีหาวงศ์ | ผู้จัดการวารสาร (Journal Manager) |
| 4.4. อาจารย์ ดร. อุดร จิตจักร | รองผู้จัดการวารสาร (Assistant Journal Manager) |
| 4.5. อาจารย์วีระเดช โชนสันเทียะ | บรรณาธิการฝ่ายผลิต (Production Editor) |
| 4.6. อาจารย์ ดร.พุทธรชาติ อิ่มใจ | ผู้ออกแบบกราฟฟิก (Graphic Designer) |
| 4.7. อาจารย์ ดร.วุฒิศักดิ์ คุณ | ผู้พิสูจน์อักษรและตรวจรูปแบบบทความ (Proofreader and Copy Editor) |
| 4.8. นางสาวชยาภย์ ฤทธาพรหม | ผู้ประสานงานวารสาร (Journal Coordinator) |
| 4.9. นายธรรมชาติ แสงนิล | ผู้จัดรูปแบบบทความ (Layout Editor) |

กำหนดเผยแพร่

ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน

ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

เครดิตภาพ

อาจารย์ ดร.พุทธรชาติ 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

การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในปัจจุบันส่งผลให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดองค์ความรู้ งานวิจัย และนวัตกรรมทางการเกษตร ที่เกี่ยวข้องมากมาย เพื่อเป็นการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านเกษตรศาสตร์ และเทคโนโลยีการเกษตร ทางคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงได้จัดทำวารสารวิชาการ เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้และงานวิจัย ในรูปแบบบทความวิจัย (Research Article) บทความวิชาการ (Academic Article) และ บทความปริทัศน์ (Review Article) โดยมีขอบเขตการรับตีพิมพ์บทความด้านเกษตรศาสตร์และสาขาเทคโนโลยีการเกษตรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ ประมง วิทยาศาสตร์ทางสุขภาพสัตว์ วิทยาศาสตร์การอาหารและอุตสาหกรรมเกษตร ธุรกิจการเกษตร ส่งเสริมการเกษตร สารสนเทศการเกษตร นวัตกรรมการเกษตร และนวัตกรรมเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นต้น โดยกำหนดการเผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 ระหว่างเดือนมกราคม - มิถุนายน และ ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือนกรกฎาคม - ธันวาคม โดยเผยแพร่ผ่านวารตีพิมพ์ทั้งในรูปแบบเล่มวารสาร (ISSN 1685-8379) และแบบออนไลน์ (ISSN 2773-9627)

วารสารเกษตรพระวรุณในปี พ.ศ. 2564 ถือเป็นปีที่ 18 โดยวารสารปรากฏอยู่ในกลุ่มที่ 2 (วารสารที่ผ่านการรับรองคุณภาพ) ในฐานข้อมูล Thai-Journal Citation Index: TCI ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทยและมีค่า Thai-Journal Impact Factor เท่ากับ 0.017 ประจำปี 2561 ตามที่ศูนย์ดังกล่าวประกาศไว้ ซึ่งหมายถึงคุณภาพ ที่ได้รับการยอมรับและมีประโยชน์ต่อวงวิชาการด้านเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

สำหรับวารสารปีที่ 18 (Volume 18) ฉบับที่ 1 (Number 1) นี้ประกอบด้วยทั้งหมด 14 บทความ ซึ่งเป็นบทความวิจัย (Research Articles) จำนวน 13 บทความ และบทความปริทัศน์ (Review Article) จำนวน 1 บทความ จากหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยมีกำหนดการเผยแพร่ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 ผ่านวารสารตีพิมพ์ในรูปแบบเล่มวารสารและเผยแพร่ออนไลน์ผ่านระบบ Thai Journal online (ThaiJO)

ทางกองบรรณาธิการเกษตรพระวรุณหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นส่วนกลางในการช่วยเผยแพร่องค์ความรู้และงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรแก่ คณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษาและผู้สนใจให้ได้รับข้อมูลที่มีประโยชน์ในการต่อยอดองค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้าและยั่งยืนต่อไป

กองบรรณาธิการวารสารเกษตรพระวรุณ

มิถุนายน 2564

วารสาร

เกษตรพระวรุณ

PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2564

VOL. 18 NO. 1 JANUARY – JUNE 2021

ISSN 1685-8379

สารบัญ

บทความวิจัย (Research Article)

- Extending indigenous knowledge on organic soil management to reduce Papaya Ringspot Virus in Maha Sarakham Province, Thailand 8
Rapatsa Janthasri
- การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของอ้อยโคสนธิ์เด่น ภายใต้สภาวะให้น้ำและอาศัยน้ำฝน 17
ธีระรัตน์ ชินแสน รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ ปิยะรัตน์ จังพล แสงเดือน ชนะชัย และ ชัยนันท ภัททิ์ไทย
Studies on Agronomic Traits and Cane Yield of Sugarcane Promising Clones under Irrigated and Rain-fed Conditions
Theerarat Chinnasaen, Raweewan Cheakittisak, Piyarat Jungpol, Sangduan Chanachai, and Chayan Pakdeethai
- ผลของปริมาณน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรีใน 27
โรงเรือน
ประณต มณีอินทร์, แคน รุปคม, อรพรรณ หัสรังค์, ธนัชยา เกณขุณฑ และ กษิติเดช อ่อนศรี
Effect of Irrigation on Growth, Yield and Yield Qualities of Organic Watermelon Kinaree Varieties in Greenhouse
Pranot Maniin, Can Roopkom, Orapan Hussarang, Tanatya Kenkhunthod, and Kasideth Onsri
- ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดในการเพิ่มผลผลิตคะน้า 34
เยาวพล ชุมพล
Effectiveness of bio-fertilizer from soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation on increasing yield of Chinese kale
Yaovapol Chumpol

- ประสิทธิภาพของธาตุอาหารที่เคลือบบนเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์
 ชนกเนตร ชัยวิชา ไพฑูรย์ ทองสุข ธิดารัตน์ เหง้าพันธ์ และ หทัยภัท สืบศรี 41

Efficiency of Nutrients Coated on Khao Dawk Mali 105 Rice Seed for Seed Quality
 Chanoknet Chaiwicha, Phaatoon Thongsuk, Thidarat Ngaophan, and Hathaiphath Suebsri
- การประเมินการหมักจากกล้าเชื้อ Lactobacillus plantarum (TISTR 864, TISTR 877) ต่อคุณภาพ
 สัมผักกาดเขียวปลี (ผักกาดเขียวตองอีสาน) 48

พรพรรณ พัวไพบุลย์ ธนิษฐ์นันท์ บุญศรีชนะ มนัสนยา นันทสาร ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์ ธนพงษ์ เกษรมาลา
 และ หฤทัย แสนชัย

Evaluation of fermentation assisted by Lactobacillus plantarum (TISTR 864, TISTR 877)
 on quality of Som Pak Kad Keaw Plee (northeast Thai pickled mustard)

Pornpan Phuapaiboon, Thanitnan Boonsrichana, Mananya Nantasam, Taweessab
 Chaiyarak, Thanaphong Kesornmala, and Haruthai Sanchai
- การเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของไวน์ข้าว (สาโท) จากสูตรข้าว
 เหนียวพันธุ์พื้นเมือง 4 ชนิด 58

กุสุมาวดี ฐานเจริญ

A comparison of the physicochemical and sensory characteristics of rice wine (Sato)
 from four different glutinous rice varieties

Kusumawadee Thancharoen
- การวิเคราะห์ความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่าง จากของเหลวใน
 กระเพาะหมักของโคนมเจาะกระเพาะ ด้วยวิธีเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโกปี 64

ธีระกุล นิลนนท์, ฤทธิชัย พิลาลัย, กษมา ชารีโคตร และ ศรัณญา วอขวา

The Measurement of Total Volatile fatty acid concentration and pH value in Rumen
 Fluid of Rumen-fistulated Dairy cow by Near-Infrared Spectroscopy

Theerakul Nilnont, Rittichai pilachai, Kasama Chareekhot, and Saranya Workhwa
- อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกบนาในกระชังในช่วงฤดูหนาว 75

เหล็กไพล จันทะบุตร จุฑารัตน์ แก่นจันทร์ พุทธชาติ อิมใจ บัณฑิตา สวัสดิ์ ชนวรรณ ไทวรรณ
 สำราญ พิมราช และ วุฒเมธี วรเสริม

Appropriate stocking density of common lowland frog (*Rana rugulosa*, Wiegmann,
 1935) in cage culture in the Winter Season

Leklai Chantabut, Chutharat Kanchan, Puttachat Imjai, Banthita Sawasdee1,
 Sumran Pimratch, Chanawan Thowanna, and Wutmetee Woraserm
- ศักยภาพการผลิต และผลกระทบในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ของเกษตรกร ผู้เลี้ยงไก่ดำ
 เขาหลัก จังหวัดตรัง 80

จิรวิรรณ จันทรคง และ ณปภัช ช่วยชูหนู

Production Potential and Economic, Society and Environmental Impacts of Khaolak
 Black Bone Chicken, Trang Province

Jareewan Chankong and Napapach Chuaychu-noo

- **ความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงาน โครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ ในจังหวัดขอนแก่น** 88

กนิษฐา ชาลีเปลี่ยม ไกรเลิศ ทวีกุล และ ฝากจิต ปาลินทร

Cassava growers' opinions towards implementation on collaborative farming project in khon kaen province

Kanitta Chaleepleam, Krailert Taweekul, and Fakjit Palinthorn
- **การวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ จังหวัดมหาสารคาม** 95

มนันยา นันทสาร, เกศสุดา สิทธิสันติกุล และ วราภรณ์ นันทะเสน

The Efficiency Measurement of farm productive of young farmers Mahasarakham Province

Mananya Nantasarn, Katesuda Sittbisuntikul and Waraporn Nunthasen
- **การประเมินความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเข็ญ อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท** 104

จุฬาลักษณ์ ตลับนาค เพลินพิศ ยะสินธุ์ และ อำนาจ สวัสดิ์นะที

Evaluation of Knowledge and Practice on Standard of Good Agricultural Practice of Vegetable Farmers in Ban Chean Sub-District, Hun Kha District, Chai Nat Province

Chulalak Talubnak, Plernpit Yasin, and Amnat Sawatnatee
- บทความปริทัศน์ (Review Article)**

 - **ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ** 112

บุญยาพร สระทองรอด และ ฤชอุร วรณะ

Toxicity of essential oils form Lamiaceae against stored product pests

Bunyaporn Satongrod and Ruchuon Wanna



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

Research article

Extending indigenous knowledge on organic soil management to reduce papaya ringspot virus in Maha Sarakham Province, Thailand

Rapatsa Janthasri*

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat MahaSarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 8 April 2020
Revised: 11 February 2021
Accepted: 27 May 2021
Available online: 28 June 2021

Keywords

Carica papaya
companion plant
intercropping
mulch
Annona squamosa
Musa
Straw

ABSTRACT

This research compared two crops for intercropping with papaya: banana and custard apple; and two types of soil cover: dry rice straw and natural grass, on organic farms in northeast Thailand. The research was conducted in Ban Bor Yai, Borabeu District, Maha Sarakham Province from October 2018 to September 2019. Data were collected on the prevalence and level of papaya ringspot virus (PRSV) and quantity and quality of papaya. Statistically significant differences were found in yield, weight per fruit, flesh thickness, total soluble solids, disease incidence and level of disease. Banana as a companion plant promoted papaya yield, while custard apple could minimize PRSV infection. Dry rice straw was the most suitable type of mulch.

Introduction

Economic and technological changes, and the rapid rise in the human population, are forcing small-scale traditional farmers to adapt their practices. When faced with expanding market opportunities, promotion of agricultural chemicals and household economic problems, many farmers give in to the temptation to use more chemicals for quick returns without thoroughly considering the impact on the natural environment and the balance of the agricultural system. Most agricultural research and agricultural extension work in the humid tropics has emphasized modern agricultural methods that rely on external inputs such as chemicals, hybrid seed, and machinery, with the aim of increasing yield. Modern agricultural methods have indeed been able to increase the amount of food produced on the earth, but in most cases this has come at the cost of decreased quality of life for small-scale farmers. In later years, more people have become aware of the social and

environmental impact of post Green Revolution agriculture.

Meanwhile, small farmers have started to encounter problems from environmental degradation. Developers have thus shown interest in new alternatives to develop agriculture and upgrade the livings of small farmers, as well as halting further degradation of natural resources and improving the state of the environment. This is the origin of "Sustainable Agriculture" (Panyakul, 2004). "Sustainable Agriculture" is a system of resources management for agricultural production which meets human needs, while simultaneously maintaining and reviving the environment and conserving natural resources (Panyakul, 2008).

Papaya ringspot disease is the most important problem in production papaya and it is caused by the papaya ringspot virus (PRSV). Once a tree has the virus it cannot be cured, but whether it will produce depends on the timescale of infection damaging the tree. PRSV is epidemic in the world's important commercial

*Corresponding author

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

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.1>

papaya growing areas such as Hawaii, Brazil, Mexico, Malaysia, Taiwan and Australia. In Thailand the disease has spread to every region of the country with a severity of 100%. farmers deal with the epidemic by moving the cropped area, not growing papaya in a previously infected area for a year and a half, or uprooting and destroying infected trees. The Northeast region of Thailand is the country's major source of papaya, as people in this region consume "somtam," a type of salad made from unripe papaya, as a staple food. Almost every household in the Northeast grows papaya for subsistence. The PRSV epidemic has reduced production until it is insufficient to meet demand, causing more growers in the Central region to try to produce papaya commercially, shipping unripe fruit to sell in the Northeast and ripe fruit to sell overseas. However, the severe PRSV epidemic in the Central and Southern regions soon caused the fruit production volume and fruit quality to drop. This meant the supply of raw material for fruit canneries was insufficient and substandard. Growers stopped growing papaya and turned to other crops, or moved to new growing areas, such as in Chonburi, Rayong, Chantaburi and Trat. It became an urgent problem, just like in other countries that suffered impacts to the export of fresh papaya. Thailand's papaya exports had previously reached as much as 4,088 tons in 1987, and dropped to just 8 tons in 1995 and only 1% of the country's agricultural production in 2002. At present, despite state agencies and private organizations improving papaya cultivars to resist this disease, they cannot eradicate it entirely. Surveys of papaya growing areas, marketing and processing in three northeastern provinces found that farmers growing papaya commercially on a large scale used the method of moving the growing area or making a moveable papaya stand every year to avoid this epidemic.

Research of production in an integrated growing system by Jantasri (2002) found that growing papaya in an area surrounded by big trees had a prevalence of PRSV reduced by 10% compared to an open plot, where it is found to be approximately 100%. Research was conducted in the same year testing the planting of marigolds around the papaya trees to reduce the depredations of threadworms. It was found that papaya surrounded by marigolds had less threadworms and threadworm eggs than papaya without marigolds. Research into producing papaya organically by Jantasri (2007) found that organic papayas grown integrated with other crops showed prevalence of PRSV of only 1%. Papaya grown with rose-apples and bananas in an organic system did not suffer from PRSV.

Jantasri (2009) tested the effects of various materials to cover the base of the main papaya stem and found that mulch made from dried *Moringa oleifera* leaves could reduce damping off disease and increase

fruiting per plant better than any other covering materials.

Jantasri (2010) found that mycorrhiza fungus on the root systems had the effect to increase essential trace elements absorption by the plants, and so increase production of fruit from healthier papaya trees that were better able to endure PRSV infection. Besides this, applying the local techniques of managing the soil by protecting the dry soil surface with natural grasses, reducing herbicide use, and growing herbal plants with a strong odour can prevent an outbreak of PRSV by up to 90%. A local technique among papaya growers in Srisaket Province is to cover the base of the plants with dry straw to increase trace elements in the soil and increase the vigor of the papaya plants to reduce the prevalence of PRSV.

Therefore, this study aimed to build on local soil management techniques to reduce PRSV together with chemical-free planting, to contribute to the body of knowledge about papaya growing in Thailand. We chose to compare 'Kluai Namwa' banana (*Musa ABB* group) and custard apple (*Annona squamosa*) as possible partner plants for intercropping to see which was more suitable, and we compared dry rice straw mulch (a readily available agricultural by-product) with natural grass mulch. This study provides a guideline for developing a future sustainable system that can be applied for producing papaya or other crops.

Material and methods

The research was conducted in Ban Bor Yai, Borabeu District, Maha Sarakham Province (16° N, 103° E) from October 2018 to September 2019. Plowing and plot preparation: The experimental plots were laid out in an open area with rows running North to South to maximize exposure to sunlight, which is an important factor for both photosynthesis and pathogen reduction. Each plot was 2 metres wide and the length according to the size of the area in each place. Legumes such as mung bean (*Vigna radiata*) and pigeon pea (*Cajanus cajan*) were planted as a green manure cover crop. Then anti-insect herbs were planted around the outside: neem tree (*Azadirachta indica*), climbing wattle (*Acacia pennata*), citronella grass (*Cymbopogon winterianus*) and galangal (*Alpinia galanga* (L.) Willd.), planted about 2 metres apart around the area. Inside, the insect repellent planting at the next lowest level consisted of holy basil (*Ocimum tenuiflorum*), Thai basil (*O. basilicum* var. *thyrsiflora*), and citronella grass (*Cymbopogon winterianus*) planted every 3 metres, alternating all around the inside area. After the anti-insect plants were established, the plots were plowed to create raised berms and the soil in the growing area was treated with dried manure raked in throughout the soil and left for 7 days before planting.

Integrated planting system and mulch: the experimental plots were plowed two more times before manure and fresh compost were applied all over the growing area. Holes were prepared for planting the alternating companion plants (banana and custard apple), with the size of the hole matching the size of the plant. The soil was left to dry in the sun for a week. A soil mixture was prepared for filling in the holes comprising compost, burnt rice husks, dried rice husks, bonemeal and a 1:1 thorough mixture of bat manure and dolomite. Then the intercropping plants were planted and the soil was covered with mulch (natural grass or dry rice straw) as specified all over the planting holes. Manure and compost were applied in alternating months throughout the experimental period.

Papaya seedlings were prepared by soaking papaya seeds in warm water at a temperature of approximately 50°C for 24 hours. The seeds which floated were discarded. The remaining seeds were wrapped in thin white cloth or stored in tightly closed plastic bags, and stored in the shade for 3-5 days. When the seed casing started to break and show the white radical protruding, the seeds were then germinated in black 2 by 6-inch plastic bags, each bag with one seed planted at 1 cm deep in the germinating material soil, burnt rice husks and manure, in a ratio of 2:3:1. After 20 days, they were nourished with liquid organic fertilizer at the rate of 5 cm³ per plant. They were transplanted to the field when the seedlings were 40 days old. A 50 cm planting hole was dug for each papaya plant (between the previously planted companion plants) and left to sun-dry with soil for a week. A soil mixture was prepared for the hole which comprised compost, burnt rice husks, dried rice husks, bonemeal and a 1:1 thorough mixture of bat manure and dolomite. Then the papaya seedlings were planted with two seedlings for each hole. The hole was completely covered with straw or grass. After the seedlings were aged 4 months, hermaphrodite plants were selected to leave one plant per hole. They were watered and given fertilizer every month. Before the daily watering, a natural insecticide was administered consisting of shredded citronella grass leaves, holy basil leaves, Thai basil leaves and galangal leaves. Extract of neem tree was sprayed on every week until the fruit was harvested in the 8th month.

Experimental design: The experiment was planned as factorial in RCBD, with two levels of factors: Factor A: Type of mulch: natural grass and dry rice straw Factor B: Type of intercropping plant: bananas and custard apple Therefore, there were 5 treatments using the experimental plot of 400 square meters as follows:

1. Planting papaya alternating with bananas, dry rice straw mulch
2. Planting papaya alternating with bananas, natural grass mulch

3. Planting papaya alternating with custard apples, dry rice straw mulch
4. Planting papaya alternating with custard apples, natural grass mulch
5. Planting papaya alone in open soil with no mulch (control)

Data collection:

Unripe fruit

Data were collected on the quality of papaya fruit being consumed unripe. Three fruit were collected per plant, harvested randomly during the unripe phase at about 2 months from anthesis. Data were collected in respect of: Number of fruit per tree, Weight of each fruit (kg), Length of each fruit (cm), Thickness of flesh (cm), Percentage of hollow space inside the fruit, Number of seeds per fruit,

Ripe Fruit

For collecting data on the quality of papaya fruit when consumed ripe, fruit were randomly harvested in the phase that yellow tips appeared, covering about 0.5% of the skin area. Six fruit were harvested per tree. Two harvests were made, each one collecting three fruit as follows:

After storage at room temperature until the skin was yellow in 75% of the total skin area: number of days from harvest to when the fruit was ripe for consumption, the shape of the fruit, the weight of the fruit, the percentage of the skin which was diseased, the colour of the skin, the thickness of the flesh, the amount of total soluble solids, and the colour of the flesh.

For recording the results of resistance to PRSV, the amount of PRSV was determined according to the scale of Prasartsee et al, 2009, where PRSV has five levels as follows:

- Level 0 = (no symptoms) Very good resistance to PRSV
- Level 1 = (very mild mottling) Mottling at only 1-25% of the leaf area. Leaves have the symptoms of ring spot.
- Level 2 = (mild or moderate mottling) Average mottling of 26-50% of the leaf area. Small ring spots on the fruit, smooth skin of fruit, may or may not have bruising or streaks on the leaf stems, medium resistance to PRSV.
- Level 3 = (mottling) Leaf area is 51-75% mottled, clear ring spots all over the fruit, bruising or streaks on leaf stems and main stem, small resistance to PRSV.
- Level 4 = (severe mottling) Leaf area is 75-100% mottled, leaves brittle or distorted, leaf area shrunk to just the leaf stem (severe leaf distortion), clear ring spots all over the fruit, blisters scabbed over, distorted shape of fruit, rough skin, flesh hardened with bitter taste, no resistance to PRSV (Prasartsee, 2009)

$$1) \% \text{ disease prevalence} = \frac{\text{Number of infected plants} \times 100}{\text{Number of plants planted}}$$

2) Levels of PRSV in papaya

Level 0 = No symptoms of PRSV

Level 1 = Very mild mottling at only 1-25% of the leaf area. Symptoms of PRSV unclear

Level 2 = Mild or moderate mottling of 26-50% of the leaf area. Small symptoms of PRSV, smooth skin

Level 3 = Mottling of 51-75% of leaf area. Clear symptoms of PRSV

Level 4 = Severe mottling of 75-100% of leaf area. Clear and thorough symptoms of PRSV, Blisters scabbed over, distorted shape of fruit

Results

Suitability of the intercropping plant types and mulches for PRSV control

We studied two other tropical fruit crops to be grown in an intercropping system with papaya: namwa bananas and custard apples, with insect repellent herbal plants also grown in the plots. In most typical farms, papaya is normally grown as a monocrop in small or large stands with only natural grass growing between trees and rows. It was found that alternating namwa bananas with papaya caused the papaya to develop better than planting custard apple as the intercrop. This is likely because banana is a plant with broad leaves which shade the papaya plant when it is small, reducing damage from solar heat which may even burn the leaves. Also, banana has the ability to trap moisture around its stem at a high rate, allowing the papaya to receive some parts of this moisture. Even in an area of water shortage, papaya can grow well when planted close to banana. However, the banana plants should be planted 3 months before the papaya, so the banana plant has time to establish itself and produce leaves to shade the papaya.

As for the appropriate mulch for papaya, dry rice straw should be chosen, as it degrades into organic materials that are more beneficial for the development of the papaya than using natural grass (Table 1). A covering of dry straw also traps more moisture in the soil, enabling beneficial micro-organisms in the soil to thrive and help make the soil friable and suitable for the plant's development. This is consistent with the research of Jantasri (2009) which studied the viability of growing papaya in an organic system at the Ban Lad Organic Agriculture Center in Mahasarakham, which found that planting organic papaya alternated with 'Kluai Namwah' banana using a dry straw mulch could increase the survival rate of papaya when seedlings were transplanted to an area of water shortage, with growth continued and not curtailed, while also being able to increase the amount of fruit per plant and the weight of each fruit, compared to planting papaya alone.

Table 1 shows that between the different intercropping systems compared, there were significant differences at a level of 0.01 in the amount of fruit per plant and the weight of each fruit, while the size of each fruit and the number of seeds per fruit were not significantly different in all 5 systems. The system of growing papaya alternated with banana with dry straw mulch and alternated with banana with natural grass mulch gave more fruits per plant and greater weight of each fruit than other treatments. This may be because when papaya is grown alternated with banana, it receives moisture from the base of the banana plant, and there is reduced damage from the heat of sunlight, enabling the plant to grow better than when alternated with other plants. Thus the number of fruits per plant was higher, because in an integrated growing system, plants help each other. Banana is a plant which can trap high rates of moisture (Badillo, 1983) enables the papaya to receive moisture from around the base of the banana plant and some shade from the banana leaves, which promote the growth of micro-organisms in the soil. This enables the papaya to grow better than when it is planted alone (Jantasri, 2004).

Amount and quality of papaya fruit, both unripe and ripe.

The amount and the quality of the papaya is considered from thickness and density of flesh, hollow space inside the fruit, and the amount of total soluble solids. It was found that all 5 formats of integrated planting yielded statistically significant differences of thickness and density of flesh, and amount of total soluble solids. As for the percentage of hollow space inside the fruit, there was no difference between the 5 growing formats (Table 2). Papaya mulched with rice straw received nutrients from the degradation of the straw, enabling growth to be higher than all the integrated formats, resulting in large fruit, thick and dense flesh, and higher amount of total soluble solids than a natural grass mulch. As for the percentage of hollow space inside the fruit, this quality is genetically controlled and does not change with the environment, so no differences were detected among the intercropping systems tested. This study on buildings on local wisdom to manage soil resources to prevent PRSV in an organic production system for papaya in Mahasarakham found that it was highly possible to reduce or eliminate chemicals at every stage of papaya production and manage soil resources by replacing chemical fertilizers and insecticides with organic compounds or micro-organisms. The most important infectious disease in growing papaya is PRSV. When the papaya has this disease, it cannot be cured. Initial prevention is possible by preventing papaya from being infected when the plant is still young. If this cannot be prevented, the papaya may still grow to give fruit, but

Table 1 Number of fruit per tree, fruit weight, fruit length and number of seeds per fruit of papaya grown in various integrated states in the growing area of Maha Sarakham

Intercropping format	Number of fruit per tree	Mean fruit weight (kg)	Mean fruit length (cm)	Number of seeds per fruit
papaya alternating with bananas, dry rice straw mulch	95.10 ^a	1.50 ^a	42.40	367
papaya alternating with bananas, natural grass mulch	90.58 ^a	1.29 ^a	41.34	361
papaya alternating with custard apples, dry rice straw mulch	76.50 ^{ab}	0.54 ^b	40.16	365
papaya alternating with custard apples, natural grass mulch	71.42 ^b	0.21 ^b	41.20	362
Papaya only, no mulch	60.18 ^b	1.03 ^a	40.10	361
F-test	**	**	ns	ns
CV%	18.12	8.10	8.36	4.31

Note: Mean values in a single column with the same superscript are not statistically different by Least Significant Difference (LSD) at confidence level 0.01

the quality will not be as good as that from papaya plants without the disease. The five integrated papaya production formats we tested (intercropping with banana or custard apple, with or without dry rice straw mulch) may help avoid the disease in papaya and enable the production of organic papaya with no reliance on insecticide. As for the efficiency of preventing PRSV in all 5 formats of organic papaya, the research results are as follows:

Level of PRSV damage

Statistically significant differences were recorded in the prevalence of PRSV and the levels of infection among the 5 intercropping systems tested. Growing 'Yellow Krang' papaya alternating with custard apples and mulched with rice straw gave the lowest incidence of PRSV (66%), and the level of PRSV was less than in all the formats studied (2.25 points). Growing papaya alternated with 'Kluai Namwah' banana and mulched with dry rice straw was able to prevent the disease better than growing papaya alone (Table 3). The key factor to disease control in the intercropping system in which papaya was grown with custard apple and mulched with rice straw may have been the prevention of aphids, which are a vector of PRSV. The custard apple tree is not a habitat plant of this type of aphid, and custard apple leaves have a distinctively strong odour that is disagreeable to aphids. Thus it is possible that these insects were deterred from coming into the papaya stand, or when the aphids entered the inner plot of papaya they did not carry the PRSV, so the papaya showed only small symptoms of the infection (Purcifull et al. 1984). Meanwhile, large stands of papaya as a monocrop can become infected easily and quickly compared to training the plant and planting it alternated with banana (Jantasri and Jantasri, 2005). In the prevention of PRSV, it is highly possible to be able to

reduce or eliminate chemicals in every stage of papaya production and use organic substances or micro-organisms instead of chemical fertilizer and insecticides. However, this must start from considering the selection of the growing area, which must be free of PRSV. This is most important because papaya is very sensitive to this disease and it may spread to the whole stand from just a few plants (Janthasri and Katengam, 2007). For instance, the area must also be free of insects such as termites and ground beetles, as well as earthworms and nematodes; and it should be an area surrounded by forest on all 4 sides. After that, the papaya plants must be nurtured to be strong by applying arbuscular Mycorrhiza fungus for the roots to increase the efficiency of phosphorus absorption. After that, the plant must be mulched with rice straw to cause the breakdown of food for micro-organisms, and the micro-organisms will promote the development of the papaya. Papaya plants should be fertilized every month, with cow and ox manure, or other organic fertilizer at 2 kg per plant. Bio-fluid fertilizer or liquid compost should be put in furrows next to the plant. If a plant is found with PRSV, it should be uprooted and destroyed outside the plot, which greatly reduces the incidence of infection.

Discussion

This research on utilizing local wisdom of soil resource management to prevent PRSV in an organic production system found that suitable management of the soil together with intercropping could prevent PRSV efficiently. The application of suitable mulching material and the planting of suitable companion crops promotes papaya growth so the plants are vigorous and more resistant to PRSV. Our results indicated that

Table 2 Flesh thickness, flesh density, percentage of seed cavity, and total soluble solids of papaya grown in different intercropping systems in Maha Sarakham

Intercropping format	Flesh thickness (cm)	Flesh density (N)	% of hollow space inside the fruit	Total soluble solids (B ^o)
papaya alternating with bananas, dry rice straw mulch	3.5 ^a	4.3 ^a	61.35	13 ^a
papaya alternating with bananas, natural grass mulch	3.3 ^{ab}	5.5 ^a	60.78	11 ^{ab}
papaya alternating with custard apples, dry rice straw mulch	3.6 ^a	5.7 ^a	65.01	10 ^b
papaya alternating with custard apples, natural grass mulch	2.3 ^b	6.9 ^b	60.29	11 ^{ab}
Papaya only, no mulch	2.1 ^b	6.1 ^b	64.32	10 ^b
F-test	**	**	ns	**
%CV	7.12	10.38	7.38	5.39

Note: Mean values in a single column with the same superscript are not statistically different by Least Significant Difference (LSD) at confidence level 0.01

growing papaya alternated with banana and mulched with dry rice straw could promote higher yield and increased fruit weight more than growing papaya alternated with custard apples with a dry rice straw mulch. Overall, dry rice straw gave better results than natural grass as a mulch material. As for planting papaya with custard apple and dry rice straw mulch, this system could reduce destruction by PRSV more than growing papaya with banana or as a monocrop. Besides helping reduce the destruction of PRSV, integrated growing, or managing the growing of multiple crops in one stand, can also reduce production risks. Alternating papaya with banana can reduce the farmer's risk because if a papaya becomes diseased and cannot fruit, there is still additional income and food for the family from banana. Indirect benefits are also obtained after harvest, because papaya fruit harvested from this growing system tends to have a longer shelf life, because the fruit received less sunlight than when grown alone without the shading from banana plants. However, planting integrated crops requires more complicated management than growing only one variety. Increased production costs may accrue from the need for specialized management of fertilizer and nutrients for each crop. In the first phase of development, there may be competition for nutrients, which is solved by choosing crops that are in symbiosis, such as the large leaves of banana and its moist stem base being beneficial for newly planted papaya nurseries. The leaves can be used to shade the papaya seedlings and improve soil moisture retention during the first phase of growth. When the banana has grown a large leaf area, it can prevent and resist some kinds of insects coming into the papaya stand. Therefore, when choosing the crops to grow in an integrated stand, they should interact beneficially and not compete for nutrients, or impede each other's development. Growing papaya by training the stem is another format

that can prevent PRSV to some degrees, as changing the growth to be small and short can help avoid some groups of insects, enabling papaya to be free of some diseases. It also reduces risk in areas with the problem of high wind speeds. This technique was adapted from papaya growing in Taiwan, where it is used to control the risk of PRSV and broken stems from a storm. This growing method has the drawback that production may be less than an untrained papaya, as the training tends to reduce the area of flowering and fruiting in a papaya to be less than a free-standing plant, giving less fruiting flowers. This can be solved by looking after the stem to grow longer than usual, to give more space for fruit.

The problems of growing papaya are mostly the prevention and elimination of disease, especially PRSV. Thus most papaya production emphasises the ability to prevent this disease. Intercropping with suitable companion plants and herbs with insect repellent properties may help prevent this disease. This must start from choosing a growing area free of PRSV, which is important as young papaya are very vulnerable to PRSV, which can spread throughout the stand from just a few plants (Janthasri and Katengam, 2007). Ideally, it should be an area surrounded by forest on 4 sides. For better soil management, the area around the stem should be mulched with rice straw to cause degradation into nutrients for microorganisms which will promote growth of the papaya. Monthly fertilization may comprise cow and ox manure, or various organic fertilizers including bio-fluid fertilizer or liquid compost. If a plant is found with PRSV, it should be uprooted and destroyed outside the plot. The format of papaya production driving this research can respond to the problems of papaya production in the future.

Producing crops in an organic system makes the elimination of diseases and insect pests much more challenging, because it is not possible to use chemicals

Table 3 Prevalence and level of PRSV in papaya grown in different intercropping systems in Mahasarakham

Intercropping format	Prevalence of PRSV ^{1/}	Level of PRSV ^{2/}	Note
papaya alternating with bananas, dry rice straw mulch	85 ^c	3.32 ^b	Other diseases found such as bacterial stem rot
papaya alternating with bananas, natural grass mulch	80 ^c	3.58 ^b	Bacterial stem rot present
papaya alternating with custard apples, dry rice straw mulch	66 ^a	2.25 ^a	Other diseases found such as bacterial stem rot, mottled leaves
papaya alternating with custard apples, natural grass mulch	70 ^b	2.44 ^a	Bacterial stem rot present
Papaya only, no mulch	90 ^d	4.18 ^c	-
F-test	**	**	
% CV	13.70	6.32	

Note: Mean values in a single column with the same superscript are not statistically different by Least Significant Difference (LSD) at confidence level 0.01

as in a conventional farming system. The fruit obtained may be outwardly unattractive, with worm channels and unattractive skin. However, the selling price, is usually higher than for fruits produced using chemicals. In this experiment, when papaya was infected with PRSV we used the method of uprooting and destroying the plant at any stage of its development to prevent infection to other plants in the stand. This required a large amount of repair planting, which caused harvesting to be out of synchrony, and this may have affected the data on fruit quality. Therefore, for future research we recommend choosing the location very carefully to ensure that the experimental plot is well prepared in terms of climate, disease factors, insects and labor availability.

The main factor for all organic crops is the environment, whether the weather, moisture, amount of rain, wind, diseases, insects and the fertility of the soil in that area. Choice of a suitable environment should contribute more than half to the success of the venture, because factors apart from these can be controlled, such as cultivars, nutrients, production volumes, fruit quality and harvesting.

Conclusion

Statistically significant differences were found in yield, weight per fruit, flesh thickness, total soluble solids, disease incidence and level of disease. Banana as a companion plant promoted papaya yield, while custard apple could minimize PRSV infection. Dry rice straw was the most suitable type of mulch.

Acknowledgement

The researcher would like to thank you to Borabue District Agricultural Extension Office, Borabue District, Maha Sarakham Province, along with Nong Ko villagers, Borabue District, who have helped to manage the papaya plots for the duration of the study.

References

- Agriculture Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (1997). *Papaya*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. (in Thai)
- Asami, M. & Mitchell, R. (2003). Organic and synthetic fertility amendment influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied soil Ecology*. 19: 147-160.
- Badillo, V.M. (1983). Caricaceae. In *Flora of Ecuador*, eds. Harling, G. & Sparre, B., 27-47. Illinois: Balogh Scientific Book.
- Baebprasert, C. 1987. What you should consider before starting a fruit orchard. *Kaset Kaona Journal* 12(2), 41-50. (in Thai)
- Bulluck, L.R., M. Brosius, G.K. Evanylo and J.B. Ristano. (2002). Organic and synthetic fertility amendment influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology* 19: 147-160.
- Busabakorakul, S. (2000). *Effect of temperature and humidity on variation in floral gender of perfect flowers of Mexican papaya during the hot season*. Bachelor's degree special problem research, Horticulture Department, School of Agriculture, Kasetsart University, 15 p. (in Thai)
- Carbonaro, A.S., D. Mattera & Nicoli, P. (2009). *Comparison of organic and conventional crops at the Neely-kinyon long-term agroecological research (LTAR) site U.S.A.*: Department of Horticulture and Agronomy, Iowa State University.
- Denisen, E. L. (1985). *Principles of Horticulture* London: Macmillan.

- Earth Net Foundation/Green Net. (2008). *Advances in organic farming in Thailand*. Bangkok: Earth Net Foundation. (in Thai)
- Jaikla, S. & T. Jaikla. (2012). *Growing organic rice in the tropics. Organic plant research report*. Bangkok: Earth Net Foundation. (in Thai)
- Janthasri, R. (2002). *Comparison of PRSV resistant papaya cultivars*. Faculty of Agriculture research report, Ubol Ratchathani University. (in Thai)
- Janthasri R. (2004). *A study of papaya tolerance to Papaya Ring Spot Virus in Ubon Ratchathani Province*. Research report of the School of Agriculture, Ubon Ratchathani University. 20 p. (in Thai)
- Janthasri R. (2005). *Papaya*. Course materials for a course on tropical fruit production of the Horticulture Department, School of Agriculture, Ubon Ratchathani University, 64 p. (in Thai)
- Janthasri, R. (2007). *Commercial papaya*. First edition. Ubol Ratchathani: Ubol Ratchathani University Press. (in Thai)
- Janthasri, R. (2007). *Dragon fruit*. Course materials for a course on tropical fruit production of the Horticulture Department, School of Agriculture, Ubon Ratchathani University. (in Thai)
- Janthasri, R. (2009). *Effect of mycorrhizal fungi on macro nutrient absorption in papaya production*. Research report, Rajabhat Mahasarakham University. (in Thai)
- Janthasri, R. (2010). *Effect of organic fertilizer on the growth of papaya in Maha Sarakham Province*. Bachelor's degree special problems research, School of Agricultural Technology, Rajabhat Mahasarakham University. (in Thai)
- Janthasri, R. & P. Arimatsu. (2010). Situation of papaya production in Kalasin, Roi Et and Maha Sarakham Provinces. Full research report for the Thailand Research Fund. 78 p. (in Thai)
- Janthasri R., & K. Janthasri. (2005). Comparison of papaya cultivars' tolerance to Papaya Ring Spot Virus in Ubon Ratchathani Province. Ubon Ratchathani University Academic Journal 8(1): 8-19. (in Thai, abstract in English)
- Janthasri, R. & S. Katengam. (2007). An analysis on DNA fingerprints of thirty papaya cultivars (*Carica papaya* L.), grown in Thailand with the use of amplified fragment length polymorphisms technique. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(8), 3072-3078.
- Jetiyanon, K. (1995). *Use of beneficial microorganisms to build up immunity in vegetable crops in Phitsanuloke Province*. Agricultural Science Department, School of Agriculture, Natural Resources and the Environment, Naresuan University. (in Thai)
- 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).
- National Economic and Social Development Board.(2002). *Ninth national economic and social development plan (2002-2006)*. Bangkok. (in Thai)
- National Organic Agriculture Development Committee. (2008). *First national strategic plan on the development of organic agriculture, 2008-2011*. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai).
- Panyakul, W. (2004). *Introduction to organic agriculture*. Bangkok: Earth Net Foundation. (in Thai)
- Panyakul, W. (2008). *Sustainable agriculture*. Bangkok: Earth Net Foundation (in Thai).
- Petchpisit, V. (2001). *Organic production manual (for farmers)*. Bangkok: Agriculture Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)
- Prasartsee, V. (2009). *Papaya Ring Spot Virus and its prevention and control*. Khon Kaen Horticultural Experiment Station, Sisaket Horticultural Research Center, Horticultural Research Institute, Department of Agriculture. (in Thai)
- Purcifull, D.E., J.R. Ewardson, E. Hiebert, & D. Gonsalves. (1984). *Papaya ringspot virus*. U.S.A.: CMI/AAB Descriptions of Plant Virus, no. 84, revised.
- Rattanaweha, C. (2002). *Organic farming Report of the organic agriculture conference*. Bangkok: Agriculture Department. (in Thai).
- Riley, F., P. Hepperly, J. Hanson, D. Douds & R.Seidel. (2003). *Indigenous soil and water conservation in Africa: an assessment of current knowledge*. Presented at Workshop on Conservation in Africa: Indigenous Knowledge and Conservation Strategies, Harare, Zimbabwe, Amsterdam: CDCS.
- Scialabba, N., & C. Hattam. (2002). *Organic agriculture, environment and food Security*. Rome: FAO.
- Siripanich, J. (1992) *Post harvest technology of vegetables and fruits*. Third edition. Bangkok: Kasetsart University School of Agriculture. (in Thai)
- Subhadrabandhu, S. (1990). *Lychee and Longan Cultivation in Thailand*. Bangkok: Rumthai
- Tankard, G. (1987). *Exotic Tree Fruit for the Australian Home Garden. : Recent Rare Fruit*

- Discoveries in Malaysia.* Borneo Australia: Thomas Nelson Australian.
- Verheij, E. W. & R. Coronel. (1992). *Plant Resources of South-East Asia No.2: Edible Fruits and Nuts.* Bogor, Indonesia: Prosea Foundation.
- Worthington, F. (2001). *Introduction to certified organic farming.* Ottawa: Canadian Farm Business Management Council.
- Yeunnoy, Y. (2010). *Growing organic maize as a secondary crop after rice.* Pamphlet by the Organic Farming Project. (in Thai)
- Yimsawat T. (1992). *Papaya.* Course materials for a course on tropical fruit production of the Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. (in Thai)



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

บทความวิจัย

การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของอ้อยโคลนดีเด่นภายใต้สภาวะให้น้ำและอาศัยน้ำฝน

ธีระรัตน์ ชินแสน* รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ ปิยะรัตน์ จังพล แสงเดือน ชนะชัย และ ชัยนต์ ภัคธิไทย

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 3 กุมภาพันธ์ 2564

แก้ไข: 5 พฤษภาคม 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 30 พฤษภาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

ค่า SCMR

ค่า C.C.S.

ผลผลิตน้ำตาล

บทคัดย่อ

พันธุ์อ้อยที่สามารถให้ผลผลิตสูงแม้ปลูกในพื้นที่อาศัยน้ำฝนหรือได้รับน้ำจำกัดยังเป็นที่ต้องการของเกษตรกร ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของอ้อยโคลนดีเด่นเมื่อได้รับน้ำที่ต่างกัน ประกอบการคัดเลือกพันธุ์อ้อยในเขตอาศัยน้ำฝน โดยวางแผนการทดลองแบบ Split - plot in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ การให้น้ำที่ต่างกัน ได้แก่ (1) ให้น้ำตามร่อง (เสริมน้ำ) และ (2) ไม่ให้น้ำ (อาศัยน้ำฝน) และปัจจัยรอง คือ พันธุ์โคลนอ้อยที่ต่างกัน จำนวน 15 พันธุ์/โคลน จากการศึกษาพบว่า ความยาวลำเฉลี่ยของอ้อยทั้ง 15 พันธุ์/โคลน ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ที่เจริญเติบโตโดยอาศัยน้ำฝนมีค่าน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอ้อยที่ปลูกโดยให้น้ำตามร่อง เท่ากับ 251.68 และ 340.27 เซนติเมตร ตามลำดับ และพบว่า พันธุ์/โคลนอ้อยที่ต่างกันมีค่า SPAD Chlorophyll Meter Reading หรือค่า SCMR ความยาวลำจำนวนลำต่อกอ ผลผลิต ค่าความหวานของอ้อย หรือ Commercial Cane Sugar (C.C.S.) และผลผลิตน้ำตาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ พบว่า มีความเป็นไปได้ที่จะคัดเลือกโคลน KK09-0857 และ KK09-0844 สำหรับเพาะปลูกในพื้นที่ที่สามารถจัดการการให้น้ำได้ และพื้นที่อาศัยน้ำฝน โดยมีผลผลิตน้ำตาล เท่ากับ 2.72 และ 1.42 ตัน C.C.S. ต่อไร่ ตามลำดับ

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกหลายชนิด สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เพาะปลูกอ้อยในเขตพื้นที่ดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและอาศัยน้ำฝน การเพาะปลูกอ้อยในเขตพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่ประสบปัญหาการกระจายตัวของน้ำฝนที่ไม่สม่ำเสมอหรือมีฝนทิ้งช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเมษายน ขณะที่ ช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของอ้อยซึ่งมีความสำคัญต่อการสร้างอาหารสะสมภายในลำอ้อย (Ramesh, 2000) จากข้อจำกัดของน้ำที่พบระหว่างการเพาะปลูก

อ้อยอาจส่งผลให้อ้อยเกิดความเครียดจากการขาดน้ำซึ่งมีผลกระทบต่อการกระบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ เช่น พืชปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง (Cazares et al., 2010) รวมถึงยับยั้งการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ นอกจากนี้ ยังมีผลต่อเนื่องโดยจำกัดการเจริญเติบโตหรือมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าศักยภาพที่มีอยู่ (Dongsansuk, 2017) หรืออาจส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตอ้อย รวมถึงส่งผลให้ไม่สามารถไว้ต่ออ้อยต่อได้ในฤดูปลูกต่อไป

ค่า SCMR (SPAD chlorophyll meter reading) เป็นค่าที่แสดงความเขียวทางอ้อมของใบ (SPAD) โดยมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบพืช มีหน่วยเป็น SPAD-unit (Loh et al.,

*Corresponding author

E-mail address: nongtheerarat@gmail.com (T. Chinnasaen)

Online print: 28 June 2021. Copyright©2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.2>

2002) ทั้งนี้ค่า SCMR ยังสามารถบ่งชี้ศักยภาพเบื้องต้นทางสรีรวิทยาของพืชโดยไม่ทำลายพืช ประกอบกับการทดสอบในพืชหลายชนิดยืนยันความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญสูงระหว่างค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบที่สกัดได้ (Kasemsap et al., 1994) ดังนั้น ค่า SCMR จึงถูกนำมาใช้ประกอบการศึกษาทางสรีรวิทยาของพืชไร่หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืช เช่น อ้อย (Khonghintaisong et al., 2017) และ ถั่วลิสง (Arunyanark et al., 2009) เป็นต้น นอกจากนี้ Khonghintaisong et al. (2017) ได้รายงานไว้ว่า ค่า SCMR มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับลักษณะทางการเกษตรของอ้อย โดยค่า SCMR ที่สูงบ่งชี้ว่าอ้อยสามารถแตกหน่อและมีน้ำหนักแห้งต่อกอสูง ขณะเดียวกันจากการศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของอ้อยต่อการจำลองความแห้งแล้งในระบบการปลูกอ้อยข้ามแล้งพบว่า อ้อยพันธุ์ KK3 มีอัตราการเพิ่มความสูงรายวันลดลง ส่วนพันธุ์อื่น ๆ มีอัตราการเพิ่มความสูงไม่แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธีแต่เมื่อได้รับน้ำอีกครั้งและกลับคืนสู่สภาพปกติอ้อยทุกพันธุ์มีอัตราการเพิ่มความสูงมากกว่าอ้อยในกรรมวิธีที่ไม่ขาดน้ำ ยกเว้นอ้อยพันธุ์ KCU99-03 ขณะที่พันธุ์ KK3 มีอัตราการเพิ่มความสูงมากขึ้นเมื่อเทียบกับกรรมวิธีได้รับน้ำปกติในช่วงขาดน้ำของช่วงต้นการเจริญเติบโต ทั้งนี้พบว่า พันธุ์ UT12 และ UT13 มีน้ำหนักแห้งเหนือดินลดลงเมื่อขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโต ขณะที่พันธุ์อื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างระหว่างการให้น้ำที่แตกต่างกัน Thongviang et al. (2014) ได้ทำการปลูกทดสอบพันธุ์อ้อยเพื่อเพิ่มทางเลือกแก่เกษตรกรที่ปลูกอ้อยในสภาพดินทรายในเขตอาศัยน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการศึกษาพบว่าอ้อยพันธุ์ K88-92 KK3 UT9 และ UT12 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 24.2 22.7 22.1 และ 21.3 ตันต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่า อ้อยทุกพันธุ์ที่ดำเนินการศึกษามีความหวาน (Commercial Cane Sugar; C.C.S.) ใกล้เคียงกันหรือระหว่าง 10.46 – 10.85 ขณะที่ Silvério et al. (2017) ได้ศึกษาถึงพันธุ์อ้อยที่แตกต่างกันต่อความทนทานต่อความแห้งแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกของประเทศบราซิล จากการศึกษาพบว่า สามารถจำแนกพันธุ์อ้อยได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ทนทานต่อความแห้งแล้งในระดับรุนแรง (พันธุ์ RB073028 RB867515 และ RB72454) กลุ่มที่ทนทานต่อความแห้งแล้งในระดับปานกลาง (RB073036 และ RB073040) และกลุ่มที่ไม่ทนทานต่อความแห้งแล้ง (RB92579 และ RB855536)

จากการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การศึกษาเพื่อหาพันธุ์อ้อยที่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่สูง แม้อยู่ในสถานะที่มีน้ำจำกัดหรืออาศัยน้ำฝนยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาพันธุ์อ้อยหรือเพื่อการผลิตอ้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนเพื่อการเพาะปลูกอ้อยโรงงาน ขณะเดียวกัน การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ค่า SCMR เพื่อคาดการณ์ผลผลิตและ

องค์ประกอบผลผลิตของไทยยังมีอยู่จำกัด ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาค่า SCMR การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยโคลนตีเด่นภายใต้สภาวะให้น้ำและอาศัยน้ำฝนสำหรับใช้ประกอบการคัดเลือกพันธุ์อ้อยในเขตอาศัยน้ำฝนและการใช้ค่า SCMR เพื่อคาดการณ์ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยโรงงาน

วิธีการวิจัย

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split - plot in RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักคือ การให้น้ำที่แตกต่างกัน ได้แก่ (1) ให้น้ำตามร่อง (เสริมน้ำ) และ (2) ไม่ให้น้ำ (อาศัยน้ำฝน) และปัจจัยรอง คือ พันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกัน จำนวนทั้งสิ้น 15 พันธุ์/โคลน ประกอบด้วยอ้อยโคลนตีเด่นที่อยู่ระหว่างการทดสอบพันธุ์โดยศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จำนวน 12 โคลน ได้แก่ KK07-250, KK07-599, KK08-051, KK08-053, KK09-0358, KK09-0844, KK09-0857, KK09-0939, KK09-1155, KK10-226, KK10-308 และ KK3/E09-1 และพันธุ์มาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ K88-92, LK92-11 และ KK 3

การดำเนินการทดลอง

ดำเนินการปลูกอ้อย ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น (จำนวน 1 แปลง) ระหว่างปี 2562-2563 โดยปลูกอ้อยในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ด้วยท่อนพันธุ์ที่มี 3 ตาต่อท่อนวาง 2 ท่อนพันธุ์ต่อหลุม กำหนดระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตรและระยะห่างระหว่างหลุม 0.5 เมตร แถวปลูกแต่ละแปลงย่อยยาว 8 เมตร และปลูกแปลงย่อยละ 2 แถว จากนั้นกลบดินและฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชหลังปลูก เพื่อให้อ้อยตั้งตัวได้จึงดำเนินการให้น้ำตามร่องอ้อยกลุ่มเสริมน้ำและอาศัยน้ำฝนจำนวน 5 ครั้ง (2 สัปดาห์ต่อครั้ง ในช่วงปลายเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม พ.ศ. 2562) ครั้งละ 50 มิลลิเมตร หรือ 100 มิลลิเมตรต่อเดือน ดังนั้นจึงให้น้ำช่วงอ้อยตั้งตัวรวมทั้งสิ้น 250 มิลลิเมตร จากนั้นจึงจัดการการให้น้ำตามปัจจัยหลักที่กำหนด สำหรับการเสริมน้ำนั้นดำเนินการโดยให้น้ำตามร่อง 2 สัปดาห์ต่อครั้ง ครั้งละ 50 มิลลิเมตร ในเดือนเมษายน และมิถุนายน ที่มีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดทั้งเดือนน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (ปริมาณน้ำที่กำหนดให้เสริมตามร่องรวมในแต่ละเดือน) (Figure 1) เพื่อให้ใกล้เคียงกับปริมาณความต้องการน้ำของอ้อย ตามคำแนะนำของ Paisanchoen et al. (2012) ดังนั้น ในฤดูกาลนี้จึงได้ให้น้ำเพิ่มแก่อ้อยกลุ่มเสริมน้ำ จำนวน 4 ครั้ง หรืออ้อยได้รับน้ำเสริมรวมทั้งสิ้น 200 มิลลิเมตร ทั้งนี้การให้น้ำ 3 เดือน ได้แก่ เดือนตุลาคม

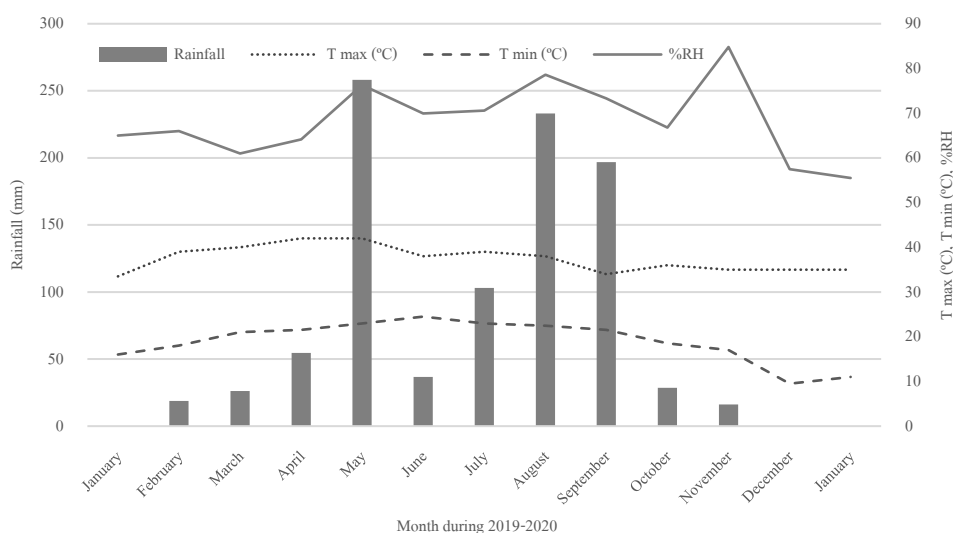


Figure 1 Rainfall (mm), maximum and minimum temperature (°C), and relative humidity (%RH) at Khon Kaen Field Crops Research Center, Sila, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen during 2019 to 2020

พฤศจิกายน และธันวาคม พ.ศ. 2562) ก่อนการเก็บเกี่ยว (Field Crops Research Institute, 2011) สำหรับการใส่ปุ๋ยดำเนินการโดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่พร้อมปลูก (สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ครั้งที่ 2 ใส่หลังจากครั้งแรก 2 เดือน (สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ดูแลรักษา กำจัดวัชพืช และควบคุมการเข้าทำลายของโรคและแมลงตลอดช่วงการเพาะปลูก

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลทางสภาพอากาศ ค่า SMCR และการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุ 6 และ 12 เดือนหลังปลูก จากนั้นเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก และบันทึกผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) บันทึกข้อมูลทางสภาพอากาศทุกวันตลอดการเพาะปลูกอ้อย ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

(2) ค่า SCMR (SPAD chlorophyll meter reading) โดยสุ่มวัดจากใบอ้อยที่โตเต็มที่ เป็นใบที่สมบูรณ์ โดยเป็นใบที่ 2 หรือ 3 จากยอดที่งอกเต็มที่จำนวน 3 ใบ ด้วยเครื่อง SPAD-502 chlorophyll meter (Minolta SPAD-502 meter Tokyo, Japan) โดยวัดส่วนโคน กลาง และปลายใบแล้วหาค่าเฉลี่ย ดำเนินการวัดในช่วงเวลา ระหว่างเวลา 09.00 - 12.00 น. (Khonghintaisong et al., 2017)

(3) การเจริญเติบโต วัดความยาวลำด้วยไม้วัดระดับโดยสุ่มวัดจำนวน 10 ลำ และหาค่าเฉลี่ยจำนวนลำต่อกอ จากทั้งสองแถวปลูก

(4) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เก็บเกี่ยวอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก (เดือนมกราคม พ.ศ. 2563) บันทึกน้ำหนักเพื่อประเมินผลผลิต (ต้นต่อไร่) จากนั้นสุ่มแปลงย่อยละ 10 ลำ เพื่อประเมินค่าคุณภาพความหวานหรือค่า C.C.S ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ดังสมการที่กล่าวไว้ในการศึกษาของ Kruangpatee et al. (2017) และผลผลิตน้ำตาล (ต้น C.C.S. ต่อไร่) โดยคำนวณจากผลผลิตอ้อย (ต้นต่อไร่) $\times$ ค่า C.C.S./100

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษา และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ STAR และหาความสัมพันธ์ด้วย Simple correlation พร้อมหาสมการถดถอยเส้นตรงอย่างง่าย (Simple linear regression) ระหว่างค่า SCMR กับผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

สภาพอากาศ

ระหว่างการเพาะปลูกอ้อยมีปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก 972.1 มิลลิเมตร โดยที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ซึ่งเป็นช่วงอายุที่อ้อยแตกกอและย่างปล้อง (Office of the Cane and Sugar Board, 2015) ตรงกับเดือนพฤษภาคมที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด เท่ากับ 258.1 มิลลิเมตร ขณะที่อุณหภูมิสูงสุด เท่ากับ 42 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน และพฤษภาคม มีอุณหภูมิต่ำสุด เท่ากับ 9.5 องศาเซลเซียส ในเดือน

Table 1 SCMR (SPAD-unit) of various sugarcane varieties at 6 and 12 months after plantation under different irrigation managements at Khon Kaen Field Crops Research Center, Khon Kaen Province in 2019-2020

No.	Variety	SCMR value (SPAD-unit)						Average (a-b)
		6 months after plantation			12 months after plantation			
		Irrigation	Non-irrigation	Average (a)	Irrigation	Non-irrigation	Average (b)	
1	KK07-250	38.12	37.16	37.64 abA ¹⁴	25.71	20.47	23.09 bcdB	30.37
2	KK07-599	42.32	40.90	41.61 aA	27.20	26.27	26.73 abB	34.17
3	KK08-051	35.21	34.78	35.00 bcdA	28.46	25.93	27.19 abB	31.10
4	KK08-053	39.52	35.52	37.52 abcA	28.28	23.61	25.94 abcB	31.73
5	KK09-0358	35.01	35.70	35.36 bcdA	22.90	18.17	20.53 cdB	27.95
6	KK09-0844	34.89	32.60	33.75 bcdA	26.30	29.52	27.91 abB	30.83
7	KK09-0857	36.53	37.50	37.02 abcA	27.70	28.81	28.26 abB	32.64
8	KK09-0939	33.52	29.73	31.63 cdA	24.24	21.46	22.85 bcdB	27.24
9	KK09-1155	35.94	35.88	35.91 a-dA	30.19	27.23	28.71 abB	32.31
10	KK10-226	32.34	33.96	33.15 bcdA	25.90	22.57	24.23 a-dB	28.69
11	KK10-308	35.50	34.78	35.14 bcdA	26.63	21.18	23.91 bcdB	29.53
12	KK3/E09-1	38.63	37.47	38.05 abA	31.34	28.84	30.09 aB	34.07
13	LK92-11	31.23	29.36	30.30 dA	17.84	20.47	19.16 dB	24.73
14	K88-92	37.04	36.81	36.93 abcA	27.99	24.72	26.36 abcB	31.65
15	KK3	34.82	33.22	34.02 bcdA	26.09	22.22	24.16 a-dB	29.09
Average		36.04	35.02	35.53	26.45	24.10	25.27	30.40
C.V. (a) = 11.93%, C.V. (b) = 10.57%, C.V. (c) = 9.12%								
F-test: Irrigation management (a) = ns, Variety (b) = **, Collection time (c) = **, a x b = ns, a x c = ns, b x c = **, a x b x c = ns								

¹⁴Mean in the same column followed by different lowercase and mean in the same row followed by different capital letters were significantly different at the 5% level of probability by DMRT. * = Significant at $p < 0.05$, ** = Significant at $p < 0.01$ ns = not significant.

ธันวาคม และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดการเพาะปลูก เท่ากับ 68.4%RH (Figure 1)

ค่า SCMR

จากการศึกษาค่า SCMR ของอ้อยปลูก ที่อายุ 6 และ 12 เดือน หลังปลูก พบว่า พันธุ์โคลนอ้อยและช่วงอายุการวัดข้อมูลที่แตกต่างกันมีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อค่า SCMR โดยค่า SCMR ของโคลน KK07-599 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 41.61 SPAD-unit ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์โคลนเดียวกัน พบว่า ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก อ้อยทุกพันธุ์โคลนมีค่า SCMR สูงกว่า ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก โดยเมื่อเปรียบเทียบที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า อ้อยโคลน KK07-599 มีค่า SCMR สูงสุด เท่ากับ 41.61 SPAD-unit รองลงมาคือ KK3/E09-1 และ KK07-250 (38.05 และ 37.64 SPAD-unit ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบที่อายุ 12 เดือน หลังปลูก พบว่า โคลน KK3/E09-1 มีค่า SCMR สูงสุด เท่ากับ 30.09 SPAD-unit ทั้งนี้พบว่าพันธุ์โคลนอ้อยหรือช่วงอายุการวัดข้อมูลที่แตกต่างกันมีผลให้อ้อยมีค่า SCMR แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติด้วยเช่นกัน (Table 1) จากการศึกษพบว่า เมื่ออ้อยมีอายุมากขึ้น ค่า SCMR จะลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตดังกล่าว อยู่ในช่วงระยะคงที่ (Stationary phase) หรือเรียกว่า ระยะสุกแก่ และแก่ สำหรับการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาลของอ้อยซึ่งเป็น

ระยะที่อ้อยจะมีการเจริญเติบโตช้า สืบเนื่องมาจางลงส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยลง (Office of the Cane and Sugar Board, 2015) อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้วเมื่อพืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำจะมีปริมาณการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ลดลง (Dongsansuk, 2017) แต่จากการทดลองนี้พบว่า การให้น้ำที่แตกต่างกันมีผลให้ค่า SCMR มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก (กรกฎาคม 2562) มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 100 มิลลิเมตร (Figure 1) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้อ้อยกลุ่มอาศัยน้ำฝนมีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ เช่นเดียวกับที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก (มกราคม 2563) เป็นช่วงอายุที่ต้องหยุดการให้น้ำก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อส่งเสริมการสะสมน้ำตาลในลำอ้อย (Field Crops Research Institute, 2011) ทั้งนี้ ด้วยอิทธิพลของลักษณะทางพันธุกรรม (Chongkid, 2014) อาจเป็นสาเหตุหลักที่มีผลให้ค่า SCMR ของพันธุ์โคลนอ้อยที่ต่างกันมีค่าแตกต่างกัน รวมถึงเป็นเหตุให้ค่า SCMR ของอ้อยโคลน KK07-599 มีค่าสูงสุดที่อายุ 6 เดือนหลังปลูกด้วยเช่นกัน โดยมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับค่า SCMR ของอ้อย เช่น พันธุ์ CP 80-1743 มีค่า SCMR ประมาณ 40 SPAD-unit (Zhao et al., 2010) ขณะที่ Khonghintaiong et al. (2017) รายงานว่าพันธุ์ KK3 UT13 และ KKU99-03 มีค่า SCMR ระหว่าง 46-48 SPAD-unit และไม่พบความแตกต่างของค่า SCMR ระหว่างอ้อยที่ขาดน้ำและไม่ขาดน้ำเป็นต้น

Table 2 Plant height (cm) of various sugarcane varieties at 6 and 12 months after plantation under different irrigation managements at Khon Kaen Field Crops Research Center, Khon Kaen Province in 2019-2020

No.	Variety	Plant height (cm)						Average (a-b)
		6 months after plantation			12 months after plantation			
		Irrigation	Non-irrigation	Average (a)	Irrigation	Non-irrigation	Average (b)	
1	KK07-250	138.05	81.43	109.74 efB ¹⁴	290.43	185.83	238.13 efA	173.94
2	KK07-599	155.05	93.76	124.40 defB	326.57	220.87	273.72 deA	199.06
3	KK08-051	189.71	141.33	165.52 a-dB	353.23	268.70	310.97 bcdA	238.24
4	KK08-053	198.19	126.10	162.14 a-dB	377.37	258.10	317.73 bcA	239.94
5	KK09-0358	189.95	144.86	167.40 abcB	366.53	264.57	315.55 bcdA	241.48
6	KK09-0844	181.05	149.90	165.48 a-dB	331.73	274.63	303.18 bcdA	234.33
7	KK09-0857	175.33	111.33	143.33 b-eB	313.07	243.30	278.18 cdeA	210.76
8	KK09-0939	196.71	147.43	172.07 abcB	379.83	269.80	324.82 bA	248.44
9	KK09-1155	211.48	149.76	180.62 abB	380.97	302.73	341.85 abA	261.24
10	KK10-226	214.19	174.19	194.19 aB	401.43	335.23	368.33 aA	281.26
11	KK10-308	193.43	142.76	168.10 abcB	351.43	298.23	324.83 bA	246.47
12	KK3/E09-1	187.76	128.57	158.17 a-dB	359.23	252.30	305.77 bcdA	231.97
13	LK92-11	123.38	76.95	100.17 fB	255.57	166.43	211.00 fA	155.59
14	K88-92	163.67	114.95	139.31 b-fB	312.80	239.47	276.13 cdeA	207.72
15	KK3	166.10	94.57	130.33 c-fB	303.80	195.03	249.42 efA	189.87
Average		178.94 aB	125.19 bB	152.07	340.27 aA	251.68 bA	295.97	224.02
C.V. (a) = 16.91%, C.V. (b) = 11.90%, C.V. (c) = 6.11%								
F-test: Irrigation management (a) = **, Variety (b) = **, Collection time (c) = **, a x b = ns, a x c = **, b x c = **, a x b x c = ns								

¹⁴Mean in the same column followed by different lowercase and mean in the same row followed by different capital letters were significantly different at the 5% level of probability by DMRT. * = Significant at $p < 0.05$, ** = Significant at $p < 0.01$ ns = not significant.

ความยาวลำ

จากการศึกษาความยาวลำของอ้อยปลูกที่อายุ 6 และ 12 เดือน หลังปลูก พบว่าการจัดการการให้น้ำและช่วงอายุการวัดข้อมูลที่แตกต่างกัน หรือพันธุ์/โคลนอ้อยและช่วงอายุการวัดข้อมูลที่แตกต่างกันมีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติต่อความยาวลำอ้อย โดยอ้อยทุกพันธุ์/โคลนมีความยาวลำสูงสุดที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก เช่นเดียวกับการจัดการน้ำ ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า การเสริม น้ำมีผลให้ความยาวลำเฉลี่ยของอ้อยทุกโคลนพันธุ์มีค่าสูงกว่าการไม่เสริมน้ำ เท่ากับ 178.94 และ 125.19 เซนติเมตร ตามลำดับ โดย โคลน KK10-226 มีความยาวลำสูงสุดเมื่อเจริญเติบโตภายใต้สภาวะ การเสริมน้ำและอาศัยน้ำฝน เท่ากับ 214.19 และ 174.19 เซนติเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก มีค่าความยาวลำ เฉลี่ยเมื่อได้รับการเสริมน้ำและอาศัยน้ำฝน เท่ากับ 340.27 และ 251.68 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยโคลน KK10-226 มีความยาวลำ สูงสุดในสภาวะเสริมน้ำและอาศัยน้ำฝน เท่ากับ 401.43 และ 335.23 เซนติเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์/ โคลนพบว่า โคลน KK10-226 มีความยาวลำสูงสุด ทั้งที่อายุ 6 และ 12 เดือนหลังปลูก เท่ากับ 194.19 และ 368.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่า พันธุ์/โคลนอ้อยหรือช่วงอายุการวัดข้อมูลที่ แตกต่างกันมีผลให้ความยาวลำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติด้วยเช่นกัน (Table 2) ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก เป็นระยะ สุกแก่และแก่ของอ้อยซึ่งเป็นช่วงที่อ้อยเจริญเติบโตเต็มที่ ขณะเดียวกัน การได้รับน้ำอย่างเพียงพอช่วยให้อ้อยสามารถเจริญเติบโต

ได้อย่างเหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะย่างปล้องที่อ้อยต้องการ น้ำเพื่อการยืดปล้องสำหรับสะสมน้ำตาลและส่งผลอย่างต่อเนื่องจนถึง ระยะสุกแก่และแก่ของอ้อย ดังนั้นหากอ้อยได้รับน้ำจากที่ระหว่างช่วง การเจริญเติบโตดังกล่าวจึงอาจเป็นสาเหตุให้อ้อยชะงักการ เจริญเติบโต (Office of the Cane and Sugar Board, 2015) หรือ มีลักษณะทางพันธุกรรมของพันธุ์/โคลนเข้ามาควบคุมการแสดงออก ของความยาวลำอ้อยในแต่ละช่วงอายุด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ มีรายงาน ความยาวลำของพันธุ์อ้อย เช่น Thongviang et al. (2014) ศึกษา การเจริญเติบโตของอ้อยในเขตพื้นที่อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี ซึ่งเป็นเขตอาศัยน้ำฝนและไม่ได้น้ำเสริม จากการศึกษาพบว่า อ้อย พันธุ์ K88-92 และ KK3 มีความยาวลำที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก เท่ากับ 285 และ 272 เซนติเมตร ตามลำดับ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม มี รายงานความยาวลำของโคลนที่อยู่ระหว่างการทดสอบพันธุ์ เช่น โคลน KK07-250 ที่ปลูกในเขตอาศัยน้ำฝนและให้น้ำตามร่อง มีความ ยาวลำ เท่ากับ 281 เซนติเมตร ที่อายุ 11 เดือนหลังปลูก (Jungpol, 2020)

จำนวนลำต่อกอ

จากการศึกษาจำนวนลำต่อกอของอ้อยปลูก ที่อายุ 6 และ 12 เดือนหลังปลูก พบว่า พันธุ์/โคลนอ้อยและช่วงอายุการวัดข้อมูลที่ แตกต่างกันมีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อจำนวนลำต่อ กอ และพันธุ์/โคลนอ้อยหรือช่วงอายุการวัดข้อมูลที่แตกต่างกันมีผล ให้จำนวนลำต่อกอของอ้อยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทาง

Table 3. Stalk per stool of various sugarcane varieties at 6 and 12 months after plantation under different irrigation managements at Khon Kaen Field Crops Research Center, Khon Kaen Province in 2019-2020

No.	Variety	Stalk per stool						Average (a-b)
		6 months after plantation			12 months after plantation			
		Irrigation	Non-irrigation	Average (a)	Irrigation	Non-irrigation	Average (b)	
1	KK07-250	4.36	3.99	4.18 efA	3.93	3.14	3.53 fgB	3.86
2	KK07-599	2.42	2.85	2.63 g	2.34	2.63	2.49 g	2.56
3	KK08-051	6.18	5.34	5.76 abc	5.92	5.44	5.68 ab	5.72
4	KK08-053	6.02	5.99	6.00 abcA	5.41	4.09	4.75 b-eB	5.38
5	KK09-0358	4.96	4.79	4.88 cdeA	4.47	3.52	4.00 defB	4.44
6	KK09-0844	6.30	5.80	6.05 abc	5.64	5.26	5.45 abc	5.75
7	KK09-0857	5.22	4.78	5.00 b-eA	4.14	3.99	4.06 defB	4.53
8	KK09-0939	6.66	5.57	6.11 ab	6.22	5.73	5.97 a	6.04
9	KK09-1155	5.30	4.81	5.05 a-e	5.28	4.89	5.09 a-d	5.07
10	KK10-226	5.93	5.17	5.55 a-d	5.78	5.40	5.59 ab	5.57
11	KK10-308	6.23	6.17	6.20 a	5.99	5.89	5.94 a	6.07
12	KK3/E09-1	5.38	4.78	5.08 a-eA	4.44	4.23	4.33 c-fB	4.71
13	LK92-11	4.05	2.89	3.47 fg	3.52	3.14	3.33 fg	3.40
14	K88-92	4.42	3.88	4.15 ef	3.71	3.69	3.70 ef	3.92
15	KK3	4.43	4.50	4.47 defA	3.95	3.21	3.58 efgB	4.03
Average		5.19	4.75	4.97	4.72	4.28	4.50	4.73
C.V. (a) = 16.50%, C.V. (b) = 14.59%, C.V. (c) = 9.64%								
F-test: Irrigation management (a) = ns, Variety (b) = **, Collection time (c) = **, a x b = ns, a x c = ns, b x c = *, a x b x c = ns								

¹⁴Mean in the same column followed by different lowercase and mean in the same row followed by different capital letters were significantly different at the 5% level of probability by DMRT. * = Significant at $p < 0.05$, ** = Significant at $p < 0.01$ ns = not significant

สถิติ โดยอ้อยพันธุ์/โคลน KK07-250 KK08-053 KK09-0358 KK09-0857 KK3/E09-1 และ KK3 ที่อายุ 6 เดือน มีจำนวนลำตอกสูงกว่าที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์/โคลนที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่าจำนวนลำตอกของอ้อยโคลน KK10-308 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 6.20 ลำตอก ขณะที่ KK07-599 มีจำนวนลำตอกต่ำที่สุด เท่ากับ 2.63 ลำตอก และที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก พบว่า อ้อยโคลน KK09-0939 และ KK09-308 มีจำนวนลำตอกสูงสุด เท่ากับ 5.97 และ 5.94 ลำตอก ตามลำดับ (Table 3) ทั้งนี้ ด้วยอิทธิพลของลักษณะทางพันธุกรรม (Chongkid, 2014) อาจมีผลให้พันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีจำนวนลำตอกแตกต่างกัน นอกจากนี้ เนื่องจากน้ำยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการแตกกอของอ้อย โดยเมื่ออ้อยได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอจะช่วยส่งเสริมให้อ้อยแตกกอดี (Field Crops Research Institute, 2011) ประกอบกับน้ำมีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายสารอาหารภายในท่อลำเลียงอาหารจากแหล่งผลิต (source) สู่แหล่งใช้สารอาหาร (sink) (Kasemsap, 2008) ดังนั้นหากอ้อยได้รับน้ำจำกัดอาจส่งผลให้อ้อยมีจำนวนลำตอกลดลง ขณะเดียวกันพบการเข้าทำลายของโรคเส้ดำใบขาว และหนอนกอ (ไม่แสดงข้อมูล) ดังนั้น จึงมีผลให้จำนวนลำตอก

ของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 6 เดือนหลังปลูก

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยปลูกที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก พบว่า การจัดการการให้น้ำหรือพันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีผลให้ผลผลิตอ้อยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอ้อยโคลน KK08-053 ให้ผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 16.12 ตันต่อไร่ รองลงมาคือ KK08-051 (15.76 ตันต่อไร่) ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์ค่าคุณภาพความหวานหรือค่า C.C.S. พบว่า พันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีผลให้ค่าคุณภาพความหวานมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโคลน KK07-250 มีค่า C.C.S. สูงสุด เท่ากับ 17.5 รองลงมาคือ LK92-11 KK07-599 และ KK3 ที่มีค่า เท่ากับ 17.3 17.1 และ 17.0 ตามลำดับ และเมื่อประเมินค่าผลผลิตน้ำตาล พบว่า การจัดการการให้น้ำและพันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลผลิตน้ำตาล แสดงให้เห็นว่าผลผลิตน้ำตาลของพันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันจะมีค่ามากขึ้นเมื่อได้รับการเสริมน้ำ โดยโคลน KK09-0857 ที่ได้รับการเสริมน้ำมีผลผลิตน้ำตาลสูงสุด

Table 4 Cane yield (ton/rai), C.C.S., and sugar yield (ton C.C.S./rai) of various sugarcane varieties at 12 months after plantation under different irrigation managements at Khon Kaen Field Crops Research Center in 2019-2020.

No.	Variety	Cane yield (ton/rai)			C.C.S.			Sugar yield (ton C.C.S./rai)		
		Irrigation	Non-irrigation	Average	Irrigation	Non-irrigation	Average	Irrigation	Non-irrigation	Average
1	KK07-250	12.73	6.79	9.76 bcd ^{1/2}	17.6	17.4	17.5 a ^{1/2}	2.22 abcA ^{1/2}	1.18 aB	1.70
2	KK07-599	7.93	4.21	6.07 d	17.1	17.1	17.1 ab	1.36 cdeA	0.72 aB	1.04
3	KK08-051	18.49	13.02	15.76 a	9.3	7.1	8.2 de	1.66 a-eA	0.83 aB	1.25
4	KK08-053	20.05	12.18	16.12 a	9.2	8.0	8.6 de	1.85 a-dA	0.98 aB	1.41
5	KK09-0358	13.23	7.49	10.36 bcd	7.5	8.1	7.8 de	1.04 deA	0.60 aA	0.82
6	KK09-0844	14.33	13.23	13.78 ab	11.0	10.4	10.7 cd	1.54 b-eA	1.42 aA	1.48
7	KK09-0857	16.06	8.77	12.42 ab	16.9	15.7	16.3 ab	2.72 aA	1.38 aB	2.05
8	KK09-0939	17.09	9.51	13.30 ab	15.2	13.1	14.1 abc	2.57 abA	1.26 aB	1.92
9	KK09-1155	16.66	10.79	13.72 ab	4.5	9.4	6.9 e	0.75 eA	1.02 aA	0.88
10	KK10-226	16.20	12.12	14.16 ab	11.4	11.5	11.5 cd	1.85 a-dA	1.40 aA	1.62
11	KK10-308	14.96	10.91	12.93 ab	12.3	8.9	10.6 cde	1.85 a-dA	0.97 aB	1.41
12	KK3/E09-1	16.34	8.91	12.63 ab	16.0	15.7	15.8 ab	2.60 abA	1.41 aB	2.01
13	LK 92-11	10.73	3.35	7.04 cd	16.9	17.6	17.3 ab	1.84 a-dA	0.60 aB	1.22
14	K88-92	13.60	8.84	11.22 abc	13.6	13.7	13.7 bc	1.85 a-dA	1.19 aB	1.52
15	KK3	15.06	7.19	11.12 abc	16.4	17.6	17.0 ab	2.49 abA	1.27 aB	1.88
Average		14.90 a	9.16 b	12.03	13.0	12.7	12.9	1.88	1.08	1.48
C.V.		C.V. (a) = 3.53%, C.V. (b) = 20.43%; F-test: Irrigation management (a) = **, Varieties (b) = **, a x b = ns			C.V. (a) = 21.73%, C.V. (b) = 14.20%; F-test: Irrigation management (a) = ns, Varieties (b) = **, a x b = ns			C.V. (a) = 17.57%, C.V. (b) = 24.96%; F-test: Irrigation management (a) = **, Varieties (b) = **, a x b = *		

^{1/2}Mean in the same column followed by different lowercase and mean in the same row followed by different capital letters were significantly different at the 5% level of probability by DMRT. * = Significant at p < 0.05, ** = Significant at p < 0.01 ns = not significant

เท่ากับ 2.72 ตัน C.C.S. ต่อไร่ รองลงมาคือ KK3/E09-1 KK09-0939 และ KK3 ที่มีค่าผลผลิตน้ำตาล เท่ากับ 2.60 2.57 และ 2.49 ตัน C.C.S. ต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ภายใต้เงื่อนไขของการเพาะปลูกโดยอาศัยน้ำฝนพบว่า โคลน KK09-0844 KK10-226 และ KK09-1155 สามารถให้ผลผลิตน้ำตาล เท่ากับ 1.42 1.40 และ 1.02 ตัน C.C.S. ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกที่ได้รับการเสริมน้ำ (Table 4) แสดงให้เห็นว่าอ้อยทั้ง 3 โคลน มีแนวโน้มที่จะสามารถเพาะปลูกได้ทั้งในเขตชลประทานและเขตอาศัยน้ำฝน ซึ่งการแสดงออกดังกล่าวอาจถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม ทั้งนี้ จากการตรวจสอบหาสหสัมพันธ์อย่างง่ายของการจัดการน้ำสองรูปแบบพบว่า ส่วนใหญ่ค่าSCMR มีความสัมพันธ์กันน้อยกับผลผลิต ค่า C.C.S. หรือผลผลิตน้ำตาล โดยมีสมการถดถอยเส้นตรงอย่างง่ายดัง Figure 2

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า อิทธิพลของลักษณะทางพันธุกรรม (Chongkid, 2014) มีผลให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์/โคลนอ้อยที่ต่างกันมีค่าแตกต่างกัน ขณะเดียวกันการที่อ้อยได้รับน้ำอย่างเพียงพอมีส่วนสำคัญต่อการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและพัฒนาของอ้อยในทุกช่วงอายุ (Office of the

Cane and Sugar Board, 2015) โดยมีการศึกษาที่รายงานถึงผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์เปรียบเทียบ เช่น Ponragdee et al. (2012) รายงานว่าอ้อยพันธุ์ K88-92 และ KK3 ที่ปลูกในเขตอาศัยน้ำฝน ให้ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และค่า C.C.S. เท่ากับ 12.98 และ 13.10 ตันต่อไร่ 1.50 และ 1.92 ตัน C.C.S. ต่อไร่ และ 11.58 และ 14.36 ตามลำดับ ขณะที่ Office of the Cane and Sugar Board (2015) รายงานว่า พันธุ์ LK92-11 ให้ผลผลิตในเขตพื้นที่น้ำฝน เท่ากับ 10-16 ตันต่อไร่ ค่า C.C.S. ระหว่าง 12-15 และเหมาะสมสำหรับเพาะปลูกในเขตอาศัยน้ำชลประทาน สำหรับอ้อยโคลนดีเด่นที่อยู่ระหว่างการทดสอบ เช่น Jungpol (2020) รายงานว่าโคลน KK07-250 ที่ปลูกในเขตอาศัยน้ำฝน ให้ผลผลิต 15.9 ตันต่อไร่ ค่า C.C.S. เท่ากับ 13.4 และผลผลิตน้ำตาล 2.17 ตัน C.C.S. ต่อไร่ ทั้งนี้ สำหรับอิทธิพลของการจัดการน้ำที่แตกต่างกันมีผลให้ค่า C.C.S. และผลผลิตน้ำตาลของโคลนพันธุ์อ้อยที่แตกต่างกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติอาจเนื่องมาจากอ้อยเป็นพืช C4 ที่มีศักยภาพสูงต่อการสูญเสียน้ำเพื่อแลกเปลี่ยนกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบกับมีกลไกเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์บันเดิลชีท

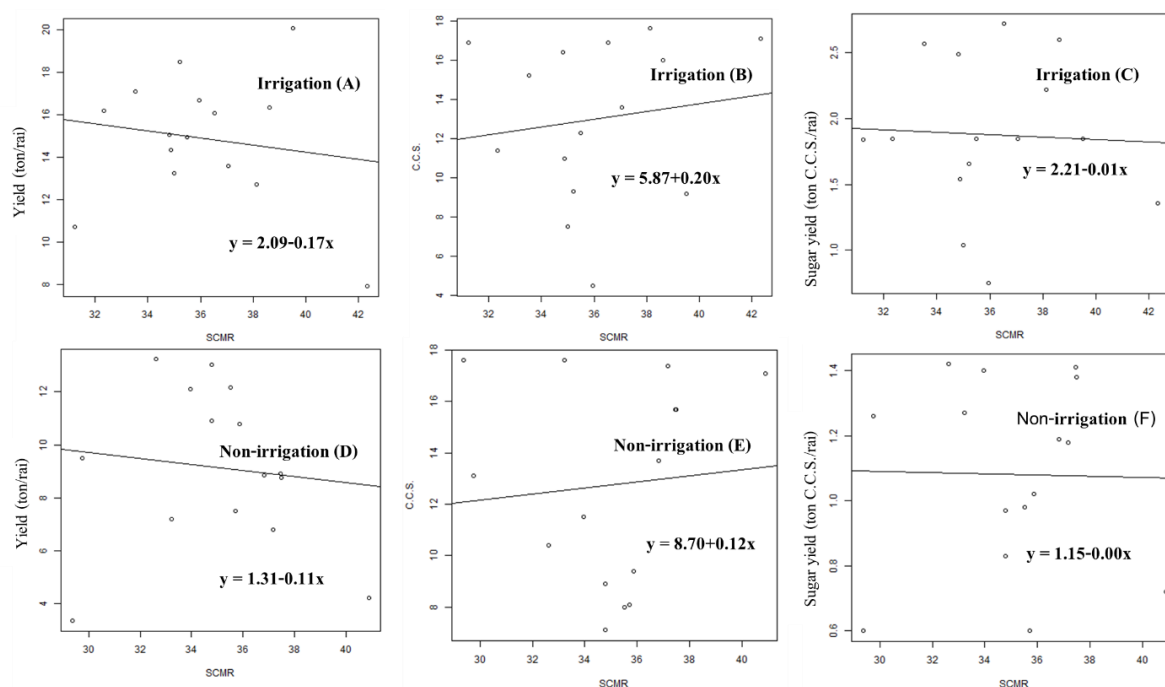


Figure 2. Simple correlation and simple linear regression among SCMR and yield (A,D), C.C.S. (B,E), and sugar yield (C,F) of various sugarcane varieties at 12 months after plantation under different irrigation managements at Khon Kaen Field Crops Research Center in 2019-2020

บริเวณที่เกิดปฏิกิริยาดึงคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีมากขึ้น ดังนั้น กระบวนการคาร์บอนกสิกรรมจึงสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง รวมถึงสามารถสังเคราะห์และสะสมน้ำตาลได้ในลำดับต่อไป (Ferreira et al., 2017) สอดคล้องกับที่ Liu et al. (2016) ได้เสนอว่า การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความเครียดจากการขาดน้ำไม่ใช่ประเด็นสำคัญสำหรับการคัดเลือกพันธุ์อ้อยในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์เพราะสามารถใช้ข้อมูลของอ้อยที่เจริญเติบโตโดยได้รับน้ำอย่างเพียงพอเป็นข้อมูลทางอ้อมประกอบการเพิ่มผลผลิตภายใต้สภาวะเครียดจากการขาดน้ำแทน ประกอบกับ ในปี 2562 มีปริมาณน้ำฝนทั้งหมด 972.1 มิลลิเมตร (Figure 1) ดังนั้น กลุ่มอ้อยที่ได้รับการเสริมน้ำและอาศัยน้ำฝนจึงได้รับน้ำตลอดฤดูปลูก เท่ากับ 1,422.1 และ 1,222.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในช่วงของระดับน้ำที่อ้อยควรได้รับทั้งปีตลอดฤดูปลูก คือ 1,200 – 1,500 มิลลิเมตรต่อปี (Field Crops Research Institute, 2011) ดังนั้นอ้อยทั้งสองกลุ่มจึงให้ค่าเจริญเติบโตและผลผลิตใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Hongchotitanawadi & Wongsupaluk (2016) ที่รายงานว่าตลอดอายุการปลูกอ้อย 10 เดือน มีปริมาณน้ำฝนทั้งสิ้น 904.24 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของอ้อยจนครบวงจร

สรุปและข้อเสนอแนะ

พันธุ์โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีค่า SCMR ความยาวลำ จำนวนลำต่อกอ ผลผลิต ค่าความหวานของอ้อย หรือ C.C.S. และผลผลิตน้ำตาลแตกต่างกัน ขณะที่ การตอบสนองของอ้อยที่ได้รับการเสริมน้ำและอาศัยน้ำฝนยังมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งอาจมีสาเหตุจากอ้อยทั้งสองกลุ่มได้รับน้ำตลอดฤดูกาลเพาะปลูกใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงควร

ดำเนินการศึกษาต่อในอ้อยต่อหรือเพิ่มฤดูกาลเพาะปลูกหรือเพิ่มสถานที่เพาะปลูก อย่างไรก็ตาม ความเป็นไปได้ที่จะคัดเลือกโคลน KK09-0857 เพื่อนำไปเพาะปลูกในพื้นที่ที่สามารถจัดการการให้น้ำได้หรือในเขตชลประทาน ขณะที่ โคลน KK09-0844 ความเป็นไปได้ที่จะถูกคัดเลือกเพื่อนำไปเพาะปลูกในพื้นที่อาศัยน้ำฝน ทั้งนี้ พบว่า ค่า SCMR มีความสัมพันธ์กันน้อยกับผลผลิต ค่า C.C.S. หรือผลผลิตน้ำตาล

References

- Arunyanark, A., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Kesmla, T., & Patanothai, A. (2009). Stability of relationship between chlorophyll density and soil plant analysis development chlorophyll meter readings in peanut across different drought stress conditions. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8, 102-110.
- Cazares, B.X., Ortega, F.A.R., Elenes, L.F., & Medrano, R.R. (2010). Drought Tolerance in Crop Plants. *American Journal of Plant Physiology*, 5(5), 241-256.
- Chongkid, B. (2014). *Rice and Production Technology*. 2 nd. ed. Thammasat University Press. Pathum Thani. (In Thai)
- Dongsansuk, A. (2017). *Physiological responses of plants to environments*. (1st. edition) Faculty of Agriculture. Khon Kaen University. Khon Kaen, (In Thai).

- Ferreira, T.H.S., Tsunada, M.S., Bassi, D., Araújo, P., Mattiello, L., Guidelli, G.V., ... Menossi, M. (2017). Sugarcane water stress tolerance mechanisms and its implications on developing biotechnology solutions. *Frontiers in Plant Science*, 8 (article1077), 1-18.
- Field Crops Research Institute. (2011). *Sugarcane Production Technology*. 1st. ed. PP peak printing & services Part., Ltd.. Bangkok. (In Thai).
- Hongchotitanawadi, T., & Wongsupaluk, N. (2016). The study analysis water usage and the monthly effective rainfall of sugarcane crop at irrigation water management research station 5 Nakhon Pathom province year 2014/15 (2015). *IWM Division*. <http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/iwmd/omdirw/paper/paper001.pdf>, (In Thai).
- Jungpol, P. (2020). Sugarcane promising clones KK07-250. In, *Proceeding of Field and Renewable Energy Crops Research Institute (FCRI) Annual Conference in 2020* (pp. 71-74). Suphan Buri: Suphanburi Field crops research center. (In Thai).
- Kasemsap, P. (2008). *Biology 2*. 3 rd. ed. posn. Bangkok, (In Thai).
- Kasemsap, P., Boonkorkaew, P., Phattaralerphong, J., Saikhunthot, P., & Sethpakdee, R. (1994). Estimation of leaf chlorophyll content from leaf greenness of some species in Thailand. In, *Proceedings of the 32nd Kasetsart University Annual Conference: Plants* (pp. 114-129). Bangkok: Kasetsart University, Thai: Author.
- Khonghintaisong, J., Songsri, P., & Jongrunklang, N. (2017). Growth and Physiological Patterns of Sugarcane Cultivars to Mimic Drought Conditions in Late Rainy Season System. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 25(2), 102-112, Thai: Author.
- Kruangpatee, J., Songsri, P., & Jongrunklang, N. (2017). Evaluation of yield and agronomic traits of sugarcane elite line under rain-fed conditions in the Northeastern Thailand. *Prawarun Agricultural Journal*, 14(1), 30-40. (In Thai).
- Liu, J., Basnayake, J., Jackson, P.A., Chen, X., Zhao, J., Zhao, P., ... Fan, Y. (2016). Growth and yield of sugarcane genotypes are strongly correlated across irrigated and rainfed environments. *Field Crops Research*. 8 pages.
- Loh, F.C.W., Grabosky, J.C., & Bassuk, N.L. (2002). Using the SPAD 502meter to assess chlorophyll and nitrogen content of Benjamin fig and cottonwood leaves. *HortTechnology*, 12, 682-686.
- Office of the Cane and Sugar Board. (2015). *Sugarcane Varieties in Thailand*. Khon Kaen Printing Part., Ltd.. Khon Kaen, Thai: Author.
- Paisancharoen, K., Sansayawichai, T., Luanmanee, S., Thippayarugs, S., Chusorn, K., Chuenrung, J., & Pakdeethai, C. (2012). Water requirement and Kc values of Khon Kaen 3 sugarcane variety. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 40 Supplement 3, 103-114, (In Thai)
- Ponragdee, W., Sansayavichi, T., & Tippyawat, A. (2012). Sugarcane promising clones TP04-066 and TP04-080. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 40 Supplement 3, 31-36, (In Thai)
- Ramesh, P. (2000). Sugarcane Breeding Institute, Coimbatore, India effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 185, 83-89.
- Silvério, J., Silva, T. J. D., Bonfim-Silva, E. M., Iai, A., Duarte, T., & Pires, R. (2017). Drought tolerance of the sugar cane varieties during the initial development. *Australian Journal of Crop Science*, 11(06), 711-715.
- Thongviang, V., Buphasorn, T., Somrak, D., Phasook, P., Chaluthong, S., Sensai, W., ... Kaoru, N. (2014). Comparative study of new U-thong sugarcane varieties and locally cultivated varieties in Kumphawapi district, Udon Thani province. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 42(2), 231-238. (In Thai).
- Zhao, D., Glaz, B., & Comstock, J. C. (2010). Sugarcane Response to Water-Deficit Stress during Early Growth on Organic and Sand Soils. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 5 (3), 403-414.

Research article

Studies on Agronomic Traits and Cane Yield of Sugarcane Promising Clones under Irrigated and Rain-fed Conditions

Theerarat Chinnasaen*, Raweewan Cheakittisak, Piyarat Jungpol, Sangduan Chanachai and Chayan Pakdeethai

Khon Kaen Field Crops Research Center, Sila, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 3 February 2021

Revised: 5 May 2021

Accepted: 30 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

SCMR

C.C.S.

sugar yield

ABSTRACT

The farmer has demanded high yield sugarcane variety under rain-fed condition or limited in irrigation; therefore, the aim of this study was to study on agronomic traits and cane yield of sugarcane promising clones under irrigated and rain-fed conditions for sugarcane varieties selection in rain-fed area. This experiment was carried out with split - plot in RCBD in 3 replications, the main plot was different irrigation management; (1) furrow irrigation (irrigated) or (2) non-irrigation (rain-fed) and 15 varieties/clones were used as sub-plot. The results showed that at 12 months after plantation, plant height of 15 varieties/clones under rain-fed (251.68 cm) were lower than irrigation (340.27 cm) with highly significant. While various sugarcane varieties/clones were highly significant in SPAD Chlorophyll Meter Reading (SCMR), plant height, stalk per stool, yield, Commercial Cane Sugar (C.C.S.), or ton C.C.S.. Moreover, KK09-0857 and KK09-0844 could be selected for cultivating in irrigation area and rain-fed area as 2.72 and 1.42 ton C.C.S./rai, respectively.

*Corresponding author

E-mail address: nongtheerarat@gmail.com (T. Chinnasaen)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.2>



บทความวิจัย

ผลของปริมาณน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และ คุณภาพผลผลิต

ของแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรีในโรงเรือน

ประณต มณีอินทร์ แคน รูปคม อรพรรณ หัสรังค์ ธนัชชา เกณฑ์ขุนทด และ กษิธิเดช อ่อนศรี*

คณะวนวัฒนกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ตำบลหลักหก อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
Article history	
รับ: 7 พฤษภาคม 2564	การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรี ภายใต้สภาพโรงเรือนที่มีการให้น้ำแบบระบบน้ำหยด 4 ระดับ โดยให้ปริมาณน้ำ 100% 80% 60% และ 40% ของวัสดุปลูกอุ้มน้ำได้ตามลำดับ คือ 962.5 770.0 577.5, และ 385.0 มิลลิลิตรต่อต้น วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 6 ซ้ำ ๆ ละ 6 ต้น ผลการทดลองพบว่า การให้น้ำแบบระบบน้ำหยด 4 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการให้ปริมาณน้ำ 577.5 มิลลิลิตรต่อต้น ส่งผลต่อจำนวนใบ ความหนาเปลือก ความหวาน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (EC50) สูงที่สุด คือ 68 ใบ 0.54 เซนติเมตร 12.90 °Brix และ 1.19 mg_{FW}L⁻¹ ดังนั้นการให้น้ำแบบน้ำหยดในปริมาณน้ำ 577.5 มิลลิลิตรต่อต้น โดยแบ่งการให้น้ำ 2 ครั้ง คือช่วงเช้าและเย็น ในการปลูกแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรีเป็นปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของแตงโมกินรีดีที่สุด
แก้ไข: 31 พฤษภาคม 2564	
ตอบรับการตีพิมพ์: 6 มิถุนายน 2564	
ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564	
คำสำคัญ	
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	
สารประกอบฟีนอลิก	
แตงโมกินรี	

บทนำ

แตงโมเป็นพืชล้มลุก เถาเลื้อยไปตามพื้นดิน มีอายุสั้น ผลทรงกลม เปลือกแข็ง เมล็ดเล็ก เนื้อสีแดง มีรสหวาน มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และสามารถทำให้เกิดการผลิตไนตริกออกไซด์เพิ่มขึ้นในเซลล์เยื่อหลอดเลือดมนุษย์ จะมีผลดีทำให้การหมุนเวียนเลือดเป็นปกติ อีกทั้งแตงโมเป็นพืชผลไม้เศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทย เนื่องจากคนไทยนิยมรับประทานและมีการส่งออกต่างประเทศค่อนข้างมาก (Thongtha et al., 2017) เมื่อปีพ.ศ. 2558 - 2561 ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกผลแตงโมจำนวน 208 315 331 และ 764 เมตริกตัน ตามลำดับ และมีราคาแตงโมเฉลี่ยกิโลกรัมละ 9.72 บาท (Department of Agricultural Extension, 2018) ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชโดยทั่วไป คือ ปัจจัยด้านพันธุกรรมและปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่สามารถควบคุมจาก

การทำการเกษตรในแปลงเพาะปลูกได้ ได้แก่ แสงสว่าง อุณหภูมิ อากาศ ธาตุอาหาร และน้ำ (Kasemsap, 2008)

น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตพืชทุกชนิด เป็นสารอาหารของพืชโดยมีการปลดปล่อยไฮโดรเจนอะตอมให้แก่พืช ซึ่งเป็นตัวกลางในปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ เป็นตัวทำลายสารละลายชนิด และเป็นตัวกลางในการแพร่กระจายและการเคลื่อนย้ายสารละลายต่าง ๆ (Behboudian and Mills, 2013) จากสภาพการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลในแต่ละปีของธรรมชาติที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ภัยแล้งเป็นสภาวะที่มีฝนน้อยหรือไม่มีฝนเลยในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งตามปกติควรจะมีฝนตก จึงส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรม ภัยแล้งหรือฝนแล้งในช่วงฤดูฝน เกิดจากการที่ฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายน ต่อเนื่องเดือนกรกฎาคม ซึ่งมีหลายพื้นที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง

*Corresponding author

E-mail address: kasideth.o@rsu.ac.th (K. Onsri)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.3>

ดังกล่าว จากการรายงานภัยแล้งตั้งแต่ พ.ศ. 2510 - 2536 ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากภัยแล้งมาตลอด โดยผลของภัยแล้งมีผลกระทบโดยตรงกับการทำการเกษตรและแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ประชาชนประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ส่งผลเสียหายต่อกิจกรรมทางการเกษตร เช่น ดินขาดความชุ่มชื้น พืชขาดน้ำ พืชชะงักการเจริญเติบโต ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ และผลผลิตที่ได้มีปริมาณลดลง (Meteorological Department, 2020) สำหรับแตงโมในฤดูแล้งกำลังเป็นพืชที่นิยมนำมาปลูกเป็นอย่างมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการเจริญเติบโตในฤดูแล้งในพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินตื้น โดยไม่ต้องมีการให้น้ำชลประทาน ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถประหยัดต้นทุนและเวลาให้น้ำแก่แตงโมได้ ทั้งนี้ในพื้นที่ที่น้ำใต้ดินลึกจากแตงโมยังรากไม่ถึง และพื้นที่ชลประทานเข้าไม่ถึง จะเกิดปัญหาการขาดน้ำทำให้แตงโมชะงักการเจริญเติบโต อีกทั้งการปลูกแตงโมสภาพไร่ที่ต้องมีการให้น้ำซึ่งเป็นการให้น้ำแบบปล่อยร่องต้องใช้น้ำปริมาณมากและการปลูกแบบสภาพไร่ยังมีโรคและแมลงเข้าทำลายแตงโมได้ง่าย จึงมีการใช้สารเคมีในปริมาณสูง (Taweeluea et al., 2014) ส่วนปริมาณความต้องการน้ำของการปลูกแตงโมตลอดฤดูกาลปลูกน้อยกว่าข้าวในปริมาณ 470 ลูกบาศก์เมตร การศึกษาทดลองครั้งนี้จึงเป็นการปลูกต้นแตงโมในโรงเรือนที่มุงด้วยวัสดุโปร่งแสง เพื่อปกป้องต้นแตงโมที่ต้องการปลูกจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ช่วยป้องกันโรคและแมลงที่จะเข้าทำลายต่อต้นแตงโมที่ทำการเพาะปลูก และลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (Thongket, 2007) ดังนั้นการเพาะปลูกแตงโมในสภาพโรงเรือนโดยให้น้ำแบบน้ำหยดเพื่อหาปริมาณการใช้น้ำที่เหมาะสม จึงเป็นทางเลือกของเกษตรกรในการปลูกแตงโม ช่วยลดความเสี่ยงของการปลูกแตงโมในสภาพแล้ง งานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษารายการให้ปริมาณน้ำต่อการเจริญเติบโต ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพของผลผลิต รวมถึงปริมาณธาตุอาหารและสารประกอบฟีนอลิกรวมของแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรีด้วย

1. วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมต้นกล้า

นำเมล็ดพันธุ์แตงโมกินรีเพาะลงในถาดเพาะกล้าที่มีวัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์ (perlite) กับเวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หลังจากต้นกล้ามีอายุได้ 2 สัปดาห์ ทำการย้ายต้นกล้าลงถึงปลูกที่มีวัสดุปลูกผสมระหว่างขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ และแกลบดำ อัตราส่วน

1:1:1 โดยปริมาตร ทำการทดลองช่วงเดือนมกราคม - เมษายน พ.ศ. 2563

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) โดยแบ่งการให้น้ำออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ จำนวน 6 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น มีการให้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจนเท่ากับ 2% ฟอสฟอรัสเท่ากับ 2.2% และโพแทสเซียมเท่ากับ 3% เป็นจำนวน 3 ครั้งตลอดฤดูการปลูก คือ ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 300 กรัมต่อต้นหลังย้ายกล้า 15 วัน ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 500 กรัมต่อต้นหลังย้ายกล้า 30 วัน และครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 700 กรัมต่อต้นหลังย้ายกล้า 45 วัน มีการให้น้ำ 4 ระดับ แบ่งเป็น 2 ครั้ง ช่วงเช้าและช่วงเย็น ในรูปแบบการให้น้ำระบบน้ำหยดอัตโนมัติ และ โดยให้ปริมาณน้ำ 100%, 80%, 60% และ 40% ของวัสดุปลูกอุ้มน้ำได้ตามลำดับ คือ 962.5 770.0, 577.5 และ 385.0 มิลลิลิตรต่อต้น ตามลำดับ เก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะ 90 วันหลังออก บันทึกผลการทดลอง ความยาวต้น ความกว้างแผ่นใบ จำนวนใบ น้ำหนักผลผลิต ความกว้างผลผลิต ความยาวผลผลิต ความยาวรอบวงผลผลิต ความหนาเปลือก รูปร่างผลผลิต ความแน่นเนื้อผลผลิต ความหวานเนื้อผลผลิต ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (EC_{50}) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ปัจจัย (two-way ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง (treatment) ด้วยวิธี Duncan's multiple range test

การบันทึกข้อมูล

ทำการวัดความยาวต้น จำนวนใบ และความกว้างใบทุกสัปดาห์เป็นจำนวน 12 สัปดาห์ หลังย้ายปลูก

เมื่อแตงโมมีอายุครบ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ทำการวัดน้ำหนักผลต่อต้น (กรัม) วัดรูปร่างผล (อัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวผล) ความหนาของเปลือกผล (เซนติเมตร) ความแน่นเนื้อผล (นิวตัน) และความหวานของเนื้อผล (องศาบริกซ์)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll content) วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ทางใบตามวิธีการของ Moran (1982) โดยจะเก็บในช่วงผสมเกสร หรือช่วงผสมดอกแตงโมด้วยการตัดใบพืช นับลำดับใบที่ 3 - 5 จากยอดจะเป็นใบที่สมบูรณ์ จากนั้นนำไปห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟลอยด์แช่เย็น แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในห้องปฏิบัติการเคมี บันทึกผลหน่วยเป็นปริมาณของคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยพื้นที่ใบ (กรัม/ตารางเซนติเมตร)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) เมื่อแตงโมมีอายุครบ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ทำการเก็บผลผลิตและเก็บผลวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ตามวิธีการของ Onsri et al. (2015) ทำการสกัดสารต่าง ๆ ของเนื้อแตงโมด้วย ethanol ใช้สัดส่วนตัวอย่างต่อตัวทำละลายในอัตราส่วน 1:5 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รายงานเป็นค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระให้ลดลงครึ่งหนึ่ง หรือค่า EC_{50} มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมกรัมน้ำหนักสดต่อลิตร ($mg_{FW}L^{-1}$) โดยตัวเลขที่มีค่าน้อยแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมาก

2. ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลของปริมาณน้ำต่อการเจริญเติบโตของแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรีในโรงเรือน พบว่าความยาวต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลให้ความกว้างแผ่นใบและจำนวนใบของแตงโมกินรีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการให้น้ำที่ปริมาณ 962.5 มิลลิลิตรต่อต้น ส่งผลให้ความกว้างแผ่นใบสูงสุดที่ 10.07 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างกับการให้ปริมาณน้ำ 770.0 มิลลิลิตรต่อต้น และที่ปริมาณการให้น้ำ 770.0 577.5 และ 385.0 มิลลิลิตรต่อต้น ให้จำนวนใบสูงสุดที่ 68 68 และ 67 ใบ ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Effect of irrigation on growth, plant length, leave width and number of leaves.

Irrigation (mL/plant)	Plant length (cm)	Leave width (cm)	Number of leaves
962.50	231.09	10.07 a	63.68 b
770.00	244.89	9.88 a	67.50 a
577.50	249.75	9.31 c	67.67 a
385.00	228.94	9.60 b	66.83 a
F-test	ns	*	*
C.V. (%)	7.72	2.31	3.79

a,b,c Difference letters in the same column indicate significant differences. ($p < 0.05$)
ns = not significantly different. ($p > 0.05$)

* = Significantly different at 95 % level

ซึ่งการเจริญเติบโตความยาวต้นของแตงโมพันธุ์กินรีที่ให้ปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน พบว่าสัปดาห์ที่ 1 - 4 มีแนวโน้มทิศทางเดียวกันและสัปดาห์ที่ 4 - 7 ในการให้ปริมาณน้ำ 385.0 มิลลิลิตรต่อต้นมีแนวโน้มความยาวต้นสูงที่สุดในทุกระดับปริมาณการให้น้ำ (Figure 1)

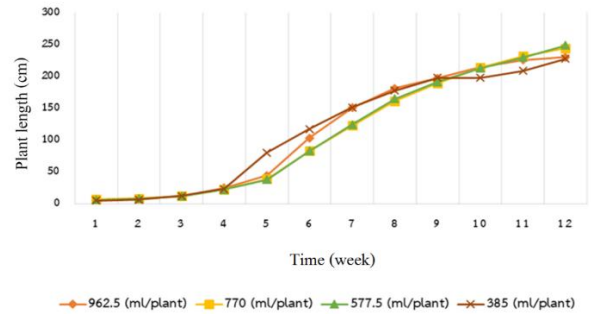


Figure 1 Growth curve indicating the growth of plant length.

และการเจริญเติบโตความกว้างแผ่นใบของแตงโมพันธุ์กินรีที่ให้ปริมาณน้ำที่แตกต่างกันพบว่าสัปดาห์ที่ 1 - 3 มีแนวโน้มทิศทางเดียวกัน และสัปดาห์ที่ 3 - 9 ในการให้ปริมาณน้ำ 962.5 มิลลิลิตรต่อต้นมีแนวโน้มความกว้างแผ่นใบสูงที่สุดในทุกระดับปริมาณการให้น้ำ (Figure 2)

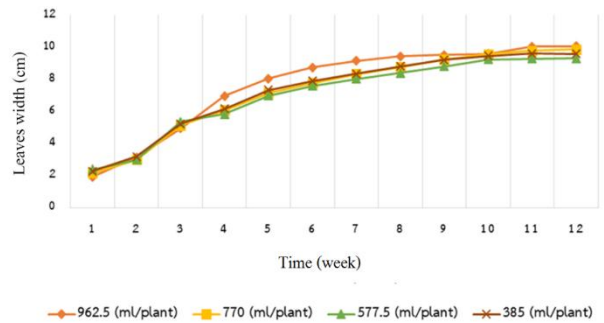


Figure 2 Growth curve indicating the growth of leaves width.

และการเจริญเติบโตจำนวนใบของแตงโมพันธุ์กินรีที่ให้ปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน พบว่า สัปดาห์ที่ 1 - 4 มีแนวโน้มทิศทางเดียวกันและสัปดาห์ที่ 5 - 9 มีแนวโน้มจำนวนใบสูงทิศทางเดียวกันของการให้ปริมาณน้ำ 962.5 มิลลิลิตรต่อต้น และ 577.5 มิลลิลิตรต่อต้น รองลงมาคือ แนวโน้มจำนวนใบสูงทิศทางเดียวกันของการให้ปริมาณน้ำ 770.0 มิลลิลิตรต่อต้น และ 385.0 มิลลิลิตรต่อต้น (Figure 3)

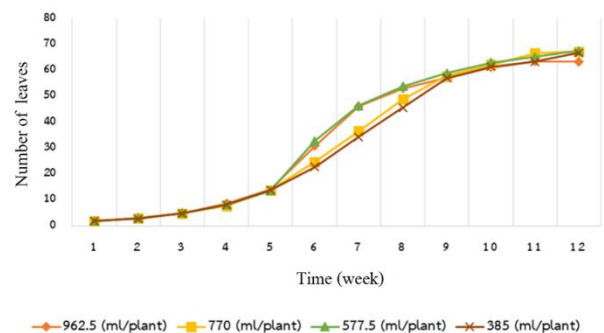


Figure 3 Growth curve indicating the growth of number of leaves.

ผลของปริมาณน้ำต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรีในโรงเรือน พบว่าปริมาณสาร Chlorophyll A, Chlorophyll B และ Total Chlorophyll ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

Table 2 Effect of irrigation on Chlorophyll A, Chlorophyll B and Total Chlorophyll.

Irrigation (ml/plant)	Chlorophyll A (g/cm ²)	Chlorophyll B (g/cm ²)	Total Chlorophyll (g/cm ²)
962.50	23.75	5.97	29.72
770.00	24.22	5.72	29.94
577.50	24.86	7.14	31.99
385.00	25.87	6.20	32.08
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.50	9.10	7.83

a,b,c Difference letters in the same column indicate significant differences. (p<0.05)
ns = not significantly different. (p>0.05)

น้ำหนักผลและความยาวผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความกว้างผล ความยาวรอบวงผล รูปร่างผล และความหนาเปลือกผลของแตงโมพันธุ์กินรีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยที่ปริมาณการให้น้ำ 385.0 มิลลิลิตรต่อต้น ให้ความกว้างผลสูงสุดที่ 10.32 เซนติเมตร แต่ไม่พบความแตกต่างกับการให้ปริมาณน้ำ 577.5 และ 962.5 มิลลิลิตรต่อต้น การให้ปริมาณน้ำ 962.5 มิลลิลิตรต่อต้น ให้ความยาวรอบวงผลสูงสุดที่ 29.67 เซนติเมตร แต่ไม่พบความแตกต่างกับการให้ปริมาณน้ำ 577.5 และ 385.0 มิลลิลิตรต่อต้น และการให้ปริมาณน้ำ 385 มิลลิลิตรต่อต้น ให้ความหนาเปลือกสูงสุดที่ 0.38 เซนติเมตร และให้รูปร่างผลสูงสุดที่ 1 : 0.91 ส่วนความหนาเปลือกและรูปร่างผลไม่แตกต่างไปจากการให้ปริมาณน้ำ 962.5 มิลลิลิตรต่อต้น (Table 3)

Table 3 Effects of irrigation on physical productivity, fruit weight, fruit width, fruit long, fruit circle length, fruit shape and fruit peel thickness.

Irrigation (ml/plant)	Fruit weight (g)	Fruit width (cm)	Fruit long (cm)	Fruit circle length (cm)	Fruit peel thickness (cm)	Shape
962.50	463.81	10.09 ab	11.58	29.67 a	0.42 bc	1 : 0.87 ab
770.00	420.07	8.94 b	10.65	26.59 b	0.44 b	1 : 0.84 b
577.50	466.05	9.29 ab	11.08	29.57 a	0.54 a	1 : 0.85 b
385.00	435.87	10.32 a	11.33	28.57 ab	0.38 c	1 : 0.91 a
F-test	ns	*	ns	*	*	*
C.V. (%)	9.30	9.94	0.84	8.44	10.79	6.06

a,b,c Difference letters in the same column indicate significant differences. (p<0.05)
ns = not significantly different. (p>0.05)

* = Significantly different at 95 % level

ส่วนความแน่นเนื้อและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความหวานและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแตงโมพันธุ์กินรีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยที่ปริมาณการให้น้ำ 577.5 มิลลิลิตรต่อต้น ให้ความหวานสูงสุดที่ 12.90 °Brix แต่ไม่แตกต่างไปจากการให้ปริมาณน้ำ 770.0 มิลลิลิตรต่อต้น และที่ปริมาณการให้น้ำ 577.5 มิลลิลิตรต่อต้น ให้ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระให้ลดลงครึ่งหนึ่งหรือค่า EC₅₀ สูงสุดที่ 1.19 mg_{FW}L⁻¹ (Table 4)

Table 4 Effects of irrigation on yield qualities firmness, total soluble solids, antioxidant activity and phenolic compounds.

Irrigation (ml/plant)	Firmness (N)	Total Soluble Solids °Brix	DPPH scavenging activity (EC ₅₀ : mg _{FW} L ⁻¹)	Total Phenolic Compound (mg _{GAE} ·g _{FW} ⁻¹)
962.50	10.07	12.33 b	2.59 b	0.41
770.00	9.95	12.54 ab	5.66 c	0.43
577.50	9.14	12.90 a	1.19 a	0.42
385.00	9.13	11.75 c	3.37 b	0.46
F-test	ns	*	*	ns
C.V. (%)	9.78	2.86	10.50	13.08

a,b,c Difference letters in the same column indicate significant differences. (p<0.05)
ns = not significantly different. (p>0.05)

* = Significantly different at 95 % level

ดังนั้นการปลูกแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรีที่มีการให้ปริมาณน้ำ 577.5 มิลลิลิตรต่อต้น ส่งผลต่อจำนวนใบ ความหนาเปลือก ความหวาน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด สอดคล้องกับงานทดลองของ Ufoegbune et al. (2014) ได้มีการศึกษาการปลูกแตงโมช่วงฤดูแล้งที่มีการจัดการน้ำให้พืชอย่างเหมาะสมเปรียบเทียบกับปลูกช่วงฤดูฝนที่ได้รับน้ำตามธรรมชาติร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ช่วงฤดูแล้งแตงโมที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ให้ความยาวต้นและจำนวนใบสูงกว่าการปลูกช่วงฤดูฝนเนื่องจากฤดูแล้งมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศค่อนข้างต่ำกว่าช่วงฤดูฝน จึงทำให้พืชมีการปรับตัว ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า และจากการรายงานของ Woo-Jung et al. (2003) พบว่าปุ๋ยเคมีมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และมีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้ทันที แต่ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์มีอัตราการปลดปล่อยของธาตุอาหารเป็นไปอย่างช้าๆ เนื่องจากธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ เช่น ธาตุไนโตรเจนอยู่ในสารประกอบประเภทโปรตีนเป็นต้น ดังนั้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ส่งไปในดิน พืชจะไม่สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดินเสียก่อน จึงจะปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นออกมาอยู่ในรูปสารประกอบอนินทรีย์ซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ จากการทดลองจะเห็นได้ว่าน้ำหนักผลผลิตที่ได้มีน้ำหนักเท่ากับ 466.05 กรัม ซึ่งน้อยกว่าในรายงานของ Taweeluea et al. (2014) ที่พบว่า

การปลูกแตงโมที่มีการให้ปุ๋ยเคมีและให้น้ำตลอดฤดูกาลมีน้ำหนักผลผลิตเท่ากับ 1,010 กรัม ส่วนความกว้างผลผลิตที่ได้มีค่าเท่ากับ 10.32 เซนติเมตรและความยาวผลผลิตที่ได้เท่ากับ 11.58 เซนติเมตร ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Fernandes et al. (2014) ที่พบว่า การปลูกแตงโมแบบให้น้ำทุกวันในตอนเช้าด้วยปริมาณ 100% ทุกวัน ให้ความกว้างผลผลิตเท่ากับ 23.99 เซนติเมตร และการปลูกแตงโมแบบการให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน ปริมาณ 50 % ในตอนเช้าและปริมาณ 50 % ในช่วงบ่าย ให้ความยาวผลผลิตเท่ากับ 30.36 เซนติเมตร เนื่องด้วยความถี่ในการให้น้ำและพืชได้รับปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความกว้างผลและความยาวผลที่ได้ในงานทดลองไม่สอดคล้องกัน อีกทั้งระยะเวลาเก็บเกี่ยวของแตงโมตามคำแนะนำด้วย (Phokawattana and Ratchaboot, 2012) ส่วนของความหนาเปลือกที่ได้สูงสุดมีค่าเท่ากับ 0.38 เซนติเมตรและความหวานสูงสุดเท่ากับ 12.90 °Brix ซึ่งความหนาเปลือกมีค่าน้อยกว่าแต่ให้ความหวานสูงกว่า งานทดลองของ Srisawad (1990) พบว่าผลผลิตแตงโมที่ได้มีความหนาเปลือก 0.96 เซนติเมตร และความหวาน 8.96 °Brix ส่วนของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุดที่ 0.46 $\text{mg}_{\text{GAE}} \cdot \text{g}_{\text{FW}}^{-1}$ สูงกว่างานทดลองของ Thongtha et al. (2017) พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในแตงโมอยู่ในช่วง 0.2 - 0.3 $\text{mg}_{\text{GAE}} \cdot \text{g}_{\text{FW}}^{-1}$ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากระดับน้ำที่ลดลงมีผลต่อค่า EC_{50} ที่ลดลงสอดคล้องกับงานทดลองของ Scalabrelli et al. (2007) พบว่าการที่ต้นองุ่นได้รับความเครียดจากการขาดน้ำทำให้ปริมาณสารฟีนอลิกในผลเพิ่มขึ้น

3. สรุป

การให้ปริมาณน้ำ 577.5 มิลลิลิตรต่อต้น ส่งผลต่อจำนวนใบ ความหนาเปลือก ความหวาน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด ดังนั้นการให้น้ำแบบน้ำหยดในปริมาณน้ำ 577.5 มิลลิลิตรต่อต้น โดยแบ่งการให้น้ำ 2 ครั้ง คือ ช่วงเช้าและช่วงเย็น ในการปลูกแตงโมอินทรีย์พันธุ์กนิรี เป็นปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของแตงโมกนิรีดีที่สุด

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิตที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณวิทยาลัยนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิตที่สนับสนุนสถานที่ทำงานทดลอง ณ ศูนย์ศึกษาและเรียนรู้นวัตกรรมการเกษตรยุคใหม่และเกษตรอินทรีย์ รวมไปถึงห้องปฏิบัติการเคมี ที่ทำให้การดำเนินงานการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

- Behboudian, M.H. and Mills, T.S. (2013). Plant yield and water use, In: Encyclopedia of water science. Retrieved March 19, 2020, from <https://app.knovel.com>
- Department of Agricultural Extension. (2018). Overview of all types of crops 2015 – 2018. Retrieved February 4, 2020, from <https://production.doae.go.th> (in Thai)
- Fernandes, C.N.V., Azevedo, B.M., Neto, J.R.N., Viana, T.V.A. and Sousa, G.G. (2014). Irrigation and fertigation frequencies with nitrogen in the watermelon culture. *Bragantia* Campinas, 73(2), p. 106-112.
- Kasemsap, P. (2008). Biology 2 (3rd ed.). Bangkok: The Promotion of Academic Olympiad and Development of Science Education Foundation under the patronage of Her Royal Highness Princess Galyani Vadhana Krom Luang Naradhiwas Rajanagarindra. (in Thai)
- Meteorological Department. (2020). Department of meteorology books (drought). Retrieved Mar 18, 2020, from <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=71> (in Thai)
- Moran, R. (1982). Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N,N-dimethylformamide. *Plant Physiology*, 69(6), 1376–1381.
- Onsri, K., Manochai, B. and Yapwattanaphun, C. (2015). Antioxidant activity and total phenolic compounds from fruits of *Durio zibethinus* Murray. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 33(1), 363-369. (in Thai)
- Onsri, K., Manochai, B., Chulaka, P., Panthong, P. and Chanchula, N. (2018). Raising in the active compound contents of post-harvest zedoary rhizome in response to exposure to various color of light-emitting diodes. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(1), 2-47. (in Thai)
- Phokawattana, C. & Ratchaboot K. (2012). *Watermelon cultivation*. http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree_fruit/w_melon.pdf (in Thai)
- Scalabrelli, G., Saracini, E., Remorini, D., Massai, R. & Tattini, M. (2007). Changes in leaf phenolic compounds in two grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.) grown in different water conditions. *Acta Horticulturae*, 754(38), 295-299.

- Srisawad, J. (1990). *Studies on growth rate and some characteristics of watermelon cv. tender sweet*. Bachelor's special problem. Kasetsart University, Faculty of Agriculture. (in Thai)
- Taweeluea, S., Chottipan, K. and Buakum, B. (2014). Effect of watering on growth and yield of watermelon planted in the dry season with shallow water table. *Khon Kaen agricultural Journal*, 42(2), 400-406. (in Thai)
- Thongket, T. (2007). *Growing vegetables in greenhouse*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Thongtha, S., Sawai, P., & Srisook, K. (2017). A comparative study on antioxidant and nitric oxide-inducing activity of some watermelon cultivars grown in Thailand. *Burapha Science Journal*, 22(Special Volume), 14-22.
- Ufoegbune, G.C., Fadipe, O.A., Belloo, N.J., Eruola, A.O., Makinde, AA. & Amori, AA. (2014). Growth and development of watermelon in response to seasonal variation of rainfall. *Journal of Climatology & Weather Forecasting*, 2(2), 1-6.
- Woo-Jung, C., Hee-Myong, R. & Hobbie, E.A. (2003). Patterns of natural ¹⁵N in soils and plants from chemically and organically fertilized uplands. *Soil Biology & Biochemistry*, 35(11), 1493-1500.

Research article

Effect of Irrigation on Growth, Yield and Yield Qualities of Organic Watermelon Kinaree Varieties in Greenhouse

Pranot Maniin, Can Roopkom, Orapan Hussarang, Tanatya Kenkhunthod and Kasideth Onsri*

Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University, Lak Hok, Mueang Pathum Thani, Pathum Thani 12000

ARTICLE INFO

Article history

Received: 7 May 2021

Revised: 31 May 2021

Accepted: 6 June 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Antioxidant activity

Total phenolic compounds

Watermelon Kinaree varieties

ABSTRACT

The objective of this research was to study effect of irrigation on growth, yield and yield quality of organic watermelon Kinaree varieties. There were four levels of drip irrigation such as 100%, 80%, 60% and 40% (962.5, 770, 577.5 and 385 ml./plant respectively). This experiment was designed by RCBD with 6 repetitions and 6 plants in each. The result showed that the four levels of irrigation affected to statistically significant difference ($p < 0.05$). Applying 577.5 ml./plant had the highest in number of leaves, fruit peel thickness, Brix and antioxidant activity (EC50) (68 leaves, 0.54 cm., 12.90 °Brix and 1.19 1.19 mg_{FW}L⁻¹). Therefore, the drip irrigation in 577.5 ml./plant for 2 times a day (morning and evening) was appropriate amount of irrigation for growth, yield and yield quality of organic watermelon Kinaree varieties.

*Corresponding author

E-mail address: kasideth.o@rsu.ac.th (K. Onsri)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production, and hosting by

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.3>



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

บทความวิจัย

ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดในการเพิ่มผลผลิตคะน้า

เยาวพล ชุมพล*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 31 มีนาคม 2564

แก้ไข: 22 เมษายน 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 27 พฤษภาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

ถั่วเหลือง

สับปะรด

ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดในการเพิ่มผลผลิตในแปลงเพาะปลูกคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอก วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีระดับความเข้มข้นหรืออัตราส่วนผสมของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ทริตเมนต์ดังนี้ ทริตเมนต์ที่ 1 ผิดพันด้วยน้ำเปล่า ทริตเมนต์ที่ 2 ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ทริตเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำอัตรา 1:100 โดยปริมาตร ทริตเมนต์ที่ 4 ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำอัตรา 1:200 โดยปริมาตรและทริตเมนต์ที่ 5 ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำอัตรา 1:300 โดยปริมาตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ วัดการเจริญเติบโตของต้นคะน้าในด้านความสูงลำต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวก้านใบ และชั่งน้ำหนักสดของคะน้า ผลการศึกษาพบว่า การใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดในอัตราส่วนต่างกันและปุ๋ยยูเรีย มีผลต่อการเจริญเติบโตของคะน้าในด้านความสูง จำนวนใบ ความกว้างของใบ ความยาวก้านใบ และน้ำหนักสดของต้นคะน้าที่อายุ 21, 28, 35, 42, 49 และ 56 วันหลังปลูก โดยคะน้าในทริตเมนต์ที่ 2 ที่ใช้ปุ๋ยยูเรีย มีค่าเฉลี่ยของความสูง ลำต้น จำนวนใบ ความกว้างของใบ และความยาวก้านใบเพิ่มขึ้นที่มากที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการเจริญเติบโตของคะน้าในทริตเมนต์ที่ 3 ที่ใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดต่อน้ำในอัตราส่วน 1:100 นอกจากนั้น การใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นคะน้าที่อายุ 56 วัน สูงสุด (46.6 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคะน้าที่ใช้ปุ๋ยยูเรีย (46.3 กรัมต่อต้น) ดังนั้นการใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดในอัตราส่วนผสมของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:100 มีผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอก และสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยยูเรียได้ อีกทั้งยังลดการใช้สารเคมีที่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมได้อย่างดี

บทนำ

ผักคะน้า (Chinese kale) คะน้าถือว่าเป็นผักชนิดหนึ่งที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วโลก สามารถกินได้ทั้งใบและลำต้น มีปริมาณมากเนื่องจากสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี มีรอบอายุผลผลิตที่สั้น สามารถเก็บเกี่ยว

ผลผลิตได้เร็ว จึงทำให้เกษตรกรขายผลผลิตได้และมีผลตอบแทนในเวลาอันสั้น การปลูกคะน้าโดยทั่วไปจะนิยมปลูกในแปลงและใช้วิธีหว่านเมล็ดลงบนแปลง หรือโรยเป็นแถว อย่างไรก็ตามคะน้าเป็นผักกินใบและลำต้นจึงต้องการธาตุไนโตรเจนในปริมาณสูง ดังนั้นการใส่ปุ๋ยคะน้าจึงเน้นการใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูงด้วย

* Corresponding author

E-mail address: yaovapol.ch@udru.ac.th (Y. Chumphol)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.4>

เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นคะน้าให้ได้ผลผลิตในปริมาณมาก (Boonchai, 2011) นอกจากนั้นหนอนใยผักและหมัดกระโดด เป็นแมลงศัตรูผักคะน้าที่สำคัญ (Pratumporn et al., 2015) สร้างความเสียหายต่อการปลูกต้นคะน้าโดยทำลายที่ใบคะน้ากัดกินใบทำให้เกิดรูพรุน ทำให้ใบคะน้าไม่สวยงามไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ส่งผลให้เกษตรกรใช้สารเคมีอันตรายฉีดพ่นต้นคะน้า เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชดังกล่าวเพื่อให้ได้ผลผลิตใบคะน้าสมบูรณ์มีสีสวยงามเป็นที่ต้องการของตลาด ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ได้รับพิษสารเคมีเข้าสู่ร่างกายและมีผลตกค้างในผักคะน้าส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค ซึ่งการส่งออกคะน้าไปต่างประเทศก็จะทำให้ประเทศผู้ค้าร่วมไม่ยอมรับในต้นสินค้านี้ เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจโดยรวมทั้งประเทศ (Thitiya et al., 2007) นอกจากนั้นความเป็นพิษของสารเคมียังตกค้างและก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ สะสมจนทำให้เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ดังนั้น การปลูกคะน้าปลอดสารพิษหรือสารเคมีจึงเป็นแนวทางที่ทำให้ได้ผลผลิตผักมีคุณภาพไร้สารพิษตกค้าง ผู้บริโภคปลอดภัย และช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกผักมีสุขภาพอนามัยดีขึ้นจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชอันตราย และลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างดี (Orapin et al., n.d.)

ในปัจจุบันเกษตรกรจึงนิยมปลูกผักคะน้าในรูปแบบอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภคในปัจจุบัน และมีราคาสูงกว่าการปลูกที่ใช้สารเคมี โดยแนวทางการปลูกผักคะน้าในรูปแบบอินทรีย์สามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งได้จากวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ ที่มีลักษณะสดมีความชื้นสูงนำมาหมักกับกากน้ำตาล ทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จำนวนมาก โดยกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ทั้งในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนและมีการออกซิเจน ช่วยสลายธาตุอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในพืช เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง จุลธาตุ ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต เอนไซม์ และวิตามิน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่นำมาหมัก โดยสารอินทรีย์เหล่านี้พืชสามารถนำไปใช้ ในการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Soros., 2016) มีรายงานการศึกษาด้านประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในแปลงเกษตรของ Gunyaporn et al. (2020) ที่ศึกษาการใช้ น้ำหมักชีวภาพจากการยีสต์เพื่อผลิตคะน้าอินทรีย์ในสภาพดินนา พบว่า ปัจจัยร่วมระหว่างการฉีดพ่นคะน้าด้วยน้ำหมักชีวภาพจากยีสต์ ด้วยอัตรา 1:200 ส่งผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโต ด้านความสูงคะน้าที่อายุ 34 วัน (หลังปลูกลงดิน) ความยาวใบ จำนวนใบคะน้า และน้ำหนักสด และการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ ส่งผลให้ผลผลิตต่อต้น และ

ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khuannapa (2015) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากผักและปลาต่อการเจริญเติบโตของโหระพาสีม่วง พบว่าแปลงที่ได้รับการฉีดด้วยปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:500 มีผลให้ทำให้ความสูงของลำต้น พื้นที่ใบรวม น้ำหนักแห้งใบ อัตราส่วนน้ำหนักแห้งรากต่อต้น ความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบดีที่สุด

อย่างไรก็ตามรายงานการศึกษากการใช้ น้ำหมักชีวภาพที่หมักจากวัตถุดิบที่เป็นแหล่งธาตุไนโตรเจน เช่น เมล็ดถั่วเหลืองเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุไนโตรเจนสูงยังมีข้อมูลที่จำกัด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากการหมักถั่วเหลืองและสับปะรดต่อผลผลิตคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอกและอัตราส่วนที่เหมาะสมของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยยูเรีย ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางลดต้นทุนการผลิต ทดแทนปุ๋ยเคมี ที่ส่งผลต่อความปลอดภัยทั้งต่อตัวผู้ใช้และผู้บริโภค

วิธีการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดในการเพิ่มผลผลิตคะน้า

ในการทดลองใช้เครื่องพ่นสารแบบสับโยกสะพายหลังยี่ห้อ Icon รุ่น 123 R ขนาด 20 ลิตร สำหรับรดต้นคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอกด้วยวิธีเมนต์ต่าง ๆ ในการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดต่อการเจริญเติบโตของคะน้า โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำการทดลอง 5 วิธีเมนต์ ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 4 ต้น ดังนี้

วิธีเมนต์ที่ 1 กลุ่มควบคุม (ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า)

วิธีเมนต์ที่ 2 ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่

วิธีเมนต์ที่ 3 ใส่ปุ๋ยอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:100

วิธีเมนต์ที่ 4 ใส่ปุ๋ยอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:200

วิธีเมนต์ที่ 5 ใส่ปุ๋ยอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:300

การปลูกและดูแลรักษา

การเตรียมดินปลูก โดยผสมดินร่วนและกลบดำในอัตราส่วน 1:1 จากนั้นกรอกดินใส่ในถุงพลาสติกดำขนาด 6 นิ้ว แล้วรดน้ำให้ชุ่ม ทำการหยอดเมล็ดคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอกประมาณ 3-5 เมล็ดต่อ 1 ถุง แล้วกลบ รดน้ำวันละ 2 ครั้งในตอนเช้าเวลา 09.00 น. และตอนบ่ายเวลา 16.00 น. หลังจากคะน้าอายุ 10 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อ 1 ถุง และการกำจัดวัชพืชเมื่อต้นคะน้าอายุได้ 15 และ 30 วันหลังปลูก ทำการฉีดปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรด ตามชุดการทดลองของ

แต่ละทรีตเมนต์เมื่อต้นคะน้าอายุได้ 14 วัน โดยทำการฉีดพ่นทุก ๆ 7 วัน ส่วนทรีตเมนต์ที่ 2 ที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ทำการให้ปุ๋ย จำนวน 7 ครั้ง หลังย้ายปลูกคืออายุ 14 21 28 35 42 49 และ 56 วัน

เมื่อคะน้าอายุ 14 21 28 35 42 49 และ 56 วัน ทำการจดบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตในด้านต่าง ๆ ของต้นคะน้า (สุ่มวัดจากคะน้า 4 ต้น ใน 1 ซ้ำ หลังพ่นด้วยทรีตเมนต์) ได้แก่ วัดความสูงต้น (เซนติเมตร) โดยวัดจากพื้นดินถึงปลายยอด นับจำนวนใบเมื่อคะน้า วัดความกว้างใบ (เซนติเมตร) โดยวัดด้านขอบใบ วัดใบแรกจากพื้นดิน 1 ใบต่อต้น วัดความยาวก้านใบ (เซนติเมตร) โดยวัดลำต้นถึงใบ วัดใบแรกจากพื้นดิน 1 ก้านต่อต้น และชั่งน้ำหนักสดของคะน้า (กรัม) เมื่อคะน้าที่อายุ 56 วัน

การผลิตน้ำหมักชีวภาพ

การผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรด มีกระบวนการผลิต โดยใช้ เมล็ดถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม โดย สับปะรดทั้งเปลือก 2 กิโลกรัม น้ำตาลทรายแดง 3 กิโลกรัม และน้ำขาวข้าว 10 ลิตร ทำการสับสับปะรดทั้งเปลือกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผสมกับเมล็ดถั่วเหลืองใส่ลงในถังหมัก จากนั้นนำน้ำตาลทรายแดง และน้ำขาวข้าวที่เตรียมไว้ผสมลงไปจนถึงหมัก แล้วคนให้เข้ากัน หมักทิ้งไว้นานเป็นเวลา 14 วัน เมื่อการหมักสมบูรณ์แล้วให้นำมากรองกากทั้งหมดทิ้งและน้ำหมักที่ได้เก็บในถังพลาสติกเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่น้อยกว่า 0.05 ($P < 0.05$) ด้วยโปรแกรม Statistix 10

ผลการวิจัย

1. ความสูงของต้นคะน้า

การให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดในอัตราส่วนต่างกันและปุ๋ยยูเรีย มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าที่อายุ 21 28 35 42 49 และ 56 โดยต้นคะน้าที่อายุ 56 วัน ในทรีตเมนต์ที่ 2 (การให้ปุ๋ยยูเรีย) มีความสูงของลำต้นสูงที่สุด แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความสูงของ ลำต้นคะน้าในทรีตเมนต์ที่ 3 และ 4 ในขณะที่ทรีตเมนต์ 1 (กลุ่มควบคุม) มีความสูงของต้นคะน้าน้อยที่สุดดังแสดงใน Table 1

Table 1 Effectiveness of bio-fertilizer from soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation on height of Chinese kale yields

Treatment	Height (centimeter)						
	14d	21d	28 d	35 d	42d	49d	56d
Sprayed with Plain water (Control)	3.8	7 ^c	8.6 ^c	12.2 ^c	14.2 ^c	18.6 ^c	22.4 ^c
Urea (25 kg./rai)	3.8	8.6 ^a	11.6 ^a	16.3 ^a	23.6 ^a	26.1 ^a	29.6 ^a
Biofertilizer: water (1:100)	3.6	8.7 ^a	11.7 ^a	16.1 ^a	24.2 ^a	25.9 ^{ab}	29.0 ^a
Biofertilizer: water (1:200)	3.9	8.6 ^a	10.7 ^b	16.1 ^a	23.0 ^a	25.6 ^{ab}	28.1 ^a
Biofertilizer: water (1:300)	3.8	8.2 ^b	10.1 ^b	15.5 ^b	20.6 ^b	25.1 ^b	26.5 ^b
F-Test	ns	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	13.1	3.1	4.0	2.4	3.4	2.2	2.3

ns = non-significant difference

** highly significant difference at 1% probability level by Least Significant Difference (LSD)

a,b = different alphabet in a column showed highly significant difference ($P < 0.01$)

2. จำนวนใบคะน้า

การให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดในอัตราส่วนต่างกันและปุ๋ยยูเรีย มีผลต่อค่าเฉลี่ยจำนวนใบเฉลี่ยของคะน้าที่อายุ 21 28 35 42 49 และ 56 วัน โดยพบว่าการให้ปุ๋ยยูเรียมีค่าเฉลี่ยจำนวนใบสูงที่สุด แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนใบของต้นคะน้าที่ให้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น

Table 2 Effectiveness of bio-fertilizer from soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation on leaf number of Chinese kale yields

Treatment	leaf number						
	14d	21d	28d	35d	42d	49d	56d
Sprayed with Plain water (Control)	2.7	3.3 ^c	4.1 ^c	5.1 ^c	5.8 ^c	6.4 ^c	7.0 ^d
Urea (25 kg./rai)	2.7	3.9 ^a	5.5 ^a	6.0 ^a	7.2 ^a	7.8 ^a	8.3 ^a
Biofertilizer: water (1:100)	2.7	3.8 ^a	5.4 ^a	5.9 ^a	7.2 ^a	7.8 ^a	8.1 ^{ab}
Biofertilizer: water (1:200)	2.7	3.8 ^{ab}	4.7 ^b	5.8 ^b	6.7 ^{ab}	7.5 ^b	7.9 ^b
Biofertilizer: water (1:300)	2.8	3.5 ^{bc}	4.4 ^b	5.6 ^b	6.4 ^b	7.3 ^b	7.8 ^c
F-Test	ns	*	**	**	**	**	**
C.V. (%)	8.6	4.6	4.0	4.5	3.4	2.6	2.4

ns = non-significant difference

* significant difference at 5% probability level

** highly significant difference at 1% probability level by Least Significant Difference (LSD)

a, b = different alphabet in a column showed highly significant difference ($P < 0.01$)

1:100 (ทรีตเมนต์ที่ 3) ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ไม่ใส่ปุ๋ย มีจำนวนใบน้อยที่สุด ดังแสดงใน Table 2

3. ความกว้างใบ

การใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดในอัตราส่วนต่างกันและปุ๋ยยูเรีย มีผลต่อค่าเฉลี่ยความกว้างใบคะน้า ที่อายุ 21 28 35 42 49 และ 56 วัน โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความกว้างใบคะน้า ที่อายุ 56 วัน ที่ใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 1:100 (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีค่าเฉลี่ยความกว้างของใบสูงสุด แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ ความสูงของลำต้นคะน้าในทรีตเมนต์ที่ 2 (การใช้ปุ๋ยยูเรีย) และทรีตเมนต์ที่ 4 ที่ใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 1:200 ในขณะที่ทรีตเมนต์ 1 (กลุ่มควบคุม) มีค่าเฉลี่ยความกว้างใบคะน้าน้อยที่สุด ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Effectiveness of bio-fertilizer from soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation on leaf width of Chinese kale yields

Treatment	Leaf width (centimeter)						
	14d	21d	28d	35d	42d	49d	56d
Sprayed with Plain water (Control)	1.6	2.4 ^d	3.3 ^c	4.6 ^c	5.1 ^d	5.4 ^d	6.1 ^c
Urea (25 kg./rai)	1.7	3.2 ^a	4.2 ^a	5.7 ^a	6.5 ^{ab}	6.9 ^a	8.1 ^a
Bio-fertilizer: water (1:100)	1.7	3.0 ^{ab}	4.1 ^a	5.6 ^a	6.6 ^a	6.9 ^a	8.2 ^a
Bio-fertilizer: water (1:200)	1.7	2.9 ^{bc}	4.0 ^{ab}	5.5 ^a	6.3 ^b	6.6 ^b	7.9 ^a
Bio-fertilizer: water (1:300)	1.6	2.7 ^c	3.7 ^b	5.2 ^b	5.5 ^c	6.1 ^c	7.5 ^b
F-Test	ns	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	11.6	5.6	4.4	2.9	2.7	2.4	3.0

ns = non-significant difference

**highly significant difference at 1% probability level by Least Significant Difference (LSD)

a, b = different alphabet in a column showed highly significant difference ($P<0.01$)

4. ความยาวก้านใบคะน้า

การใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดในอัตราส่วนต่างกันและปุ๋ยยูเรีย มีผลต่อค่าเฉลี่ยความยาวก้านใบของคะน้าที่อายุ 21, 28, 35, 42, 49 และ 56 วัน โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียมีค่าเฉลี่ยความยาวก้านใบสูงที่สุด แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความยาวก้านใบคะน้าที่ใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 1:100 (ทรีตเมนต์ที่ 3) ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ไม่ใส่ปุ๋ย มีความยาวก้านใบคะน้าน้อยที่สุด ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Effectiveness of bio-fertilizer from soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation on petiole length of Chinese kale yields

Treatment	petiole length (centimeter)						
	14d	21d	28d	35d	42d	49d	56d
Sprayed with Plain water (Control)	1.6	1.4 ^b	2.3 ^c	3.1 ^c	3.7 ^d	3.9 ^c	4.2 ^c
Urea (25 kg./rai)	1.6	2.5 ^a	3.5 ^a	4.5 ^a	5.0 ^a	5.4 ^a	6.2 ^a
Bio-fertilizer: water (1:100)	1.7	2.5 ^a	3.4 ^{ab}	4.5 ^a	4.9 ^{ab}	5.4 ^a	6.1 ^a
Bio-fertilizer: water (1:200)	1.6	2.3 ^a	3.2 ^{ab}	4.5 ^{ab}	4.7 ^{bc}	5.0 ^b	5.3 ^b
Bio-fertilizer: water (1:300)	1.7	1.7 ^b	3.2 ^b	4.2 ^b	4.5 ^c	4.9 ^b	5.1 ^b
F-Test	ns	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	11.7	10.0	6.0	3.8	3.5	2.9	4.8

ns = non-significant difference

** highly significant difference at 1% probability level by Least Significant Difference (LSD)

a, b = different alphabet in a column showed highly significant difference ($P<0.01$)

5. น้ำหนักสดของต้นคะน้า

การใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดในอัตราส่วนต่างกันและปุ๋ยยูเรีย มีผลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดคะน้าที่อายุ 56 วัน โดยพบว่า คะน้าในทรีตเมนต์ที่ 3 ที่ใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 1:100 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงสุด (46.64 กรัมต่อต้น) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคะน้าในทรีตเมนต์ที่ 2 (การใช้ปุ๋ยยูเรีย) ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ไม่ใส่ปุ๋ย มีน้ำหนักสดน้อยที่สุด ดังแสดงผลใน Table 5

อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้พบว่า ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักถั่วเหลืองและสับปะรดสามารถเพิ่มผลผลิตในแปลงเพาะปลูกคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอก โดยพบว่าอัตราส่วนผสมร้อยละของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า ซึ่งอาจเนื่องมาจากในเมล็ดถั่วเหลืองมีวัตถุติดที่ประกอบไปด้วยอินทรีย์วัตถุมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอะมิโนที่จำเป็นและธาตุไนโตรเจนแต่มีการย่อยสลายยาก (Wanchai, 1984) เมื่อทำการหมักร่วมกับสับปะรดซึ่งมีเอนไซม์โบรมิเลน (Bromelain) เป็น

Table 5 Effectiveness of bio-fertilizer from soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation on weight of Chinese kale fresh tree yields

Treatment	Chinese kale fresh yield (gm./tree)
Sprayed with Plain water (Control)	29.8 ^c
Urea (25 kg./rai)	46.3 ^a
Bio-fertilizer:water (1:100)	46.6 ^a
Bio-fertilizer:water (1:200)	38.6 ^b
Bio-fertilizer:water (1:300)	33.9 ^c
F-Test	**
C.V. (%)	7.1

** highly significant difference at 1% probability level by Least Significant Difference (LSD)

a,b = different alphabet in a column showed highly significant difference (P<0.01)

ส่วนประกอบสำคัญที่สามารถย่อยพันธะเปปไทด์ของโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองให้เป็นเปปไทด์สายสั้น ๆ และกรดอะมิโนอิสระทำให้การใช้ประโยชน์ของโปรตีนที่มีธาตุไนโตรเจนจากกากถั่วเหลืองให้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพจากการหมักถั่วเหลืองและสับปะรดเพิ่มมากขึ้น (Waraphan et al., 2004; Downrung and Jantasara, 2014) ซึ่ง Waraphan et al. (2004) รายงานว่าน้ำคั้นสับปะรดหมักมีประสิทธิภาพในการละลายโปรตีนในกากถั่วเหลืองได้เท่ากับร้อยละ 11.29 สามารถปรับปรุงการย่อยสลายโปรตีนจากกากถั่วเหลืองได้ซึ่งสารอินทรีย์ที่ได้จากการหมักย่อยเหล่านี้จะสามารถนำไปใช้ ในการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Soros. 2016) การศึกษาครั้งนี้พบว่า การให้น้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 1:100 (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีผลทำให้ต้นคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอกมีการเจริญเติบโตในด้านความสูง จำนวนใบและน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับคะน้าที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย (ทรีตเมนต์ที่ 2) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการให้น้ำหมักชีวภาพถั่วเหลืองและสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 1:100 สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยยูเรียในการปลูกคะน้าได้ Wongsrisakulkaew et al. (2016) รายงานการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรกากถั่วเหลืองที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดพันธุ์เรดโอ๊คและพันธุ์เรดคอเรล โดยให้สปีไบของผักสลัดมีสีเข้มกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจุลชีพที่เป็นประโยชน์ต่อดินและพืช และน้ำหมักชีวภาพจากน้ำหมักที่ประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนที่เป็นธาตุอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของต้นผัก (Nisit et al., 2008) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gunyaporn et al (2020) ที่มีปลูกคะน้าอินทรีย์โดยการใช้ น้ำหมักชีวภาพทดแทนการใช้สารเคมี โดยมีการฉีดพ่นต้นคะน้าที่ปลูกด้วยน้ำหมักชีวภาพจากกากยีสต์ ที่

ระดับความเข้มข้นของอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:200 มีผลต่อการเจริญเติบโตทำให้ต้นคะน้าความสูง ความยาวใบ จำนวนใบ และน้ำหนักสดต้นคะน้าได้ดีที่สุด นอกจากนั้น ยังมีงานวิจัยของ Somkiat and Lalognam (2009) ที่พบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากผักสดกับกากน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:1,200 มีผลทำให้รากของถั่วเขียว ถั่วดำ และถั่วแดง มีการเจริญเติบโตดีกว่าระดับความเข้มข้นอื่น ๆ ส่วนการศึกษาในพืชอื่น ๆ เช่น โหระพาส้มม่วงที่ได้รับการฉีดด้วยปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากผักและปลาในระดับความเข้มข้นอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:500 มีผลให้ทำให้ความสูงของลำต้น พื้นที่ใบรวม น้ำหนักแห้งใบ อัตราส่วนน้ำหนักแห้งรากต่อต้น ความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบดีที่สุด (Khuannapa, 2015) จากผลงานวิจัยดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพนั้น มีต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชชนิดของน้ำหมัก และอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำที่ใช้กับพืชในแต่ละชนิดด้วย

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ได้ชี้ให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรด ที่อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:100 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าได้ดีเมื่อทำการฉีดพ่นปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดทางใบทุก 7 วัน จึงทำให้มีความสูง จำนวนใบ ความยาวก้านใบ ความกว้างใบ และน้ำหนักสดของต้นสูงที่สุด และมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยยูเรีย ดังนั้น การใช้น้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดที่อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำ 1:100 สามารถเพิ่มผลผลิตและทดแทนการใช้ปุ๋ยยูเรียในการปลูกคะน้าพันธุ์เพชรน้ำเอกได้ ข้อมูลที่ได้เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในแปลงเพาะปลูก ทำให้ลดต้นทุน เพิ่มความปลอดภัย หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี ทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์ปลอดภัย และมีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่สนับสนุนสถานที่ทดลอง ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายวรารกร เป้าโทสง และกิตติภพ บังขามาตย์ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองในครั้งนี้

References

- Boonchai L., (2011). *Effect of chulalate on growth and yield of chinese kale*, pp. 311-326, academic conference and presenting research results at Sukhothaithammathirat University. Year 2011, Sukhothaithammathirat University, Nonthaburi.
- Downrungs S., & Jantasara S. (2014). Effect of soybean meal fermented by juice of pineapple peels in feed formula on growth performance of young growing piglets. *Kaenkaset*, 43 (Special Vol. 1): 433-438.
- Gunyaporn S., S. Boonjongrak & Intravech, A. (2020). Application of effective micro-organism fermented solution from yeast for improving organic chinese kale yields. *Journal of Songkla-nakarin. Plant Science*; 7(1). 24-32.
- Nisit K., L. Viriya, R. Sawaeng & Bell Richard, W. (2008). Role of fermented bio-extracts produced by farmers on growth, yield and nutrient contents in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Northeast Thailand, *Biological Agriculture & Horticulture*, 25(4), 353-368.
- Pratumporn P., P. Phongsathon and A. Dusit .2015. Efficiency of bioformulation to *Phyllotreta sinuate* and *Spodoptera litura* controls on chinese kale production system. *Journal of Science and Technology*, 23 (6), 914-923
- Somkiat P. & Lalognam, S. (2009). *Effect of effective micro-organism fermented solution on root growth of mung bean, black bean and red bean*. Program of Sustainable Agriculture, Department of Agricultural Technology; Faculty of Science and Technology, Thammasat University.
- Soros S., (2016). *Organic fertilizers and their use in Thailand*. Organic Object Management Research and Development Group Soil Biotechnology. Land Department Development.
- Thitiya S., P. Hanmongkolpipat & Karagate, J. (2007). Using of pesticides of chinese kale planting farmers in Sainoi District, Nontaburi Province in 2005. *Journal of Kampangsaen*, 5(2), 1-10.
- Wanchai S. (1984). *Soybean and utilization in Thailand*. Institute of Food Research and Product Development. Kasetsart University. Pp. 212.
- Khuannapa T., (2015). *Effect of effective micro-organism fermented solution from vegetable, fish and herb on growth and some physiology of violet sweet basil (Ocimum basilicum L.) in hydroponic planting system*. Faculty of Science; Burapha University. P. 37-40.
- Orapin T., P. Thaiwanich and S. Glubnuam. (n.d.) *Organic Vegetable Planting*. http://www.eto.ku.ac.th/new_eto/e-ook/plant/herb_gar/save_veg.pdf.
- Waraphan J., K. Uthai, J. Sukanya, & Poontarika, H. (2004). *A study on chemical and bromelain activity analysis of pineapple juice and utilization for protein digestion in soybean meal*. Proceedings of 42nd Kasetsart University Annual Conference: Animals, Veterinary Medicine. pp 26-32.
- Wongsrisakulkaew, Y., N. Paisom, P. Maksik & Chokthaweeapanich, H. (2016). Effect of chemical fertilizer and bio-extract on growth and quality of lettuces (*Lactuca sativa*) cv. Red Oak and Red Coral. *Songklanakarin Journal of Plant Science*, 3 (Suppl. III), M04/46-53.

Research article

Effectiveness of bio-fertilizer from soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation on increasing yield of Chinese kale

Yaovapol Chumpol*

Program in Plant Production Technology, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University, Mueang, Udon Thani 41000, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 31 March 2021

Revised: 22 April 2021

Accepted: 27 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Soybean

Pineapple

Bio-fertilizer

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the efficiency of bio-fertilizer from soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation on growth of Chinese kale (*Brassica oleracea* L.) and to study its appropriate ratio for replacing the urea fertilizer. The experiments were conducted on field to determine the growth of Chinese kale in response to bio-fertilizer as a supporting medium. The treatments were arranged in a completely randomized design with 5 treatments on 4 replications as follow. 1 plain water (0:1), treatment 2 only Urea fertilizer (25 kg/rai), treatment 3: Bio-fertilizer:water (1:100 v/v), treatment 4: Bio-fertilizer:water (1:200 v/v) and treatment 5 Bio-fertilizer:water (1:300 v/v). And then, data were investigated and recorded on growth parameters; stem height, leaf number, leaf width, petiole length and weight of Kale fresh tree. It was found that the ratio of bio-fertilizer of soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation and water and urea fertilizer had influenced on the growth parameters of Chinese kale at 21, 28, 35, 42, 49 and 56 day after planing. Chinese kale in treatment 2 only urea fertilizer had the greatest influence on stem height, leaf number, leaf width and petiole length of kale with no significant difference ($P>0,05$) when compared with treatment 3 (1:100). In addition, kale at 56 day after planing in treatment 3 (1:100) was the highest of weight of fresh tree (46.6 g) with not significant difference ($P>0,05$) when compared with the treatment 2 (46.3 g). In this research, it can be concluded that the percentage ratio of bio-fertilizer of soybean seed mixed with sliced pineapple fruit fermentation and water as the ratio of 1:100 showed the best result as same as the result of using Urea fertilizer, and bio-fertilizer has an influence on the growth of Chinese kale

*Corresponding author

E-mail address: yaovapol.ch@udru.ac.th (Y. Chumpol)

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.4>



บทความวิจัย

ประสิทธิภาพของธาตุอาหารที่เคลือบบนเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ชนกเนตร ชัยวิชา* ไพฑูรย์ ทองสุข ธิรัตน์ เห่งพันธ์ และ หทัยภัทร สืบศรี

สาขาครุศาสตร์เกษตร คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 28 มกราคม 2564

แก้ไข: 8 มีนาคม 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 30 พฤษภาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

เมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

การเคลือบเมล็ด

ธาตุอาหารพืช

การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์

บทคัดย่อ

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วยวิธีการเคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืช เพื่อศึกษาความงอก ความเร็วในการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทดลอง ณ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีหน่วยทดลองจำนวน 8 หน่วยทดลอง ประกอบด้วยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ (ควบคุม) และเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืชในอัตรา 0 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 และ 1.50 มล. ทำการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารในอัตรา 0.50 มล. มีร้อยละความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการสูงถึงร้อยละ 100 และมีความเร็วในการงอกอยู่ระหว่าง 19.80 ถึง 19.92 ต้น/วัน สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ ด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่อายุ 14 วันหลังเพาะ พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารพืชที่อัตรา 0.50 มล. มีแนวโน้มมีความยาวรากและความยาวต้นมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่เมื่อเพิ่มธาตุอาหารในปริมาณที่สูงขึ้นในอัตรา 1.50 มล. กลับทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ

บทนำ

ข้าวขาวดอกมะลิ (Thai jasmine rice) (มีชื่อทางการค้าว่า " Khao Dawk Mali ") เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในไทย มีลักษณะกลิ่นหอมคล้ายใบเตย ปลูกในประเทศไทยได้คุณภาพดี ที่สุด และเป็นพันธุ์ข้าวที่ทำให้ทั่วโลกรู้จักข้าวไทย ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง ไม่ว่าจะเริ่มปลูกช่วงไหนของฤดูกาล ข้าวก็จะออกดอกในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่กลางวันสั้นกว่ากลางคืน จึงเป็นที่มาของคำว่า "ปลูกวันแม่ เกียววันพ่อ" ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นิยมปลูกข้าวแบบหว่านข้าวแห้งเพื่อรอฝนตั้งแต่เดือนเมษายน ทำให้เมื่อฝนตกลงมา

ข้าวไม่สามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชได้ เนื่องจากวัชพืชสามารถงอกและเจริญเติบโตเร็วกว่าข้าวสามารถแย่งธาตุอาหารและแย่งแสงแดดได้มากกว่า จากปัญหาดังกล่าวเกิดผลกระทบต่อผลผลิตข้าวลดลงถึงร้อยละ 25-75 (Kechasinpitak, 2016) การเพิ่มประสิทธิภาพให้เมล็ดพันธุ์ข้าวให้สามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชได้ วิธีการหนึ่งนั้นได้แก่การนำเทคโนโลยีการเคลือบที่ได้พัฒนาวิธีมาจากเทคโนโลยีการเคลือบยา โดยการใช้พอลิเมอร์ที่มีความเหนียว และสามารถผสมสารออกฤทธิ์ชนิดต่าง ๆ เช่น ธาตุอาหาร การเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นการนำสารออกฤทธิ์ให้เกาะติดไปกับเมล็ดพันธุ์ สารสามารถปลดปล่อยออกมาใช้ในการ

*Corresponding author

E-mail address: chanoknet.C@sru.ac.th (C. Chaiwicha)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.5>

เจริญเติบโตของต้นกล้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bruggink, 2005) หลังการเคลือบต้องลดความชื้นให้ใกล้เคียงกับเมล็ดพันธุ์ก่อนการเคลือบเพื่อไม่ให้เมล็ดเกาะติดกันและสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ได้นานขึ้น (Siri, 2015) ซึ่งปัจจุบันอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ในหลายประเทศได้มีการนำเทคโนโลยีการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์เข้ามาเพื่อเสริมสร้างคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ดีขึ้น (Mandal et al., 2015) ได้เมล็ดพันธุ์ที่ตรงตามมาตรฐานหรือมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับแก่เกษตรกรผู้ใช้ (Piyawongwan, 2012)

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ ด้วยธาตุอาหารพืชสามารถกระตุ้นการงอก น้ำหนักแห้ง และเพิ่มผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ ถั่วฝักยาว (Masuthi et al., 2009) หนุ่ย (Sochorec and Knot, 2012) ข้าวฟ่าง (Rebafka et al., 1993) และมะเขือเทศ (Klarod et al., 2017) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะนำเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มาเคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มศักยภาพการเจริญเติบโตของข้าวให้สามารถแข่งขันกับวัชพืชในแปลงนาได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของธาตุอาหารที่เคลือบบนเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ทำการทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2562 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) แบ่งเป็น 8 หน่วยทดลอง หน่วยทดลองละ 4 ซ้ำ ประกอบไปด้วย เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ (ควบคุม) เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืช ในอัตรา 0 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 และ 1.50 มล.

1. การเคลือบเมล็ด

คัดเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่สมบูรณ์ไม่มีการทำลายของโรคแมลงแบ่งเป็น 8 หน่วยทดลอง หน่วยทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด จากนั้นเตรียมพอลิเมอร์ทางการค้า ใส่ในแก้วในปริมาณ 100 มล. เท้ากันทุกแก้วจำนวน 7 แก้ว และเติมธาตุอาหารพืช ที่ประกอบไปด้วย แมกนีเซียม (Mg) ร้อยละ 0.05 เหล็ก (Fe) ร้อยละ 0.03 แมงกานีส (Mn) ร้อยละ 0.033 ทองแดง ร้อยละ (Cu) 0.05 และ สังกะสี (Zn) ร้อยละ 0.01 ลงไปผสมในพอลิเมอร์ที่เตรียมไว้ในอัตราเมล็ดพันธุ์ควบคุมที่ 0 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 และ 1.50 มล. จากนั้นผสมให้เข้าเป็นเนื้อ

เดียวกันนำสารเคลือบที่เตรียมขึ้นมาเคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ข้าวในอัตรา 250 มล.ต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กก. จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้นด้วยการผึ่งให้แห้งให้มีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเคลือบ (ร้อยละ 7.00)

2. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดไปตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบทุกหน่วยทดลองหน่วยทดลองละ 100 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำ ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ ได้แก่ ความงอก ความเร็วในการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่เพาะในหึ่งปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ดังนี้

1) ความงอกของเมล็ดที่เพาะในหึ่งปฏิบัติการ สุ่มนับเมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวน 100 เมล็ด/ซ้ำ มาเพาะด้วยวิธี between paper (BP) โดยวางเมล็ดระหว่างชั้นของกระดาษเพาะที่แช่น้ำให้มีความชุ่มชื้นมาวางซ้อนกัน 2 แผ่นแล้วเรียงเมล็ดจำนวน 100 เมล็ดลงบนกระดาษและปิดทับด้วยกระดาษที่มีความชื้นอีกหนึ่งแผ่น พับกระดาษจากขอบกระดาษส่วนล่างขึ้นไปประมาณ 1 นิ้ว แล้วม้วนกระดาษจากขอบซ้ายไปขวา จากนั้นนำไปใส่กล่องพลาสติกปิดฝา กล่องเพื่อรักษาความชื้นและวางกล่องเฉียง 45 องศา ที่อุณหภูมิห้อง ประเมินผลของความงอก หลังเพาะเมื่ออายุ 5 วัน นับทุกวันจนถึง 14 วัน โดยการตรวจนับต้นกล้าที่งอกปกติ (normal seedling) ประเมินผลความงอกตามหลักสากล (ISTA, 2013)

2) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพเรือนทดลอง สุ่มเมล็ดข้าว จำนวน 100 เมล็ด/ซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ เพาะลงในถาดเพาะที่มีพีทมอส (peat moss) และนำไปไว้ในสภาพโรงเรือน ประเมินความงอกหลังจากการเพาะเมื่อ อายุ 5 วัน นับทุกวัน จนถึง 14 วัน โดยการตรวจนับจำนวนเฉพาะต้นกล้าที่งอกปกติ ประเมินผลความงอกตามหลักสากล (ISTA, 2013) หลังการเพาะมีการให้น้ำเมื่อวัสดุเพาะแห้ง

3) ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ทั้งในสภาพหึ่งปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง คำนวณดัชนีในการงอกของเมล็ดพันธุ์จากร้อยละความงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยสามารถคำนวณจากสูตร (ISTA, 2013)

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \frac{\left[\begin{array}{l} \Sigma \text{จำนวนต้นกล้าปกติ 5 วันหลังเพาะ..} \\ +.. \text{จำนวนต้นกล้าปกติ 14 วันหลังเพาะ} \\ \text{จำนวนวันที่ตรวจนับครั้งแรก(5วัน)..} \\ +.. \text{จำนวนวันที่ตรวจนับครั้งสุดท้าย(14วัน)} \end{array} \right]}{100}$$

4) การวัดความยาวราก สุ่มต้นกล้าที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองที่มีอายุ 14 วันหลังเพาะจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น โดยวัดจาก โคนรากจนถึงปลายราก

5) การวัดความยาวยอด สุ่มต้นกล้าที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองที่มีอายุ 14 วัน หลังเพาะจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น วัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโต ของต้นกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ completely randomized design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS) version Statistics 26

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลของคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืช

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืชในอัตราที่แตกต่างกันในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เคลือบร่วมกับธาตุพืชในอัตรา 0.50 0.75 1 และ 1.25 มล. มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงถึงร้อยละ 100.00 และ 99.00 ตามลำดับ และมีความเร็วในการงอกอยู่ระหว่าง 19.80 - 19.92 ต้น/วัน ซึ่งมีความงอกและความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Singh (2007) ที่พบว่าเมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบทางการค้าร่วมกับ Teprosyn-ZnP หรือ TeprosynZn ซึ่งมีองค์ประกอบของ Zn เป็นผลทำให้การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน ข้าวโพด ข้าวสาลี ถั่วเหลือง และถั่วลิสงเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับรายงานของ Siri and Keawmaungklang (2014) ที่เคลือบเมล็ดพันธุ์แดงกลูผสมร่วมกับธาตุอาหารพืช 3 ชนิด Fertimax CB, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ และไบโพลาน อัตราร้อยละ 3 0.1 และ 3 ตามลำดับ พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์แดงกลูผสมด้วยธาตุอาหารสูตร Fertimax CB และ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ อัตรา 3 และ ร้อยละ 0.1 มีความงอกและความเร็วในการงอกมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Chaimongkol et al. (2011) ที่ได้รายงานว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่เคลือบด้วยยูเรียอัตรา 0.4 กรัม

ของไนโตรเจนร่วมกับ PEG 4000 มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น Thongjan et al. (2018) พอกเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมร่วมกับ ธาตุอาหารพืชชนิดต่าง ๆ คือ NH_4NO_3 $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ KNO_3 ZnSO_4 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ ZnSO_4 และ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกสูงกว่าทุกกรรมวิธีเมื่อทดสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง แต่เมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารพืช ในอัตรา 1.50 มล. กลับทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง มีความงอกและความเร็วในการงอก ร้อยละ 96.00 และ 19.22 ต้น/วัน ตามลำดับ ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบที่มีความงอกและความเร็วในการงอกเท่ากับ 98% และ 19.57 ต้น/วัน ตามลำดับ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับรายงานของ Trachoo et al. (2016) ที่พอกเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืช 2 ชนิด คือ แมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO_4) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) โดย ธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดใช้อัตราความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0.5 1 2 และ 3 กรัม/เมล็ดพันธุ์ ยาสูบ 3 กรัม พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบ ร่วมกับ KCl อัตรา 1 กรัม ทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกสูงที่สุด ร้อยละ 96.00 และ 12.84 ต้น/วัน ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ และร้อยละ 86 และ 9.97 ต้น/วัน ตามลำดับ แต่เมล็ดพันธุ์ที่พอกร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 3 กรัม มีผลทำให้ความงอกและความเร็วในการงอกลดลงจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก

2. การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 หลังการเคลือบร่วมกับธาตุอาหารพืช

การตรวจสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยเปรียบเทียบกับต้นกล้าที่เกิดจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบจากการตรวจสอบพบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ร่วมกับธาตุอาหารพืช ในอัตรา 0.50 0.75 1 และ 1.25 มล. มีผลทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากและความยาวต้นมากกว่าต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ (Table 2) เนื่องจากการเพิ่มธาตุอาหารพืชเข้าไปในการเคลือบธาตุอาหารจะละลายอยู่ในรัศมีของเมล็ดที่เคลือบ และซึมไปพร้อมกับความชื้นเข้าสู่เมล็ด ดังนั้นเมล็ดพันธุ์จึงสามารถดูดใช้ธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการงอกที่ติดไปกับเมล็ดเคลือบได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกทั้งธาตุแมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ในใบ จึงเกี่ยวข้องกับการกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและธาตุเหล็ก

Table 1 Seed germination and speed of germination of Khao Dawk Mali 105 after coating with plant nutrients.

Treatment	Germination (%)		Speed of germination	
	Laboratory	Greenhouse	Laboratory	Greenhouse
Control	98 ^{ab}	96	19.57 ^{abc}	17.85 ^b
Polymer with 0 ml of nutrients	98 ^{ab}	96	19.53 ^{bc}	15.87 ^c
Polymer with 0.25 ml of nutrients	98 ^{ab}	97	19.50 ^{bc}	18.58 ^{ab}
Polymer with 0.50 ml of nutrients	100 ^a	95	19.92 ^a	18.51 ^{ab}
Polymer with 0.75 ml of nutrients	99 ^a	97	19.68 ^{ab}	18.84 ^a
Polymer with 1 ml of nutrients	99 ^a	98	19.80 ^{ab}	18.72 ^{ab}
Polymer with 1.25 ml of nutrients	99 ^a	97	19.80 ^{ab}	18.17 ^{ab}
Polymer with 1.50 ml of nutrients	96 ^b	95	19.22 ^c	18.85 ^b
F-test	*	ns	*	**
CV (%)	1.1	2.7	8.8	5.4

Note: ns, * and ** = non significantly different, significantly different at $P < 0.05$ and 0.01 , respectively

^{a-c} Mean values in the same column with the same letter do not differ significantly ($P < 0.05$) according to DMRT

ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนมีบทบาทในการสังเคราะห์อาหาร และกระบวนการปรุงอาหารให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ (Osotsapa, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Klarod et al. (2017) ที่เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมร่วมกับธาตุอาหารพืช ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KH_2PO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , FeSO_4 , ZnSO_4 และ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ที่ร่วมกันเป็นสูตรธาตุอาหารพืชแนะนำ โดยแบ่งออกเป็น 6 อัตรา คือ 1- 6 เท่า พบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารในทุกอัตราไม่ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีความยาวรากและความยาวของลำต้นเพิ่มขึ้น และสามารถเก็บรักษาในสภาพที่ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้นานมากกว่า 4 เดือน โดยคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่เปลี่ยนแปลง ต่อมา Thongjan et al. (2018) พอกเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมร่วมกับธาตุอาหารพืชชนิดต่าง ๆ คือ NH_4NO_3 , $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, KNO_3 , ZnSO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ เพื่อศึกษาคุณภาพด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าความยาวต้นกล้าเพิ่มขึ้น 15% เมื่อพอกร่วมกับ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ นอกจากนี้ยังพบว่า ความยาวรากของต้นกล้าที่พอกด้วย $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เพิ่มขึ้นถึง 22.2% สำหรับการเพาะทดสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่พอกเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืชทุกกรรมวิธีมีความยาวต้นกล้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.00 Soulangue and Levantard (2008) ยังได้อธิบายเพิ่มอีกว่าจากการตรวจสอบ

ความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านการพอกร่วมกับธาตุอาหารจะให้ต้นกล้าที่มีใบสีเขียวและมีขนาดใหญ่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในเมล็ดพันธุ์พืชที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดย Srimathi et al. (2002) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการพอกด้วย ZnSO_4 อัตรา 25 มก.ต่อกก.เมล็ดพันธุ์ทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากและความสูงต้นมากกว่าต้นกล้าที่เกิดจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก ดังนั้นการเคลือบเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและเสริมธาตุอาหารสำหรับการตั้งตัวและการเจริญเติบโตของต้นกล้า ธาตุอาหารสามารถกระตุ้นการงอก ตลอดจนช่วยให้รากของพืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้เร็วขึ้นเนื่องจากธาตุอาหารเคลือบติดไปกับเมล็ดเมื่อละลายก็อยู่ในรัศมีการดูดธาตุอาหารของราก ทำให้พืชมีการตั้งตัวได้เร็ว สังเคราะห์แสงได้เร็วกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์

สรุป

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ร่วมกับธาตุอาหารพืชที่มี แมกนีเซียม (Mg) ร้อยละ 0.05 เหล็ก (Fe) ร้อยละ 0.03 แมงกานีส (Mn) ร้อยละ 0.033 ทองแดง (Cu) ร้อยละ 0.05 และ สังกะสีร้อยละ (Zn) 0.01 เป็นองค์ประกอบในอัตรา 0.50 มล. มีอัตราการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการสูง

Table 2 Root length and shoot length of seedling of Khao Dawk Mali 105 at 14 days after coating with plant nutrients.

Treatment	Root length (cm.)		Shoot length (cm.)	
	Laboratory	Greenhouse	Laboratory	Greenhouse
Control	9.6 ^{bc}	5.5 ^d	11 ^b	4.4 ^b
Polymer with 0 ml of nutrients	10.8 ^b	9.7 ^{ab}	11 ^b	4.9 ^{ab}
Polymer with 0.25 ml of nutrients	10.7 ^b	7.5 ^c	12.2 ^a	4.9 ^{ab}
Polymer with 0.50 ml of nutrients	14.35 ^a	11 ^a	10.8 ^{bc}	4.6 ^{ab}
Polymer with 0.75 ml of nutrients	7.9 ^{cd}	7.6 ^c	10 ^{cd}	4.8 ^{ab}
Polymer with 1 ml of nutrients	10.2 ^b	8.0 ^{bc}	10 ^{cd}	4.6 ^{ab}
Polymer with 1.25 ml of nutrients	10.2 ^b	9.8 ^{ab}	11.3 ^b	5.2 ^a
Polymer with 1.50 ml of nutrients	7.5 ^d	9.2 ^{abc}	9.6 ^d	5.1 ^{ab}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	11.1	23	6.6	4.1

Note: ** = significantly different at $P < 0.01$.

a-d Mean values in the same column with the same letter do not differ significantly ($P < 0.05$) according to DMR

ถึงร้อยละ 100 ส่วนในสภาพเรือนทดลองมีความงอร้อยละ 95 และมีความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลองที่ 19.92 และ 18.51 ต้นต่อวัน ทำให้ความงอกและความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการเพิ่มสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและมีแนวโน้มทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากและความยาวของลำต้นเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สำหรับสถานที่ดำเนินงานวิจัย

References

Bruggink, G.T. (2005). Flower seed priming, pregermination, pelleting and coating. M.B. McDonald and F.Y. Kwong (eds.), *Flower Seed Biology and Technology* (249-262). The Seed Biology place.

Chaimongkol, O., C. Sompmit, C. Sawatmit, S. Wiensin & S. Thanapomphonphong. (2011). Effect of seed coating mixtures of urea and polyethylene glycol on the quality of sweet corn seedling. *Agricultural Science Journal*, 42(3(Suppl.)), 385-388. (in Thai)

Govinden-Soulange, J. & Levantard, M. (2008). Comparative studies of seed priming and pelleting on percentage and meantime to germination of seeds of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *African Journal of Agriculture Research*, 3(10), 725-731.

ISTA. (2013). International Rules for Seed Testing. *Seed Science and technology*. Glattbrugg, Switzerland.

Kechasinpitak, C. (2016, July 27). *Weeds and Eradication*. <http://www.agriqua.doae.go.th/Plantclinic/Clinic/othe/weed/menu.htm>. (in Thai)

Klarod, K., K. Chianprakhon & Siri, B. (2017). Effects of seed coating with plant nutrient seed quality after coating process and storage under different conditions of hybrid tomato. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 45(1(Suppl.)), 299-306. (in Thai)

Mandal, A.B., R. Mondal and P. Mukherjee & Dutta, S. (2015). Seed enhancement through priming, coating and pelleting for uniform crop stand and increased productivity. *Journal of the Andaman Science Association*, 20(1), 26-33.

Masuthi, D.A., B. Yakaranahal .S.V. & Deshpande, V.K. (2009). Influence of pelleting with micronutrients and botanical on growth, seed yield and quality of vegetable cowpea. *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 22(4), 898-900.

- Osotspa, Y. (2009). *Plant Nutrients*. (3rd ed). Bangkok, Thailand: Kasetsart University Press. (in Thai)
- Piyawongwan, W. (2012). Principles of seed improvement machinery. *Documentation for Oriented Training Laboratory for Dehumidification and Improvement of Corn Seed Conditions*: 15-17 October 2012. Faculty of Agriculture Khon Kaen University, Khon Kaen. (Documentation for oriented training laboratory). (in Thai)
- Rebafka, F.P., A. Bationo & Marschner, H. (1993). Phosphorus seed coating increases phosphorus uptake, early growth and yield of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) grown on an acid sandy soil in Niger, West Africa. *Fertilizer Research*, 35(3), 151-160.
- Singh, M.V. (2007). Efficiency of Seed Treatment for Ameliorating Zinc Deficiency in Crops. In: *Zinc Crops 2007: Improving Crop Production and Human Health*, 24-26 May 2007. Istanbul, Turkey.
- Siri, B. (2015). *Seed Conditioning and Seed Enhancements*. Department of Plant Science and Agricultural Resources: Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. (in Thai)
- Siri, B. and P. Keawmaungklang. (2014). Effects of Seed Coating with Plant Nutrients on Hybrid Cucumber Seed Quality After Storage. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 42 (1(Suppl)), 478-484. (in Thai)
- Sochorec, M. and Knot, P. (2012). The effect of fertilizer seed coating on the germinating capacity and initial development of some turf grass species and white clover. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensi*, 60(5), 199-204.
- Srimathi, P., K. Malarkodi, R. Geetha & Krishnaswamy, V. (2002). Nutrient pelleting to augment quality seed production in soybean. *Seed Research*, 30(2), 186-189.
- Thongjan, W., N. Luangchaisri and B. Siri. (2018). Effects of seed pelleting with plant nutrients on seed quality and seedling growth of hybrid tomato seed. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 46(3), 487-496. (in Thai)
- Trachoo, S., N. Luangchaisri and B. Siri. (2016). Seed pelleting with plant nutrients on seed quality, seedling growth and storability of tobacco seed. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 34(1), 100-108. (in Thai)

Research article

Efficiency of Nutrients Coated on Khao Dawk Mali 105 Rice Seed for Seed Quality

Chanoknet Chaiwicha*, Phaithoon Thongsuk, Thidarat Ngaophan and Hathaiphath Suedsri

Bachelor of Education Program in Agriculture, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University, Surin 32000 Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 28 January 2021

Revised: 8 March 2021

Accepted: 30 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Khao Dawk Mali 105 seed

Seed coating

Plant nutrients seed

enhancements

ABSTRACT

The objective of this experiment was to enhance Khao Dawk Mali 105 seeds quality by seed coating with plant nutrients. The data of seed germination, speed of germination and seedling growths were evaluated in this experiment. The experiment was conducted at the Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University. This experimental design was a Completely Randomized Design: CRD with 4 replications. There were eight treatments including non – coated seed (control), and seed coated with polymer and plant nutrients at a rate of 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 and 1.50 ml. The coated seeds were tested for seed quality. The results indicated that the seeds coated with 0.50 ml of plant nutrients had higher germination which was 100% under laboratory conditions and seed vigor was between 19.80 and 19.92 plants/day higher than the control. For the growth of seedlings at the age of 14 days after sowing seed coated with polymer and plant nutrients at the rate of 0.50 ml tended to give root length and shoot length longer than other treatments. But, when the nutrients were increased to 1.50 ml, the seed germination and the seed vigor were lower than the control.

*Corresponding author

E-mail address: Chanoknet.C@sru.ac.th (C. Chaiwicha)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.5>



บทความวิจัย

การประเมินการหมักจากกล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* (TISTR 864, TISTR 877) ต่อคุณภาพส้มผักกาดเขียวปลี (ผักกาดเขียวดองอีสาน)

พรพรรณ พัวไพบูลย์^{1*} ธนิษฐนันท์ บุญศรีชนะ¹ มนัญญา นันทสาร² ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์³

ธนพงษ์ เกสรมาลา¹ และ หฤทัย แสงชัย¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

²สาขาวิชาบริหารธุรกิจเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

³สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 13 มิถุนายน 2564

แก้ไข: 22 มิถุนายน 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 24 มิถุนายน 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

ผักกาดเขียวปลี

ส้มผักกาดเขียวปลี

Lactobacillus plantarum

TISTR 864

Lactobacillus plantarum

TISTR 877

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการหมักจากกล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* (TISTR 864, TISTR 877) ต่อคุณภาพส้มผักกาดเขียวปลี ทำการผลิตกล้าเชื้อผง 3 ชนิด คือ กล้าเชื้อผง *L. plantarum* TISTR 864 (LP864), *L. plantarum* TISTR 877 (LP877) และ LP864 ผสมกับ LP877 แล้วนำมาผลิตส้มผักกาดเขียวปลี 3 สูตร ศึกษาคุณภาพเปรียบเทียบกับสูตรหมักโดยวิธีธรรมชาติ พบว่า สูตรหมักโดยกล้าเชื้อผง LP877 มีระยะเวลาหมักสั้น 60 ชั่วโมง สูตรหมักโดยวิธีธรรมชาติมีระยะเวลาหมักนาน 96 ชั่วโมง สูตรหมักโดยกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูตร มีค่า L* และ a* ไม่แตกต่างกับสูตรหมักโดยวิธีธรรมชาติ ($P>0.05$) แต่สูตรหมักโดยกล้าเชื้อผง LP864 ผสมกับ LP877 มีค่า b* สูงกว่าสูตรอื่น ๆ ($P\leq 0.05$) โดยมีค่า b* ของก้านใบและใบอยู่ที่ 25.54 และ 17.17 ตามลำดับ ค่าความแน่นเนื้อและความเหนียวของสูตรหมักโดยกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูตร มีค่าสูง อยู่ระหว่าง 58.46 – 64.97 N และ 59.45 – 61.18 N.sec ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกของสูตรหมักโดยกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกับสูตรหมักโดยวิธีธรรมชาติ ($P>0.05$) แต่สูตรหมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูตร ช่วยลดจำนวนยีสต์และราให้ต่ำกว่าสูตรหมักโดยวิธีธรรมชาติ ($P\leq 0.05$) โดยสูตรหมักโดยผสมกล้าเชื้อผง LP864 ผสมกับ LP877 มีจำนวนยีสต์และราต่ำสุดอยู่ที่ 4.75 log CFU/g ค่ะ ความชอบโดยรวมของสูตรหมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูตร อยู่ในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นกล้าเชื้อผงทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มที่ดีในการนำไปผลิตส้มผักกาดเขียวปลี

บทนำ

ผักกาดเขียวปลี (*Brassica juncea* L.) มีชื่อสามัญว่า Mustard leaf มีชื่ออื่น ๆ ว่า Chinese mustard และ Indian mustard นำมาประกอบอาหารได้หลายเมนู รับประทานสดได้ แต่มีรสชาติดม เผ็ด และมีกลิ่นเหม็นเขียว จึงนิยมนำมาดองเพราะ

คุณภาพดีขึ้นหลังจากดองเค็ม โดยมีเนื้อสัมผัสกรอบ เปราะ และไม่เปื่อยยุ่ย ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการผลิตผักดองที่รู้จักกันในชื่อ “ส้มผัก” ส้มผักหรือผักดองอีสาน มีขั้นตอนการผลิตง่าย วัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตได้แก่ ผัก เกลือ น้ำข้าวต้มมีระยะเวลาการหมักสั้นประมาณ 1 – 4 วัน ซึ่งรับประทานได้ง่าย

*Corresponding author

E-mail address: phuapaboon@yahoo.com (P. Phupaboon)

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.6>

ในตลาดสด ตลาดชุมชน รับประทานเป็นเครื่องเคียงคู่กับอาหารอีสาน มีรสชาติที่แตกต่างจากผักดองที่ผลิตในภาคอื่น ๆ รวมทั้งวิธีการผลิตที่ใช้การคั้นหรือการบีบจนผักกับเกลือ ผักที่นิยมนำมาทำส้มผัก ได้แก่ ต้นหอม กะหล่ำปลี ผักเสี้ยน ผักกาดขาวและผักกาดเขียวปลี ส้มผักจัดเป็นผลิตภัณฑ์ผักดองชนิดหนึ่งซึ่งผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผักดองกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค (Leech et al., 2020) ซึ่งกรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศได้รายงานไว้ว่า ประเทศไทยมีการส่งออกผักดองสู่ตลาดโลก ในปี พ.ศ. 2563 จำนวน 12.8 ล้านเหรียญสหรัฐ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2562 ถึง 4% Xiang et al. (2004) ยังได้รายงานว่าการรับประทานผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผักดองยังช่วยรักษาสุขภาพเนื่องจากประกอบไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ เช่น โยอาอาหาร แร่ธาตุ วิตามิน และสารต้านอนุมูลอิสระ การผลิตส้มผักกาดเขียวปลีส่วนใหญ่เป็นการผลิตในระดับครัวเรือนหรือชุมชน ที่วิธีหมักใช้จุลินทรีย์จากธรรมชาติที่ติดมากับวัตถุดิบ จุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ผักดองเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) ในสกุล *Lactobacillus*, *Weissella*, *Leuconostoc*, และ *Pediococcus* (Zhang et al., 2021) แต่การผลิตส้มผักที่อาศัยเพียงการหมักจากจุลินทรีย์ที่มาจากธรรมชาติ อาจส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการหมักนาน คุณภาพผลิตภัณฑ์ไม่ตรงตามที่ต้องการ ทั้งนี้เนื่องจากความผันแปรของชนิดจุลินทรีย์ในการหมัก (Moon et al., 2018) รวมทั้งการผลิตส้มผักที่ควบคุมการผลิตไม่ดีอาจเกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรค ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ผักดองหลายชนิดใช้กล้าเชื้อ (Starter culture) ในขั้นตอนการหมัก ซึ่งกล้าเชื้อที่ผลิตขึ้นมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ต้องการในปริมาณมาก ทำให้การหมักมีประสิทธิภาพดีตามที่ต้องการ ลดเวลาการหมัก และกล้าเชื้อสามารถป้องกันจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ ได้มีหลายรายงานที่รายงานถึงความสำเร็จของการใช้กล้าเชื้อในการผลิตผักดอง โดยเฉพาะกล้าเชื้อในสกุล *Lactobacillus* โดย Xiang et al. (2020) พบว่ากล้าเชื้อ *L. plantarum* LP067 ที่ใช้ผลิตผักดองเสฉวน ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นและรสชาติที่ดี Yang et al. (2020) พบว่า กล้าเชื้อ *L. plantarum* HBUAS 51041 ที่ใช้ผลิตเซาเออร์เคราท์ (Sauerkraut) ความเข้มข้นของเกลือ 0.5% (w/v) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นหอมและ Jampaphaeng et al. (2018) พบว่า กล้าเชื้อ *L. plantarum* KJ03 ที่ใช้ผลิตสตออง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compounds) เพิ่มขึ้นและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค จากรายงานดังกล่าว แสดงให้เห็นว่ากล้าเชื้อสายพันธุ์ *L. plantarum* มีประสิทธิภาพที่ดีในการผลิตผักดอง และจากข้อมูล

ของศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ได้แสดงว่า *L. plantarum* TISTR 864 เป็นสายพันธุ์ที่คัดแยกมาจากผลิตภัณฑ์ต้นหอมดองในประเทศไทย และ *L. plantarum* TISTR 877 เป็นสายพันธุ์ที่คัดแยกมาจากผลิตภัณฑ์กะหล่ำปลีดองในประเทศไทย ซึ่งทั้ง 2 สายพันธุ์ ผลิตกรดแลคติกได้ดีในขั้นตอนการหมักผัก จึงมีแนวโน้มที่ดีในการนำมาใช้เป็นกล้าเชื้อผลิตผักดอง

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ใช้แบคทีเรียสร้างกรดแลคติก *L. plantarum* TISTR 864 และ *L. plantarum* TISTR 877 มาผลิตกล้าเชื้อหมัก เพื่อนำไปใช้ในการผลิตส้มผักกาดเขียวปลีด้วยกล้าเชื้อหมักเพียงสายพันธุ์เดียว หรือผสมรวมกันทั้ง 2 สายพันธุ์ และประเมินการหมักจากกล้าเชื้อหมักทั้ง 2 สายพันธุ์ ต่อคุณภาพส้มผักกาดเขียวปลีเปรียบเทียบกับหมักส้มผักกาดเขียวปลีด้วยจุลินทรีย์ที่มาจากธรรมชาติ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วัสดุ

วัสดุเกาะยึดของแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกในการผลิตกล้าเชื้อหมัก คือ แป้งข้าวเจ้า แบคทีเรียสร้างกรดแลคติกที่ใช้ในวิจัยมี 2 สายพันธุ์ คือ *Lactobacillus plantarum* TISTR 864 (LP864) และ *L. plantarum* TISTR 877 (LP877) ได้รับจากศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส้มผักกาดเขียวปลี คือ เกลือป่น น้ำตาลทราย โมโนโซเดียมกลูตาเมต ข้าวสาร และผักกาดเขียวปลี ผักกาดเขียวปลี ได้มาจากบ้านเหล่าใหญ่ ตำบลฆ้องชัยพัฒนา อำเภอม้องชัย จังหวัดกาฬสินธุ์

การผลิตกล้าเชื้อหมัก

วิธีผลิตกล้าเชื้อหมักดัดแปลงมาจาก Phuapairoon (2016) โดยต่อเชื้อ (Subculture) LP864 และ LP877 ลงในอาหารเหลว MRS broth (ยี่ห้อ Himedia, India) ปริมาตร 360 มิลลิลิตร โดยเติมลงไปเป็นปริมาณ 3% (v/v) นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 21 ชั่วโมง นำกล้าเชื้อที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน (ยี่ห้อ SIGMA รุ่น 2-16KL) เพื่อแยกเซลล์ที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที อุณหภูมิ 4 °C นาน 5 นาที เทของเหลวส่วนใสด้านบนออกและนำตะกอนเซลล์ที่ได้ไปเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85% (w/v) ปริมาตร 18 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้เซลล์แขวนลอย นำไปผสมกับแป้งข้าวเจ้าที่ผ่านการสเตอริไลซ์ปริมาณ 150 กรัม และน้ำกลั่นผ่านการสเตอริไลซ์ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเกลี่ยเป็นแผ่นบาง ๆ บนภาชนะที่ปลอดเชื้อ นำไปอบในตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ

Memmert รุ่น 14-03129) อุณหภูมิ 45 °C นาน 9 ชั่วโมง ได้เป็น กล้าเชื้อผง นำมาบรรจุใส่ภาชนะที่ปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C กล้าเชื้อผง LP864 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 7.30 log CFU/g และใกล้เคียงกับกล้าเชื้อผง LP877 ที่มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 7.80 log CFU/g

การผลิตส้มผักกาดเขียวปลี

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาการใช้กล้าเชื้อผง LP864 และ LP877 เปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ที่มาจากธรรมชาติในการผลิตส้มผักกาดเขียวปลี โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 สิ่งทดลอง (สูตร) ดังนี้

สูตรที่ 1 ส้มผักกาดผักเขียวปลีหมักโดยวิธีธรรมชาติ (ตัวอย่างควบคุม)

สูตรที่ 2 ส้มผักกาดผักเขียวปลีหมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง LP864

สูตรที่ 3 ส้มผักกาดผักเขียวปลีหมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง LP877

สูตรที่ 4 ส้มผักกาดผักเขียวปลีหมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง LP864 ผสมกับ LP877 ในอัตราส่วน 1:1

แต่ละสูตรมีกรรมวิธีการผลิต แสดงดัง Fig. 1

การหาจุดยุติการหมัก

วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity, TA) ระหว่างหมักส้มผักกาดเขียวปลีทุก ๆ 12 ชั่วโมง จนกระทั่งมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.5 – 3.6 และมีปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.8 – 0.9% จึงถึงจุดยุติการหมัก ได้เป็นผลิตภัณฑ์ส้มผักกาดเขียวปลี บันทึกระยะเวลาในการหมัก โดยค่า pH และปริมาณ TA ดังกล่าว ใช้เป็นค่าอ้างอิงที่วัดมาจากตัวอย่างส้มผักกาดเขียวปลีหมักโดยวิธีธรรมชาติที่ทดลองผลิตและได้คะแนนสูงที่สุดจากการทดสอบการยอมรับ

การวัดค่า pH วัดจากน้ำส้มผักกาดเขียวปลีด้วยเครื่องวัดค่า pH (ยี่ห้อ Sartorius รุ่น Docu-pH+ Meter) วัดที่อุณหภูมิห้อง การหาปริมาณ TA ทำตามวิธีของ AOAC (2019) โดยปิเปตน้ำส้มผักกาดเขียวปลีปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วปล่อยให้เย็น ปริมาตร 25 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาเลอิน 2 – 3 หยด ไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนได้สารละลายสีชมพูคงที่นาน 3 วินาที บันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นำมาคำนวณปริมาณ TA คิดเป็น % กรดแลคติก ดังสมการด้านล่าง

$$\text{ปริมาณ TA (\% กรดแลคติก)} = \frac{N \times V1 \times 90.8 \times 100}{V2 \times 100}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

V1 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต

V2 = ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้

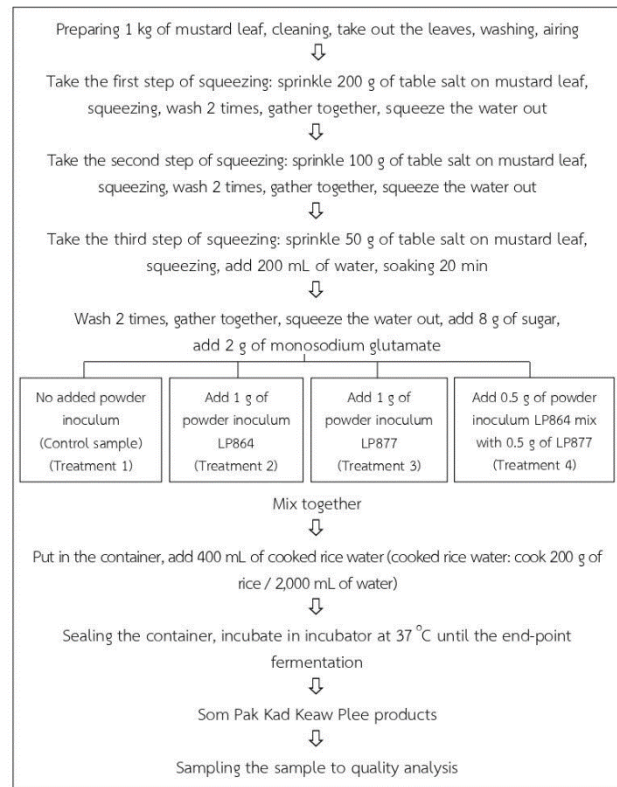


Fig. 1 Procedural flowchart to produce Som Pak Kad Kaew Plee samples.

การวิเคราะห์คุณภาพส้มผักกาดเขียวปลี

นำตัวอย่างส้มผักกาดเขียวปลีที่หมักจนถึงจุดยุติทั้ง 4 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1 ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี (ยี่ห้อ HunterLab รุ่น ColorFlex Model 45°/0°) ที่มีการวัดค่าสีในระบบ C.I.E lab ($L^* a^* b^*$) ค่าสี L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a^* เป็นค่าสีแดงและเขียว (Redness/Greenness) และ b^* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) โดยเตรียมก้านใบและใบมาแยกเรียงให้เต็มจานแก้วแล้วนำไปวัดค่าในแต่ละซ้ำ ทำการวัดซ้ำละ 10 ตัวอย่าง

1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.XT.plus) ใช้หัววัดเป็นใบมีดเดี่ยว (HDP/BS Batch No.11711) โดยเตรียมก้านใบน้ำหนักประมาณ 2 กรัม ความหนาประมาณ 1 – 2 มิลลิเมตร มาวัดแรงตัด (Cutting force) ตั้งเครื่องมือมีแรงกด 5 กิโลกรัม ความเร็วหัววัด 10 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทางกด 20 มิลลิเมตร วิเคราะห์เป็นค่าความแน่น

เนื้อ (Firmness) และความเหนียว (Toughness) ในแต่ละซ้ำ ทำการวัดซ้ำละ 10 ตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก โดยทำตามวิธีของ AOAC (1995) นำตัวอย่างมา 10 กรัม แล้วทำการเจือจางตัวอย่างเจือจางลงครั้งละ 10 เท่า (Ten-fold serial dilutions) กับสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85% (w/v) คูดสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้นเหมาะสมปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ปิเปตลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะชนิดแข็ง ใช้แท่งแก้วเกลี่ยให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของวุ้นแห้ง การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมดใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) (ยี่ห้อ Himedia, India) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 48 ชั่วโมง การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และราใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Acidified potato dextrose agar (PDA, pH 3.5) (ยี่ห้อ Himedia, India) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 °C นาน 3 – 5 วัน และการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียสร้างกรดแลคติกใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar (ยี่ห้อ Himedia, India) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ และรายงานผลเป็น ล็อกโคโลนี/กรัม (log CFU/g)

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้บริโภครวม 35 คน ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 35 คน ประเมินในด้านลักษณะปรากฏ (พิจารณาจากการมีสีเหลือง สีไม่คล้ำ) กลิ่น (พิจารณาจากกลิ่นหมักของผักดอง) รสชาติ (พิจารณาจากรสเปรี้ยว) เนื้อสัมผัส (พิจารณาจากความกรอบ ไม่นิ่มและ) และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9 – points hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด โดยนำตัวอย่างที่หมักจนถึงจุดยุติการหมักได้เป็นผลิตภัณฑ์ส้มผักกาดเขียวปลี นำเฉพาะส่วนที่เป็นชิ้นของส้มผัก ไม่ใช้น้ำของส้มผัก เสริมใส่ถ้วยพลาสติกให้ผู้ทดสอบชิมประเมิน แสดงดัง Fig. 2

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ การทดสอบทางประสาท

สัมผัส ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิมเป็น Block จำนวนผู้ทดสอบชิม 35 คน การวิเคราะห์ดังกล่าว วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย 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)



Fig. 2 The product of Sorn Pak Kad Keaw Plee in a plastic container.

ผลการวิจัย

ผลการหาจุดยุติการหมัก

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างหมักจนถึงจุดยุติการหมักด้วยการวัดค่า pH และหาปริมาณ TA พบว่า ค่า pH ของส้มผักกาดเขียวปลีทั้ง 4 สูตร มีการเปลี่ยนแปลง (Fig. 3 (A)) โดยมีค่า pH ลดลงทั้ง 4 สูตร แต่ระยะเวลาที่ค่า pH ถึงจุดยุติการหมัก (3.5 – 3.6) แตกต่างกัน สูตรที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ มีค่า pH เริ่มต้น 6.04 และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าเป็น 3.56 มีระยะการหมัก 96 ชั่วโมง สูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง LP864 มีค่า pH เริ่มต้น 5.87 และลดลงค่อนข้างรวดเร็วจนมีค่าเป็น 3.57 มีระยะการหมัก 72 ชั่วโมง สูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง LP877 มีค่า pH เริ่มต้น 5.92 และลดลงอย่างรวดเร็วจนมีค่าเป็น 3.61 มีระยะการหมัก 60 ชั่วโมง และสูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงผสมระหว่าง LP864 และ LP877 มีค่า pH เริ่มต้น 5.87 และลดลงค่อนข้างรวดเร็วจนมีค่าเป็น 3.63

มีระยะเวลาหมัก 72 ชั่วโมง สัมผัสผักกาดเขียวปลีทั้ง 4 สูตร มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.56 – 3.63 สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผักกาดดอง (มพช.284/2547) ที่กำหนดให้ผักกาดดองที่ผ่านกรรมวิธีการดอง มีค่า pH ต้องไม่เกิน 4.5 โดยสัมผัสผักกาดเขียวปลีที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง LP877 มีระยะเวลาที่ค่า pH ถึงจุดยุติการหมักสั้นที่สุด ขณะที่สัมผัสผักกาดเขียวปลีที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ มีระยะเวลาที่ค่า pH ถึงจุดยุติการหมักนานที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Xiang et al. (2020) ที่พบว่าระหว่างหมักผักดองเสฉวนด้วยกล้าเชื้อ *L. plantarum* LP067 เพียงสายพันธุ์เดียวหรือร่วมกับกล้าเชื้อ *Weissella cibaria* WC018 ส่งผลให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็วระหว่างหมัก 0 – 72 ชั่วโมง (7.88 – 7.58 ถึง 3.55 – 3.45) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากล้าเชื้อเป็นตัวการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารอาหารในการหมักผักดอง ในขณะที่ Zhang et al. (2021) รายงานว่า การหมักหัวผักกาดเขียวปลีโดยวิธีธรรมชาติ ในช่วงระยะแรกของการหมัก 30 วัน ค่า pH ค่อย ๆ ลดลง อยู่ระหว่าง 5.5 – 5.28 และลดอยู่ที่ 4.01 เมื่อหมักนาน 40 – 60 วัน ปริมาณ TA ของสัมผัสผักกาดเขียวปลีทั้ง 4 สูตร มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก (Fig. 3 (B)) โดยปริมาณ TA เพิ่มขึ้นทั้ง 4 สูตร สอดคล้องกับค่า pH ที่ลดลง (Fig. 3 (A)) สูตรที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ สูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง LP864 สูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง LP877 และสูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผสมระหว่าง LP864 และ LP877 มีระยะเวลาที่ปริมาณ TA ถึงจุดยุติการหมัก (0.8 – 0.9%) เป็น 96 72 60 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีระยะเวลาที่เหมือนกับระยะเวลาที่ค่า pH ถึงจุดยุติการหมัก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ค่าสีของก้านใบและใบสัมผัสผักกาดเขียวปลี แสดงดัง Table 1 ซึ่งพบว่า ค่า L^* ของก้านใบสัมผัสผักเขียวปลีทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 35.32 – 37.26 แสดงถึงมีสีเข้ม ส่วนค่า a^* ของก้านใบสัมผัสผักเขียวปลีทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นเดียวกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.80 แสดงถึงมีสีแดงเล็กน้อย และ

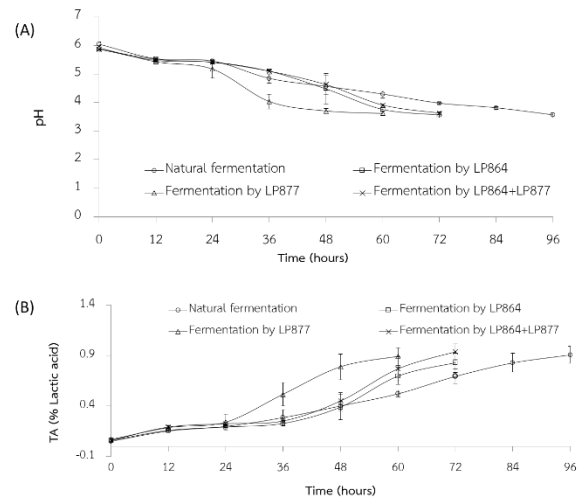


Fig. 3 Changes in pH value (A) and TA amount (B) of Som Pak Kad Keaw Plee samples during fermentation.

ค่า b^* ของก้านใบสัมผัสผักกาดเขียวปลีทั้ง 4 สูตร มีค่าอยู่ระหว่าง 20.79 – 25.54 แสดงถึงมีสีเหลือง ก้านใบสัมผัสผักกาดเขียวปลีสูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงผสมระหว่าง LP864 และ LP877 มีค่า b^* สูงที่สุดแตกต่างจากสูตรอื่น ๆ ($P<0.05$) และพบว่า ค่าสีของใบสัมผัสผักกาดเขียวปลีสอดคล้องกับค่าสีก้านใบสัมผัสผักกาดเขียวปลี โดยค่า L^* ของใบสัมผัสผักเขียวปลีทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีสีเข้ม มีค่าอยู่ระหว่าง 21.14 – 24.55 ส่วนค่า a^* ของใบสัมผัสผักกาดเขียวปลีทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีสีแดงเล็กน้อย มีค่าอยู่ระหว่าง 0.95 – 1.19 และค่า b^* ของใบสัมผัสผักกาดเขียวปลีทั้ง 4 สูตร มีสีค่อนข้างเหลือง มีค่าอยู่ระหว่าง 13.57 – 17.17 ใบสัมผัสผักกาดเขียวปลีสูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงผสมระหว่าง LP864 และ LP877 มีค่า b^* สูงกว่าสูตรที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ ($P<0.05$) ซึ่งค่า b^* ของทั้งก้านใบและใบสัมผัสผักกาดเขียวปลีสูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผสมนั้น มีสีเหลืองและมีค่าสูงกว่าสูตรอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากประสิทธิภาพของการใช้กล้าเชื้อผสมที่เพิ่มคุณภาพการหมักซึ่งในขั้นตอนการหมักผักดองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีที่อาจเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Browning reaction) โดยเฉพาะปฏิกิริยาที่มีสาเหตุมาจากการออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลโดยมีเอนไซม์กลุ่มพอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase, PPO) เป็น ตัวเร่งปฏิกิริยา (Sapers, 1993) และปฏิกิริยาสีน้ำตาลสามารถถูกชะลอการเกิดได้จาก

Table 1 Color and texture analyses of Som Pak Kad Keaw Plee samples.

	Treatment			
	Natural fermentation	Fermentation by LP864	Fermentation by LP877	Fermentation by LP864 + LP877
Color value of petioles				
L ^{*ns}	36.98 ± 1.48	37.26 ± 1.44	35.70 ± 1.76	35.32 ± 3.63
a ^{*ns}	0.80 ± 0.24	0.75 ± 0.55	0.22 ± 0.37	0.75 ± 1.55
b [*]	21.25 ± 3.37 ^b	20.79 ± 1.90 ^b	21.02 ± 1.30 ^b	25.54 ± 1.95 ^a
Color value of leaves				
L ^{*ns}	21.26 ± 1.68	22.40 ± 1.99	24.55 ± 1.12	21.14 ± 2.65
a ^{*ns}	1.14 ± 0.60	1.19 ± 0.20	0.95 ± 0.35	1.40 ± 0.13
b [*]	13.57 ± 2.38 ^b	15.33 ± 1.22 ^{ab}	14.74 ± 1.70 ^{ab}	17.17 ± 1.66 ^a
Texture of petioles				
Firmness (N) ^{ns}	57.86 ± 7.76	64.97 ± 2.79	58.46 ± 6.02	62.65 ± 6.65
Toughness (N.sec) ^{ns}	58.27 ± 5.53	61.18 ± 2.78	59.45 ± 6.43	61.19 ± 6.61

All values are the mean ± SD.

^{a, b} Means values in the same row with different superscripts are significantly different (P≤0.05).

^{ns} Means values in the same row are not significantly different (P>0.05).

สารประกอบฟีนอลิก (Arab et al., 2011) จากรายงานของ Septembre-Malaterre, et al. (2018) ได้รายงานว่า การหมักผักดองด้วยแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก เอนไซม์กลูโคซิเดส (Glucosidase) ที่ผลิตจากแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก ส่งผลให้สารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในผักดองสามารถถูกดัดแปลงไปเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ สามารถกำจัดอนุมูลอิสระ (Radical scavenging) ได้ดี ส่งผลต่อการชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล เพิ่มความเป็นสีเหลือง และค่าสีดังกล่าวยังสอดคล้องกับมาตรฐานอุตสาหกรรมและมาตรฐานชุมชนของผักดอง ที่ว่าผักดองที่มีสีเหลืองและสีสดใส ช่วยเพิ่มคุณภาพของผักดอง (Zhang et al., 2019)

ลักษณะเนื้อสัมผัสของส้มผักกาดเขียวปลี แสดงดัง Table 1 ซึ่งพบว่า ค่าความแน่นเนื้อและค่าความเหนียวของส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูต ไม่แตกต่างกับสูตที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ (P>0.05) โดยมีค่าความแน่นเนื้อและค่าความเหนียว อยู่ระหว่าง 57.86 – 64.97 N และ 58.27 – 61.19 N.sec ตามลำดับ จากค่าที่ได้แสดงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของส้มผักกาดเขียวปลีทั้ง 4 สูต กรอบพอควร ไม่นิ่มและ ซึ่งผักกาดดองที่มีค่าความแน่นเนื้อที่สูง เป็นตัวช่วยเพิ่มคุณภาพของผักกาดดอง (Zhang et al., 2019)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก แสดงดัง Table 2 ซึ่งพบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูต ไม่แตกต่างกับสูตที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ (P>0.05) โดยมีจำนวนอยู่ระหว่าง 8.42 – 8.69 log CFU/g จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยวิธีธรรมชาติมีจำนวนที่ไม่แตกต่างกับส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลาการหมักส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยวิธีธรรมชาติมีระยะเวลานานถึง 96 ชั่วโมง ทำให้มีการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเกิดขึ้นระหว่างหมักและส่งผลให้มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น ขณะที่จำนวนยีสต์และราของส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูต มีจำนวนน้อยกว่าสูตที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ (P≤0.05) ส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงมีจำนวนยีสต์และราอยู่ระหว่าง 4.75 – 5.01 log CFU/g ส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยวิธีธรรมชาติมีจำนวนยีสต์และราอยู่ที่ 5.78 log CFU/g ยีสต์และราของส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงมีจำนวนน้อยกว่ายีสต์และราของส้มผักกาดเขียวปลีสูตที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากประสิทธิภาพของกล้าเชื้อที่ไปยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และราระหว่างการหมัก สอดคล้องกับ

Table 2 Microbiological quality of Som Pak Kad Keaw Plee samples.

	Treatment			
	Natural fermentation	Fermentation by LP864	Fermentation by LP877	Fermentation by LP864 + LP877
Total bacterial count (log CFU/g) ^{ns}	8.42 ± 6.48	8.69 ± 6.56	8.67 ± 6.48	8.50 ± 6.41
Yeast and mold count (log CFU/g)	5.78 ± 3.52 ^a	5.01 ± 2.78 ^b	4.89 ± 2.36 ^b	4.75 ± 2.68 ^b
Lactic acid bacteria count (log CFU/g) ^{ns}	8.69 ± 6.48	8.74 ± 6.57	8.62 ± 5.76	8.46 ± 6.44

All values are the mean ± SD.

^{a, b} Means values in the same row with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

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

รายงานของ Abouloifa et al. (2021) ที่รายงานว่ากล้าเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกนอกจากจะมีบทบาทสำคัญในการหมักแล้ว ยังมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันเสียทางธรรมชาติ (Food bio-preservative) โดย *L. plantarum* 23, 46, 49, 61, 62, 71, 72 ที่ได้ทำการคัดแยกมาจากมะกอกหมักมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งยีสต์ (*Candida pelliculosa* และ *Rhodotorula* sp.) และ รา (*Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Fusarium oxysporum* และ *Rhizopus* sp.) รวมทั้ง Wei et al. (2020) ได้รายงานว่า *L. plantarum* 13M5 ที่คัดแยกมาจากอาหารหมักพื้นเมืองมีประสิทธิภาพในการทำลายพาทูลิน (Patulin) ซึ่งเป็นสารพิษจากราได้สูงถึง 43.8% ทำให้อาหารหมักที่ผลิตจากกล้าเชื่อดังกล่าวมีความปลอดภัย ส่วนจำนวนแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกของสั้มผักกาดเขียวปลีสูตรที่หมักโดยวิธีธรรมชาติมีจำนวนไม่แตกต่างกับสูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูตร ($P > 0.05$) โดยมีจำนวนอยู่ระหว่าง 8.46 – 8.74 log CFU/g สั้มผักกาดเขียวปลีสูตรที่หมักโดยวิธีธรรมชาติมีจำนวนแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกที่ค่อนข้างสูง แต่ไม่แตกต่างกับสูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลาการหมักที่นาน ทำให้มีการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกเพิ่มขึ้นระหว่างหมัก โดยแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักผักดองที่อาศัยการหมักจากจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ซึ่งแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกเหล่านี้จะมาจากวัตถุดิบและน้ำเกลือ (Zhang et al., 2021) สั้มผักกาดเขียวปลีที่ผลิตทั้ง 4 สูตร มีจำนวนแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกค่อนข้างสูง (มากกว่า 8 log CFU/g) จัดเป็น

อาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกได้รับการยอมรับว่าเป็นแบคทีเรียที่ปลอดภัย (Generally recognized as safe bacteria, GRAS) (Kumoro et al., 2020) โดยเฉพาะบางสายพันธุ์ของแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกในสกุล *Lactobacillus* เช่น *L. plantarum* จัดเป็นโพรไบโอติก (Probiotic) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกัน และการย่อยอาหารให้เป็นปกติ (Wei et al., 2020) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 346 พ.ศ. 2555 ได้ระบุว่าการใช้โพรไบโอติกในอาหาร ควรมีจำนวนโพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ คงเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 6 log CFU/g

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของสั้มผักกาดเขียวปลี (Table 3) พบว่า คะแนนความชอบโดยเฉลี่ยในคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาระหว่างสั้มผักกาดเขียวปลีสูตรที่หมักโดยเสริมกล้าเชื้อผงทั้ง 3 สูตร กับสั้มผักกาดเขียวปลีสูตรที่หมักโดยวิธีธรรมชาติ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยต่อลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง 7.40 – 7.63, 6.20 – 6.94, 6.34 – 6.77, 7.11 – 7.26 และ 6.86 – 7.26 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเสริมกล้าเชื้อผง LP864 หรือ LP877 หรือ LP864 ผสมกับ LP877 ไม่มีผลในทางลบต่อคุณลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของสั้มผักกาดเขียวปลี โดยผู้ทดสอบชิมมีความชอบโดยรวมต่อสั้มผักกาดเขียวปลีอยู่ในระดับชอบปานกลาง

Table 3 Sensory acceptability of Som Pak Kad Keaw Plee samples.

	Treatment			
	Natural fermentation	Fermentation by LP864	Fermentation by LP877	Fermentation by LP864 + LP877
Appearance ^{ns}	7.40 ± 1.54	7.63 ± 1.31	7.60 ± 1.31	7.40 ± 1.22
Odor ^{ns}	6.51 ± 2.01	6.20 ± 2.04	6.74 ± 1.29	6.94 ± 1.51
Taste ^{ns}	6.77 ± 1.93	6.46 ± 1.72	6.63 ± 1.85	6.34 ± 1.98
Texture ^{ns}	7.11 ± 1.88	7.26 ± 1.40	7.17 ± 1.47	7.14 ± 1.42
Overall acceptance ^{ns}	6.86 ± 1.83	6.89 ± 1.62	7.26 ± 1.27	6.91 ± 1.46

All values are the mean ± SD.

^{ns} Means values in the same row are not significantly different (P>0.05).

สรุปผลการวิจัย

จากผลที่ได้จากการศึกษานี้ สามารถสรุปได้ว่ากล้าเชื้อผง LP864 หรือ LP877 หรือ LP864 ผสมกับ LP877 มีแนวโน้มที่ดีในการนำไปผลิตส้มผักกาดเขียวปลี เพราะว่าทำให้ระยะเวลาในการหมักสั้นเพียง 60 – 72 ชั่วโมง โดยเฉพาะกล้าเชื้อผง LP877 มีระยะเวลาในการหมัก 60 ชั่วโมง นอกจากนี้ กล้าเชื้อ LP864 ผสมกับ LP877 ยังช่วยเพิ่มความเป็นสีเหลืองให้กับ ส้มผักกาดเขียวปลี กล้าเชื้อผงทั้ง 3 ชนิด ยังส่งผลที่ดีต่อค่าความหนืดและค่าความเหนียว และยังมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันเสียทางธรรมชาติ ช่วยลดการเจริญเติบโตของยีสต์และรา โดยเฉพาะกล้าเชื้อผง LP864 ผสมกับ LP877 ทำให้ยีสต์และรา ลดลงอยู่ที่ 4.75 log CFU/g รวมทั้งยังส่งผลให้แบคทีเรียสร้างกรดแลคติกซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ดีมีจำนวนมาก โดยเฉพาะกล้าเชื้อผง PA864 มีจำนวนแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกอยู่ที่ 8.74 log CFU/g การเสริมกล้าเชื้อผงทำให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ของส้มผักกาดเขียวปลีไม่แตกต่างจากการหมักโดยวิธีธรรมชาติ และได้รับการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการยุวชนอาสา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

References

Abouloifa, H., Gaamouche, S., Rokni, Y., Hasnaoui, I., Bellaouchi, R., Ghabbour, N., ... & Asehrou, A. (2021). Antifungal activity of probiotic *Lactobacillus* strains isolated from natural fermented green olives and their application as food bio-preservative. *Biological Control*, 152, 104450.

AOAC (1995). Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Arab, F., Alemzadeh, I., & Maghsoudi, V. (2011). Determination of antioxidant component and activity of rice bran extract. *Scientia iranica*, 18(6), 1402-1406.

Jampaphaeng, K., Ferrocino, I., Giordano, M., Rantsiou, K., Maneerat, S., & Cocolin, L. (2018). Microbiota dynamics and volatime profile during stink bean fermentation (Sataw-Dong) with *Lactobacillus plantarum* KJ03 as a starter culture. *Food microbiology*, 76, 91-102.

Kumoro, A. C., Widiyanti, M., Ratnawati, R., & Retnowati, D. S. (2020). Nutritional and functional properties changes during facultative submerged fermentation of gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) tuber flour using *Lactobacillus plantarum*. *Heliyon*, 6(3), e03631.

Leech, J., Cabrera-Rubio, R., Walsh, A. M., Macori, G., Walsh, C. J., Barton, W., ... & Cotter, P. D. (2020). Fermented-food metagenomics reveals substrate-associated differences in taxonomy and health-associated and antibiotic resistance determinants. *MSystems*, 5(6).

Moon, S. H., Kim, C. R., & Chang, H. C. (2018). Heterofermentative lactic acid bacteria as a starter culture to control kimchi fermentation. *LWT*, 88, 181-188.

Phupaiboon, P. (2016). Immobilization of probiotic bacteria with banana flour and effect on quality of synbiotic ice cream and survival under simulated gastrointestinal conditions. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 8(4), 33-46.

- Sapers, G. M. (1993). Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technology (Chicago)*, 47(10), 75-84.
- Septembre-Malaterre, A., Remize, F., & Poucheret, P. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International*, 104, 86-99.
- Wei, C., Yu, L., Qiao, N., Wang, S., Tian, F., Zhao, J., ... & Chen, W. (2020). The characteristics of patulin detoxification by *Lactobacillus plantarum* 13M5. *Food and Chemical Toxicology*, 146, 111787.
- Xiang, H., Sun-Waterhouse, D., Waterhouse, G. I., Cui, C., & Ruan, Z. (2019). Fermentation-enabled wellness foods: A fresh perspective. *Food Science and Human Wellness*, 8(3), 203-243.
- Xiang, W. L., Zhang, N. D., Lu, Y., Zhao, Q. H., Xu, Q., Rao, Y., ... & Zhang, Q. (2020). Effect of *Weissella cibaria* co-inoculation on the quality of Sichuan Pickle fermented by *Lactobacillus plantarum*. *LWT*, 121, 108975.
- Yang, X., Hu, W., Xiu, Z., Jiang, A., Yang, X., Ji, Y., ... & Feng, K. (2020). Microbial dynamics and volatilome profiles during the fermentation of Chinese northeast sauerkraut by *Leuconostoc mesenteroides* ORC 2 and *Lactobacillus plantarum* HBUAS 51041 under different salt concentrations. *Food Research International*, 130, 108926.
- Zhang, C., Zhang, J., & Liu, D. (2021). Biochemical changes and microbial community dynamics during spontaneous fermentation of Zhacai, a traditional pickled mustard tuber from China. *International Journal of Food Microbiology*, 347, 109199.

Research article

Evaluation of fermentation assisted by *Lactobacillus plantarum* (TISTR 864, TISTR 877) on quality of Som Pak Kad Keaw Plee (northeast Thai pickled mustard)

Pornpan Phuapaiboon^{1*}, Thanitnan Boonsrichana¹, Mananya Nantasarn²
Taweasab Chaiyarak³, Thanaphong Kesornmala¹ and Haruthai Sanchai¹

¹Program in Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham 44000, Thailand

²Program in Agribusiness Administration, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham 44000, Thailand

³Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham 44000, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 13 June 2021

Revised: 22 June 2021

Accepted: 24 June 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Mustard leaf

Northeast Thai pickled

Mustard

Lactobacillus plantarum

TISTR 864

Lactobacillus plantarum

TISTR 877

ABSTRACT

The research aims to an evaluation of fermentation assisted by *Lactobacillus plantarum* (TISTR 864, TISTR 877) on the quality of Som Pak Kad Keaw Plee (northeast Thai pickled mustard). Powder inoculum of *L. plantarum* TISTR 864 (LP864), *L. plantarum* TISTR 877 (LP877), and *L. plantarum* TISTR 864 mix with *L. plantarum* TISTR 864 (LP864 mix with LP877) was prepared and used in the production of Som Pak Kad Keaw Plee in 3 samples. The quality of the sample was studied in comparison with natural fermentation (control sample). The results revealed that fermentation by inoculum of LP877 had a short fermentation time of only 60 h and natural fermentation had the longest fermentation time of 96 h. Fermentation by inoculum of 3 samples had lightness (L*) and redness (a*) no difference with natural fermentation ($P>0.05$), whereas fermentation by inoculum of LP864 mix with LP877 had yellowness (b*) higher than other samples as b* of petioles and leaves was 25.54 and 17.17, respectively. The firmness and toughness of fermentation by inoculum of 3 samples were high between 58.46 – 64.97 N and 59.45 – 61.18 N.sec, respectively. The enumeration of total bacteria count and lactic acid bacteria of fermentation by inoculum of 3 samples was not different with natural fermentation ($P>0.05$). However, fermentation by inoculum of 3 samples reduced the population of yeast and mold lower than natural fermentation ($P\leq 0.05$) especially fermentation by inoculum of LP864 mix with LP877 had the lowest yeast and mold population at 4.75 log CFU/g. The overall acceptance scores of fermentation by inoculum of 3 samples were the like moderately. Therefore, 3 samples of inoculum have a promising to be used in the production of Som Pak Kad Keaw Plee.

*Corresponding author

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

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.6>



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

บทความวิจัย

การเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของไวน์ข้าว (สาโท) จากสูตรข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมือง 4 ชนิด

กฤษมาตี ฐานเจริญ*

สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 13 พฤษภาคม 2564

แก้ไข: 07 มิถุนายน 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 08 มิถุนายน 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

การหมัก

ข้าวเหนียว

ลูกแป้ง

สาโท

สารต้านอนุมูลอิสระ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของสูตรไวน์ข้าวเหนียว 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวเหนียวแดง (T1) ข้าวเหนียวลิ้มผัว (T2) ข้าวเหนียวหอมภูเขียว (T3) และข้าวเหนียวดำ (T4) โดยการตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรดโดยรวม (total titratable acidity, TTA) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (total soluble solid, TSS) น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ปริมาณแอลกอฮอล์ (alcohol content) ค่าการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของอาสาสมัคร จำนวน 30 คน จากสูตรไวน์ข้าวเหนียวทั้ง 4 ชนิด ผลการวิจัยพบว่าสูตรไวน์ข้าวเหนียว T2 มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำสุด และมีน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าสูตรไวน์ข้าวเหนียวทุกชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณกรดโดยรวมของสูตรไวน์ข้าวเหนียว T1 และ T4 มีปริมาณสูงกว่าสูตรไวน์ข้าวเหนียว T2 และ T3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้สูตรไวน์ข้าวเหนียว T4 มีค่าการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสโดยรวมสูงกว่าสูตรไวน์ข้าวเหนียวทุกชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณแอลกอฮอล์ในสูตรไวน์ข้าวเหนียวทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากผลการวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าลักษณะคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของสูตรไวน์ข้าวเหนียวแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพบว่าสูตรไวน์ข้าวเหนียวดำ (T4) มีระดับของสารต้านอนุมูลอิสระและคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสจากอาสาสมัครสูงที่สุดซึ่งสูตรไวน์ข้าวเหนียวดำมีคุณสมบัติเหมาะสมที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นเครื่องดื่มเพื่อบำรุงสุขภาพต่อไป

บทนำ

อาหารและเครื่องดื่มมักได้รับความนิยมอย่างมากทั่วโลก ตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์หมักเป็นเรื่องที่สำคัญสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และมีการพัฒนามากขึ้น เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ และสุราเป็นผลิตภัณฑ์หมักที่สำคัญประเภทหนึ่ง มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันและวัฒนธรรมของมนุษย์ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นเมืองหลายชนิดมี

การผลิตและบริโภคทั่วโลก (Dung, 2013). เนื่องจากมีสารอาหารมากมายจึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการเพิ่มความอยากอาหารและสุขภาพที่ดีเมื่อดื่มเป็นประจำในปริมาณที่เหมาะสม สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการปรุงอาหารเพื่อบรรเทากลิ่นเหม็น และทำให้อาหารอร่อยมากขึ้น ในสมัยโบราณไวน์ข้าวถือเป็นยาที่ดีที่สุด เครื่องดื่มแอลกอฮอล์เพื่อสุขภาพจำนวนมากมาจากไวน์ข้าว (Sirisantimethakom et al., 2008) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์แบบ

* Corresponding author

E-mail address: Kthancharoen@gmail.com (K. Thancharoen)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.7>

ดั้งเดิมที่ทำจากข้าวเป็นที่ยอมรับในประเทศแถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น (Sake) จีน (Jiu) เกาหลี (Yakju) ฟิลิปปินส์ (Tapuy) เวียดนาม (Ruou nep than) มาเลเซีย (Tapai) กัมพูชา (Tapae) อินโดนีเซีย (Tapai) และไทย (Sato) ไวน์ข้าว (สาโท) ทำจากข้าวเหนียวผสมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ในรูปลูกแป้งหมักแบบแข็ง (solid state) แบบดั้งเดิม ลูกแป้งประกอบด้วยส่วนผสมของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่เจริญบนข้าวหรือแป้งข้าวเจ้า (Luangkhlayphoa et al., 2014) ไวน์ข้าวเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แบบดั้งเดิมของประเทศไทยซึ่งมีแอลกอฮอล์ไม่เกินร้อยละ 15 (โดยปริมาตร) เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่คนไทยนิยมดื่มกันมากที่สุดตั้งแต่สมัยโบราณโดยทั่วไปผลิตที่บ้านหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ทำมาจากข้าวเหนียวขาวและดำโดยใช้ลูกแป้งหรือเค้กยีสต์จีนเป็นเชื้อตั้งต้นแบบแห้ง ในขั้นตอนข้าวเหนียวขัดมันจะถูกล้าง แช่ และนึ่งหลังจากถูกทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง ข้าวจะถูกคลุกด้วยผงเชื้อจุลินทรีย์ การหมักจะดำเนินการในขวดดินที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน เติมน้ำตาลและหมักต่ออีกเป็นเวลา 15 วัน สุดท้ายกรองและผ่านการฆ่าเชื้อก่อนบรรจุเป็นผลิตภัณฑ์ (Sirisantimethakom et al., 2008) การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เกี่ยวข้องกับการหมักแป้งข้าวด้วยราและหมักเป็นแอลกอฮอล์โดยยีสต์ เอนไซม์ที่เกิดจากรา เช่น แอลฟาอะไมเลส และกลูโคอะไมเลส โดยการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลที่หมักได้ ซึ่งยีสต์จะนำไปใช้ประโยชน์ คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไวน์ข้าวเป็นตัวกำหนดคุณภาพของไวน์ข้าว ข้าวที่เป็นวัตถุดิบหลักจะมีผลต่อคุณภาพไวน์ข้าวมาก การศึกษาผลของพันธุ์ข้าวและวิธีการหมักจะมีผลต่อคุณภาพไวน์ข้าว (Chay et al., 2017) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตไวน์ข้าวที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสที่ดี

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. วัตถุดิบ

ลูกแป้งจากจังหวัดอุบลราชธานี และข้าวเหนียวพื้นเมืองจากกลุ่มอนุรักษ์ข้าวพื้นเมืองบ้านหนองคู-ศรีวิไล จังหวัดมหาสารคาม เก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน 2561 (ฤดูเกี่ยวข้าวของประเทศไทย) ตัวอย่างถูกเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. กระบวนการหมักไวน์ข้าว

ข้าวเหนียวพื้นเมือง 1,000 กรัมแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร และนึ่งให้ความร้อนเป็นเวลา 30-40 นาที ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นคลุกผสมกับลูกแป้งร้อยละ 2 หมักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5

วัน เติมน้ำตาลละลายผ่านการฆ่าเชื้อปริมาตร 1500 มิลลิลิตร หมักต่ออีกเป็นเวลา 15 วัน สูตรไวน์ข้าวมีดังนี้

สูตร T1 = ข้าวเหนียวแดง สูตร T2 = ข้าวเหนียวลิ้มผิว
สูตร T3 = ข้าวเหนียวหอมภูเขียว สูตร T4 = ข้าวเหนียวดำ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

เก็บตัวอย่างไวน์ข้าวเหนียวทั้ง 4 สูตรที่อยู่ระหว่างการหมักเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทุก 2 วัน โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงดังนี้

1.1. วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - ด่าง โดยใช้ pH Benchtop (Mettler-Toledo 8603 Schwerzenbach, Switzerland)

1.2. วิเคราะห์หาปริมาณกรดโดยรวม (TTA) ด้วยวิธีการไทเทรต ดูดตัวอย่างไวน์ข้าวปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในขวดภาพชมพูขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ จนถึงจุดยุติ

1.3. วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) โดยใช้ refractometer (Kruss, A Kruss Optronic, Germany)

1.4. วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ด้วยวิธี 3,5-DNS method (Miller, 1959) โดยดูดสารละลายไวน์ข้าว ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น DNS ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที แขนหลอดทดลองในน้ำเย็นจนตัวอย่างเย็นลง เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น blank) นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้คำนวณเทียบกับสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของสารละลายน้ำตาลกลูโคส

2. การวิเคราะห์แอลกอฮอล์

วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Shimadzu, Japan) ด้วยเครื่องตรวจวัดแบบแฟลมไอออไนเซชัน ใช้แคปิลลารีคอลัมน์ชนิด Rtx-Wax เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร ความยาว 30 เมตร และใช้การโปรแกรมอุณหภูมิแบบเกรเดียนท์ คือ อุณหภูมิเริ่มต้น 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที เพิ่มอุณหภูมิเป็น 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที โดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเท่ากับ 8 องศาเซลเซียสต่อนาที และเพิ่มอุณหภูมิเป็น 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 นาที โดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเท่ากับ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที

3. การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging activity assay)

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงตามวิธีของ Hipol (2018) โดยตัวอย่างปริมาตร 75 ไมโครลิตรเติมลงใน

สารละลาย DPPH ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ของผสมของปฏิกิริยา บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นวัดค่าการ ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง คำนวณกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากกราฟมาตรฐานของ Trolox (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory test)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไวน์ข้าว โดยใช้การ ทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale โดยระดับคะแนน คือ

- 9 – ชอบมากที่สุด
- 8 – ชอบมาก
- 7 – ชอบปานกลาง
- 6 – ชอบเล็กน้อย
- 5 – บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
- 4 – ไม่ชอบเล็กน้อย
- 3 – ไม่ชอบปานกลาง
- 2 – ไม่ชอบมาก
- 1 – ไม่ชอบมากที่สุด

โดยให้อาสาสมัครทดสอบชิมจำนวน 30 คน และให้คะแนน ความชอบในด้านสี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวม

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าที่ได้จากการวิจัยวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าความ แปรปรวนด้วยวิธี one way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 17.0

ผลการวิจัย

คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี

วิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง กรดโดยรวม (TTA), ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS), น้ำตาลรีดิวซ์ และแอลกอฮอล์ (Table 1)

ค่าความเป็นกรด-ด่างของไวน์ข้าวอยู่ในช่วงความเป็นกรดอ่อนตั้งแต่ 4.55 ถึง 4.92 ไวน์ข้าวจากข้าวเหนียวหอม ภูเขา (สูตร T3) มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดเท่ากับ 4.92 และไวน์ข้าว จากข้าวเหนียวลิ้มผัว (สูตร T2) มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.55 ค่าความ เป็นกรดโดยรวมของไวน์ข้าวจากข้าวเหนียวดำ (สูตร T4) มี ค่าสูงสุดร้อยละ 10.2 และไวน์ข้าวจากข้าวเหนียวหอมภูเขา (สูตร T3) มีค่าต่ำสุดร้อยละ 7.1 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของไวน์ข้าวทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 9-10 องศา บริกซ์ ค่าน้ำตาลรีดิวซ์จากไวน์ข้าวเหนียวลิ้มผัว (สูตร T2) มี ค่าสูงสุด 18.61 กรัมต่อลิตร และไวน์ข้าวจากข้าวเหนียวหอม ภูเขา (สูตร T3) มีค่าต่ำสุด 8.66 กรัมต่อลิตร ปริมาณแอลกอฮอล์

ของไวน์ข้าวจากข้าวเหนียวแดง (สูตร T1) มีค่าสูงสุดร้อยละ 14.61 และไวน์ข้าวจากข้าวเหนียวหอมภูเขา (สูตร T3) มีค่า ต่ำสุดร้อยละ 12.16

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของไวน์ข้าว

กิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH ของไวน์ข้าว (Fig. 1) ไวน์ ข้าวทุกสูตรแสดงการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน โดย ไวน์ข้าว จากข้าวเหนียวดำ (สูตร T4) แสดงกิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH สูงสุด ร้อยละ 90.98 และไวน์ข้าวจากข้าวเหนียวหอมภูเขา (สูตร T3) มีค่าต่ำสุดร้อยละ 78.13

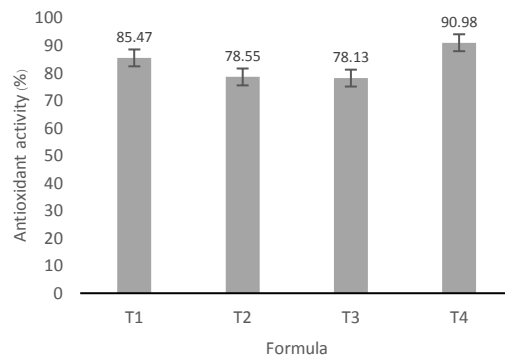


Figure 1 Antioxidant activity of rice wine from various glutinous rice varieties

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไวน์ข้าวโดย ใช้แบบทดสอบการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสแบบ 9 Point Hedonic scale Test โดยเลือกกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เพศชาย และเพศหญิงอายุระหว่าง 18-35 ปี จากการวิเคราะห์พบว่า ไวน์ ข้าวทั้ง 4 สูตร มีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$).และการยอมรับในภาพรวมพบว่า ไวน์ข้าวที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวดำมีระดับความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 7.93 ซึ่งจัด อยู่ในระดับความชอบมาก ดังแสดงใน Table 2

วิจารณ์ผลการวิจัย

ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับไวน์ข้าวควร อยู่ในช่วง 4.0 ถึง 4.5 (Latayan, 2002) ค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงสุดที่ยอมรับได้ของไวน์ข้าวควรอยู่ในช่วง 3.4 ถึง 4.5 (Lee et al., 2007; Jin et al., 2008; Seo et al., 2007) โดยทั่วไป ค่าความเป็นกรด- ด่างของไวน์ข้าวจะขึ้นอยู่กับปริมาณกรดและน้ำตาล ผลการศึกษา พบว่าปริมาณน้ำตาลในไวน์ข้าว 8.66 ถึง 18.61 กรัม/ลิตร เมื่อ เริ่มการหมักแบบแข็ง (solid state fermentation) ของแข็งที่ ละลายได้ทั้งหมดมีความเข้มข้นสูงสุดในวันที่ 3 ของกระบวนการ หมัก หลังจากคลุกข้าวกับลูกแป้ง อัตราการดูดซึมน้ำขึ้นอยู่กับ ปัจจัยหลายชนิด ได้แก่ สายพันธุ์ ลักษณะทางสรีรวิทยา

Table 1 Physicochemical properties of rice wine by difference glutinous rice.

Parameter	Treatment			
	T1	T2	T3	T4
pH	4.74 ^c ±0.01	4.55 ^a ±0.01	4.92 ^d ±0.01	4.68 ^b ±0.00
TTA (%)	9.5 ^b ±0.01	7.4 ^a ±0.06	7.1 ^a ±0.04	10.2 ^b ±0.09
TSS (°Bx)	9 ^a ±0.00	10 ^a ±0.00	9 ^a ±0.00	10 ^a ±0.00
Alcohol %	14.61 ^a ±0.10	12.91 ^a ±1.90	12.16 ^a ±4.23	14.03 ^a ±0.06
Reducing sugar (g/L)	10.38 ^b ±0.76	18.61 ^d ±0.41	8.66 ^a ±0.11	15.08 ^c ±0.82

Data are shown as the mean ± SD, derived from three replications.

Table 2 Sensory analysis of rice wine produced by difference glutinous rice.

Treatment	Color	Clarity	Flavor	Sweetness	Overall acceptability
T1	6.00 ^a ±1.11	5.87 ^{ab} ±0.82	5.87 ^{ab} ±0.78	7.07 ^c ±0.98	6.20 ^a ±1.03
T2	6.00 ^a ±1.02	5.87 ^{ab} ±0.73	7.70 ^c ±0.75	7.03 ^c ±1.03	7.10 ^b ±0.99
T3	6.00 ^a ±1.08	6.00 ^{bc} ±1.05	6.10 ^b ±0.85	5.73 ^{ab} ±0.78	6.53 ^{ab} ±1.50
T4	8.17 ^b ±1.18	6.43 ^c ±0.86	7.97 ^c ±0.77	6.07 ^b ±0.74	7.93 ^{bc} ±0.91

Data are shown as the mean ± SD, derived from three replications.

a, b, c means with different superscripts letters within a column are significantly different ($p < 0.05$)

ขนาดเมล็ดพืช ความหนาของเปลือก อุณหภูมิ และระยะเวลา เป็นต้น ความชื้นจะเริ่มคงที่แต่เพียงพอในการกระตุ้นการย่อยโดยรา โดยลดลงอย่างกะทันหันในวันที่ 4-12 ยิ่งกว่านั้นพบว่าข้าวเหนียวลอยอยู่บนผิวหน้าของภาชนะหมัก ในการหมักปริมาณแอลกอฮอล์ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องถึงแม้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดลดลง น้ำตาลถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์โดยยีสต์ในกระบวนการหมัก (Pokkaew & Manangsati, 2018) ผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Nalad & Puangwerakul (2015) พบว่าในช่วงแรกของการหมักน้ำตาลที่เหลือจะถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์โดยยีสต์ ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณบrix และน้ำตาลรีดิวซ์ที่ลดลง ปริมาณแอลกอฮอล์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามการใช้น้ำตาลในกระบวนการหายใจของเซลล์ยีสต์ Sirisantimethakom et al. (2008) รายงานว่า ไวน์ข้าวและไวน์ผลไม้มีปริมาณแอลกอฮอล์ตั้งแต่ร้อยละ 9.08 ถึง 10.48 (โดยปริมาตร) ซึ่งไม่เกินระดับสูงสุดที่ยอมรับได้ (ร้อยละ 15 โดยปริมาตร) ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ของไวน์ข้าวขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ในลูกแป้งซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตไวน์ข้าวตามรายงานของ Sanchez (2008) แสดงให้เห็นว่าแอลกอฮอล์ขึ้นอยู่กับวิธีการหมัก อายุของไวน์ และหัวเชื้อจุลินทรีย์ กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH อธิบายได้ว่า โมเลกุลของสารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่เกิดจากความสามารถในการให้ไฮโดรเจน เมื่อมีสารต้านอนุมูลอิสระสีม่วงของอนุมูลอิสระจะเกิดการสลายตัว (Hipol & Alma-in, 2008)

สรุปผลการวิจัย

การใช้ข้าวเหนียวในท้องถิ่นเพื่อการผลิตไวน์ข้าวประสบความสำเร็จในระดับห้องปฏิบัติการ โดยไวน์ข้าวจากข้าวเหนียวดำมีศักยภาพสูงสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไวน์ข้าว เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงจึงมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มอนุรักษ์ข้าวพื้นเมืองบ้านหนองคู-ศรีวิไล ตำบลหนองปลิง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ในการอนุเคราะห์ข้าวเหนียวพื้นเมือง และสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์เครื่องมืองานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

References

- Chay, C., Elegado, F.B., Dizon, E.I., Hurtada, W.A., Norng C & Raymundo, L.C. (2017). Effects of rice variety and fermentation method on the physiochemical and sensory properties of rice wine. *International Food Research Journal*, 24(3), p. 1117-1123.
- Dung, N.T.B. (2013). Vietnamese rice-based alcoholic beverages. *International Food Research Journal*, 20(3), p. 1035-1041.

- He, S., Mao, X., Liu, P., Lin, H., Du, Z., Lu, N., Han, J. & Qiu, C. (2013). Research into the functional components and antioxidant activities of North China rice wine (Ji Mo Lao Jiu). *Food Science and Nutrition*, 1 (4), p.307-314.
- Hipol, R.L.B. & Alma-in, A.B. (2018). Antioxidant potentials of indigenously produced Benguet tapuy (rice wine). *International Food Research Journal*, 25(5), p. 1968-1976.
- Jin, J., Kim, S.Y., Jin, Q., Eom, H.J. & Han, N.S. (2008). Diversity analysis of lactic acid bacteria in Takju, Korean rice wine. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18, 1678–1682.
- Latayan, M.P. (2002). *Evaluation on the quality of rice wine prepared through multiple parallel fermentation*. B.S. Thesis Manuscript, University of the Philippines Los Baños, college, Laguna, Philippines.
- Luangkhlaphoa, A., Pattaragulwanita, K., Leepipatpiboonb, N. & Yompakdeea, C. (2014). Development of a defined starter culture mixture for the fermentation of sato, a Thai rice-based alcoholic beverage. *Science Asia*, 40, p. 125–134.
- Miller, G. (1959). Use of dinitrisalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Analytical Chemistry*. 31th ed. p. 426-429.
- Nalad, P. & Puangwerakul, Y. (2015). Comparative study of malt vinegar quality from Homnin and Kam (*Oryza sativa* L.). In: *Proceedings of The IRES 11th International Conference 2015*, Bangkok, Thailand., p.42-46. (in Thai)
- Pokkaew, R. & Manangsati, P. (2018). The comparison of two rice varieties on quality of rice vinegar. in: *Proceedings of The 20th Food innovatio Asia Conference 2018*, Bangkok, Thailand., p. 420-426. (in Thai)
- Sanchez, P.C. (2008). Rice wine (Tapuy). In *Philippine Fermented Foods. Principles and Technology*, Quezon City, University of the Philippines Press, Philippines: p. 97121.
- Seo, D.H., Jung, J.H., Kim, H.Y., Kim, Y.R., Ha, S.J., Kim, Y.C. & Park C.S. (2007). Identification of lactic acid bacteria involved in traditional Korean rice wine fermentation. *Food Science and Biotechnology*, 16, 994–998.
- Sirisantimethakom, L., Laopaiboon, L., Danvirutai, P. & Laopaiboon, P. (2008). Volatile compounds of a traditional thai rice wine. *Biotechnology*, 7(3), 505-513.
- Spigno, G., Tramelli, L. & De Faveri, D.M. (2007). Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of Food Engineering*, 81(1), 200– 208.
- Tand, W.T. & Mabesa, L.B. (1998). Sensory evaluation of food. *laboratory manual*. Food Science Cluster, College of Agriculture, UP Los Baños, College, Laguna, Philippines.
- Woo, K.S., Ko, J.Y., Song, S.B., Lee, J.S., Oh, B.G., Kang, J.R., Nam, M.H., Ryu, I.S., Jeong, H.S. & Seo, M.C. (2008). Physicochemical characteristics of Korean traditional wines prepared by addition of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) using different Nuruks. *Journal of Korean Society for Food Science and Nutrition*, 39, 548–553..

Research article

A comparison of the physicochemical and sensory characteristics of rice wine (Sato) from four different glutinous rice varieties

Kusumawadee Thancharoen*

Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 13 May 2021

Revised: 7 June 2021

Accepted: 8 June 2021

Online published: 27 June 2021

Keyword

Fermentation

Glutinous rice

Look-pang

Sato

Antioxidant

ABSTRACT

This research aims to compare the physicochemical and sensory characteristics of rice wine from four different glutinous rice varieties including red glutinous rice (T1), Luempua glutinous rice (T2), Homphukaew glutinous rice (T3) and black glutinous rice (T4). The experiments were investigated pH, total titratable acidity (TTA), total soluble solid, reducing sugar, alcohol content, antioxidant activities and sensory test in four glutinous rice wine of 30 untrained panelists. The results found that T2 shown the lowest pH and the higher than reducing sugar other rice wine formula with a statistically significant difference ($p < 0.05$). Total titratable acidity indicated that T1 and T4 higher than T2 and T3 were a statistically significant difference ($p < 0.05$). Moreover, T4 exhibited highest antioxidant and had higher than overall acceptance other rice wine formula with a statistically significant difference ($p < 0.05$). Total soluble solid (TSS) and alcohol content of each rice wine formula no statistical difference ($p > 0.05$). The findings of this study indicate that physicochemical characterization and sensory properties of each rice wine formula are different especially T4 showed highest antioxidant and overall acceptance. It could be able to establish the functionality as a healthy beverage.

*Corresponding author

E-mail address: kthancharoen@gmail.com (K. Thancharoen)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.7>



บทความวิจัย

การวิเคราะห์ความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่าง จากของเหลวในกระเพาะหมักของโคนมเจาะกระเพาะ ด้วยวิธีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี ธีระกุล นิลนนท์^{1*} ฤทธิชัย พิลาลัย¹ กษมา ชารีโคตร² และ ศรัญญา วอขวา²

¹สาขาวิชาเทคนิคการสัตวแพทย์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 21 พฤษภาคม 2564

แก้ไข: 27 พฤษภาคม 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 30 พฤษภาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

กรดไขมันระเหยได้

ค่าความเป็นกรด-ด่าง

เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

บทคัดย่อ

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid; VFA) ในของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) เป็นวิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการที่ใช้วินิจฉัยภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักในโคนม การศึกษาที่ผ่านมาบ่งชี้ว่าการตรวจระดับ VFA จากตัวอย่างต่างๆ โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (Near-infrared spectroscopy; NIRS) ให้ผลการศึกษาน่าเชื่อถือนำไปใช้ในการวิเคราะห์ได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ VFA ทั้งหมด (Total VFA) และ pH จากของเหลวในกระเพาะหมักจากการตรวจทางห้องปฏิบัติการ กับความเข้มข้นของ VFA และ pH จากการประยุกต์ใช้เทคนิค NIRS ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักโคนมพันธุ์ผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนเปิดผ่ากระเพาะหมักและเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะกระเพาะหมักเป็นกรด จำนวน 128 ตัวอย่าง โดยเก็บทุกๆ 2 ชั่วโมงหลังให้อาหารชั้น จำนวน 7 ครั้ง/วัน ตลอดระยะเวลาการศึกษา 16 วัน ตรวจทางห้องปฏิบัติการหาความเข้มข้น Total VFA และค่า pH โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) และ pH meter แบบภาคสนาม ตามลำดับ และวัดค่าด้วยเทคนิค NIRS เพื่อสร้างสมการทำนายค่า ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ Total VFA และค่า pH การตรวจทางห้องปฏิบัติการ เท่ากับ 105.82 mM/L (105.82±39.74) และ 5.4±0.44 ตามลำดับ การวิเคราะห์ทางสถิติทำนายความเข้มข้นของ VFA และค่า pH ด้วยเทคนิค NIRS มีค่าสหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.93 และ 0.85 ตามลำดับ การประยุกต์ใช้เทคนิค NIRS วิเคราะห์ความเข้มข้นของ Total VFA และค่า pH จากตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก ถือว่าเป็นเทคนิคที่มีความน่าเชื่อถือระดับปานกลางในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการวิจัย ซึ่งจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

บทนำ

โคนมที่ให้ผลผลิตสูงมักจะเกิดโรคหรือความผิดปกติทางเมแทบอลิซึม (metabolic disorder) ที่ส่งผลกระทบต่อการผลิต เช่น โรคไข้เน่านม (milk fever) โรคคีโตซิส (ketosis) ภาวะกระเพาะทะลุเคลื่อนผิดตำแหน่ง (displace abomasum) ภาวะไขมันแทรกในตับ (fatty liver) และภาวะความเป็นกรดใน

กระเพาะหมัก (rumen acidosis) ซึ่งสาเหตุหลักๆ เกิดจากระดับการให้ผลผลิตและการให้อาหารไม่สอดคล้องกันและไม่เหมาะสม (Mulligan & Doherty, 2008) ภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบกึ่งเฉียบพลัน (SARA) เป็นหนึ่งในโรคหรือความผิดปกติทางเมแทบอลิซึมที่พบได้บ่อยและก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคนม ส่วนมากถูกตรวจพบในโคนม

* Corresponding author

E-mail address: theerakul_nil@yahoo.com (T. Nilnont)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.8>

หลังคลอดที่อยู่ในช่วงต้นของระยะการให้นม (early lactation) เนื่องจากเป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงการให้อาหารจากระยะพักรีดนม (อาหารพลังงานต่ำ) มาเป็นอาหารระยะคลอดหรือให้นม (อาหารพลังงานสูง) และโคมีการกินอาหารมากขึ้นเพื่อให้พอเพียงกับความต้องการในการให้ผลผลิตน้ำนม ส่งผลให้กระเพาะหมักปรับตัวไม่ทันและเกิดการสะสมกรดตามมา (Plaizier et al., 2008) ในประเทศไทยมีรายงานความชุกของภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบกึ่งเฉียบพลันในโคนมหลังคลอด 30 และ 50 วัน ร้อยละ 42.6 และ 42.0 ตามลำดับในพื้นที่ฟาร์มโคนมอำเภอมะนัง จังหวัดขอนแก่น (Jarassaeeng et al., 2006) และพบความชุกในโคนมหลังคลอดระหว่าง 3 ถึง 6 สัปดาห์ ร้อยละ 20 ถึง 25 ในพื้นที่ฟาร์มโคนมจังหวัดนครปฐม (Inchaisri et al., 2013, Inchaisri et al., 2014)

ภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมัก เกิดจากการสะสมของกรดอินทรีย์ (organic acid) เช่น กรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid; VFA) ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid; C2) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid; C3) และ กรดบิวทิริก (butyric acid; C4) โดยมีสัดส่วนการสร้างประมาณร้อยละ 70:20:10 ตามลำดับ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของอาหารที่ให้ (Seymour et al., 2005) และกรดแลคติก (lactic acid) ที่เกิดจากการย่อยคาร์โบไฮเดรตโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก โดยการสะสมของกรดเกิดจากความไม่สมดุลระหว่างการสร้างกรดจากกระบวนการหมักที่มากเกินไป และการกำจัดกรดโดยการนำไปใช้ของจุลินทรีย์และการดูดซึมกรดจากกระเพาะหมักที่ลดลง (Nagaraja and Titgemeyer, 2007) โดยการสร้างกรดที่มากขึ้นเกิดจากการกินแหล่งวัตถุดิบคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย เช่น แป้ง ธัญพืช ในปริมาณมาก ส่งผลให้จุลินทรีย์ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มจำนวนขึ้น เช่น แบคทีเรียกลุ่ม amylolytic amylodextrin และ maltose - utilizing (Kotarski et al., 1992) ร่วมกับการได้รับอาหารหยาบ (roughage) หรือปริมาณเยื่อใยในอาหารไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลต่อการเคี้ยวเอื้อง (mastication) และปริมาณการหลั่งน้ำลายซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ (ไบคาร์บอเนต; HCO_3^-) ที่สำคัญของการลดความเป็นกรดในกระเพาะหมัก (Owens et al., 1998) ร่วมกับการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (lactic producing bacteria) เช่น *Streptococcus bovis* ทำให้มีการสะสมของกรดเพิ่มขึ้น (Nagaraja & Titgemeyer, 2007) ส่งผลให้เกิดภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมัก ทั้งแบบเฉียบพลัน (acute rumen acidosis) และแบบกึ่งเฉียบพลัน (sub-acute rumen acidosis; SARA) (Gäbel et al., 2002; Kleen et al., 2003; , Plaizier et al., 2008) กระเพาะหมักลดการบีบตัว และกรดแลคติกจะถูกลด

ซึมเข้ากระแสเลือดเกิดภาวะร่างกายเป็นกรด (metabolic acidosis) (Nocek, 1997)

การตรวจวินิจฉัยอาการทางคลินิกของภาวะกรดในกระเพาะหมัก (rumen acidosis) มีหลายวิธี ได้แก่ การตรวจวินิจฉัยโดยการประเมินอาการผิดปกติ (clinical sign) ของโครายตัวหรือระดับฟาร์ม และการตรวจทางห้องปฏิบัติการ วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของของเหลวในกระเพาะหมัก (rumen fluid) และการวัดระดับความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (Danscher et al., 2015, Stefanska et al., 2017, Mizuguchi et al., 2020) ซึ่งวิธีการนี้จำเป็นต้องทำการเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักโคเพื่อการตรวจวินิจฉัย โดยการเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การเจาะและดูดเก็บผ่านผนังช่องท้อง (rumenocentesis) การผ่าตัดสร้างรูเปิดกระเพาะหมักถาวร (ruminal fistula) ซึ่งมักพบในการศึกษาวิจัย และการดูดเก็บผ่านท่อสอดหลอดอาหาร (stomach tube) โดยเทคนิคการดูดเก็บของเหลวในกระเพาะหมักผ่านผนังช่องท้อง (rumenocentesis) เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักในส่วนล่าง (ventral sac) มีข้อดี คือ สามารถลดการปนเปื้อนของน้ำลายทำให้ได้ค่า pH ที่แม่นยำ ส่วนการเก็บตัวอย่างโดยใช้ท่อสอดกระเพาะอาหาร (stomach tube) เป็นวิธีการที่สะดวกและง่าย แต่เนื่องจากวิธีการนี้เป็นการสอดท่อผ่านช่องปากหลอดอาหาร ดังนั้นของเหลวที่ดูดเก็บได้มีการปนเปื้อนกับน้ำลายซึ่งมีค่า pH สูง ทำให้ค่า pH ที่วัดได้จากตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักที่เก็บด้วยวิธีนี้มีค่าคลาดเคลื่อนที่สูงขึ้นได้ (Duffield et al., 2004) และมีการศึกษาการตรวจระดับกรดไขมันที่ระเหยได้จากตัวอย่างต่างๆ ซึ่งให้ผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ (Jacobi et al., 2009, Ward et al., 2011, Lean et al., 2013, Stockl and Lichti, 2018, Lee et al., 2019)

มีการศึกษาการใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (Near-infrared spectroscopy; NIRS) วิเคราะห์องค์ประกอบของพืชอาหารสัตว์และองค์ประกอบด้านโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ เช่น ระดับโปรตีน เยื่อใย ระดับไขมัน ระดับพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์ รวมทั้งค่า pH ในอาหารหมัก ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความน่าเชื่อถือ (Corson et al., 1999) ใช้ตรวจหาโรคคิตซิสแบบไม่แสดงอาการจากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำนม (De Roos et al., 2007) ใช้ตรวจวิเคราะห์ระดับสารคีโตนในเลือดเปรียบเทียบกับสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนมเพื่อสร้างสมการทำนายระดับของสารคีโตนในแม่โครีดนมหลังคลอด (Van Kneysel et al., 2010) ข้อดีของการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้เทคนิค NIRS คือ ง่ายต่อการเตรียมตัวอย่าง

มีความรวดเร็วในการวัดค่า ได้ผลที่แม่นยำและถูกต้อง การตรวจสอบเป็นแบบไม่ทำลายตัวอย่าง ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ และสะดวกต่อการใช้งาน (Stermer et al., 1994)

ดังนั้น การตรวจคัดกรองภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักในโคนมโดยการใช้เทคนิคหรือเครื่องมือที่มีความแม่นยำและรวดเร็วในการตรวจ เช่นการใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (Near-infrared spectroscopy; NIRS) ตรวจหาระดับความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้และค่า pH จากตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก เป็นแนวทางที่น่าสนใจในการช่วยตรวจคัดกรองภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักและโรคทางเมแทบอลิก (metabolic disease) ในโคนม การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีในการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง จากตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการตรวจทางห้องปฏิบัติการกับค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการสร้างสมการทำนายจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี และเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ตรวจวิเคราะห์และคัดกรองภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักและโรคทางเมแทบอลิกในฟาร์มต่อไป

วัสดุ/วิธีการวิจัย

สัตว์ทดลอง

โคนมเพศผู้พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนลูกผสม มีน้ำหนักตัว (body weight) ประมาณ 250 กิโลกรัม อายุประมาณ 14 เดือน สุขภาพแข็งแรง ทำการผ่าตัดเพื่อเปิดกระเพาะหมักแบบถาวร (permanent rumen fistulation) บริเวณสวาปด้านซ้าย เพื่อทำการเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) ซึ่งในช่วงดำเนินการทดลองโคจะถูกเลี้ยงในโรงเรือนเปิด ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาท้องถิ่นบ้านตาด มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี โดยเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม โดยแยกเลี้ยงในคอกทดลองเดี่ยวพื้นคอนกรีตและดิน มีพื้นที่ขนาด 3×5 ตารางเมตร มีรางอาหารและบ่อน้ำดื่มแยกในคอกเลี้ยง

การศึกษานี้ได้รับพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยบรรณและมาตรฐานการเลี้ยงและการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี หมายเลขโครงการที่ได้รับการพิจารณา ศร 0543.7/358 โดยปฏิบัติตามหลักจริยบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ของสภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศไทย

อาหารที่ใช้ทดลองเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบกึ่งเฉียบพลัน (subacute ruminal acidosis; SARA)

ระยะก่อนการทดลอง (pre-experimental period) (17 วัน) เป็นระยะเวลาที่ให้โคนมปรับตัวต่อคอกทดลองและการให้อาหาร ในระยะนี้มีการเตรียมตัวโคก่อนเข้าสู่ระยะทดลอง ดังนี้ โคนมในระยะก่อนการทดลองได้รับการให้อาหารแบบแยกให้อาหารชั้นกับอาหารหยาบ (separate feeding) โดยในระยะนี้โคทดลองได้รับอาหารชั้น (concentrate) ซึ่งเป็นอาหารชั้นที่ประกอบขึ้นในฟาร์ม ปริมาณ 1.1 กิโลกรัมของวัตถุดิบแห้ง (dry matter) ต่อตัวต่อครั้ง แบ่งจ่ายให้ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น) รวมเป็นปริมาณ 2.2 กิโลกรัมของวัตถุดิบแห้ง ต่อตัวต่อวัน โดยมีส่วนประกอบวัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมีแสดงดัง Table 1 และ Table 2 โคทดลองได้รับอาหารหยาบเป็นฟางข้าวแบบไม่จำกัด (ad libitum) ร่วมกับมีน้ำดื่มให้ตลอดเวลา

ระยะการทดลอง (experimental period) (16 วัน) เป็นระยะเวลาที่ทำการทดลองและเก็บตัวอย่างจากโคทดลอง ซึ่งโคทดลองถูกเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบกึ่งเฉียบพลัน โดยวิธีการให้อาหารชั้นแยกกับอาหารหยาบ ที่มีสัดส่วนของอาหารชั้นที่สูงรวมกับการจำกัดปริมาณอาหารหยาบ (สัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารชั้น 20:80) ซึ่งโคได้รับอาหารชั้นที่ประกอบขึ้นจากการคำนวณโดยใช้องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่รายงานโดย National Research Council (NRC) (2001) ปริมาณ 4 กิโลกรัมของวัตถุดิบแห้ง ต่อตัวต่อครั้ง แบ่งจ่ายให้ 2 ครั้ง (เช้า 6.00 นาฬิกา และตอนเย็น 16.00 นาฬิกา) รวมปริมาณ 8 กิโลกรัมของวัตถุดิบแห้งต่อตัวต่อวัน และใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ ปริมาณ 2 กิโลกรัมของวัตถุดิบแห้งต่อตัวต่อวัน โดยโคได้รับแหล่งอาหารหยาบหลังจากกินอาหารชั้นประมาณ 30 นาที (Pilachai et al., 2012) ส่วนประกอบวัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมี แสดงใน Table 1

การเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักโคทดลอง

ในช่วงระยะการทดลอง ทำการเก็บของเหลวจากกระเพาะหมักของโคทดลองทุกวัน ด้วยความถี่จำนวน 8 ครั้งต่อวัน ตลอดระยะเวลา 16 วัน ของช่วงระยะการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างก่อนการให้อาหารชั้นโคช่วงเช้า (ชั่วโมงที่ 0) และหลังจากให้อาหารชั้นช่วงเช้า ชั่วโมงที่ 2 4 6 8 10 12 และ 14 ตามลำดับ หลังกินอาหารชั้น วิธีการเก็บตัวอย่างทำตามวิธีของ Wang et al. (2016) โดยการบังคับโคในของบังคับสัตว์ ทำการเปิดฝา

Table 1 Ingredient composition (%dry matter; %DM) and chemical composition of the dietary feed ingredient.

Ingredient/Chemical composition	%DM
Cassava ship	46.3*
Soybean meal	35.2*
Rice bran	17.1*
Premix ¹	1.4*
Dry matter	89.37**
TDN	81.24**
ME (Mcal/kgDM)	2.94**
Crude protein (CP)	20.39**
Fat	5.20**
NDF	11.92**
ADF	9.56**

*The ratios of feed ingredient (Pilachai et al., 2012),

**Calculated using measured DMI, composition and feed analyses (NRC, 2001);

TDN = Total Digestible Nutrients, ME = Metabolizable Energy,

NDF = Neutral Detergent Fiber,

ADF = Acidic Detergent Fiber

rumen fistular ใช้อุปกรณ์ท่อ สายยาง และไซริงค์ ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ดูดของเหลวจากกระเพาะหมักบริเวณ กระพุ้งด้านล่าง (ventral sac) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร จากนั้นเท ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักใส่ถ้วยพลาสติก และทำการ วัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันที โดยตัวอย่างของเหลวจาก กระเพาะหมักแต่ละตัวอย่างจะทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง ด้วยเครื่องมือ วัดค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพาที่ใช้อิเล็กโทรดเปียก (portable pH meter SevenGo FK2, Mettler Toledo, Switzerland) ซึ่งก่อนการวัดในแต่ละครั้งจะทำการ calibrate 2 ระดับ ด้วยน้ำยามาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7 และ 4 โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่กำหนดเป็นค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold value) ของภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมัก แบบกึ่งเฉียบพลัน กำหนดไว้ที่ pH น้อยกว่า 5.5 (Plaizier, 2008, Danscher et al., 2015, Stefanska et al., 2017) หลังจากทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเหลวจากกระเพาะ หมักถูกกรองผ่านผ้าก๊อชจำนวน 4 ชั้น จากนั้นนำของเหลวจาก กระเพาะหมักที่ผ่านการกรองปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำมาเติม ด้วยกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 1 โมล ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร และเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการ วิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทาง ห้องปฏิบัติการ ส่วนของเหลวจากกระเพาะหมักที่ผ่านการกรอง ส่วนที่เหลือ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จะทำการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง ปั่นเหวี่ยง ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที ใช้เวลา 15 นาที เพื่อ แยกตะกอนและเก็บของเหลวส่วนที่ใสที่อุณหภูมิ -20 องศา เซลเซียสโดยไม่เติมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เพื่อการตรวจ วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักทาง ห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักที่เติมกรดซัลฟิวริก และเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ถูกทำให้ละลายที่ อุณหภูมิห้องและปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็ว 10,000 รอบ ต่อนาที นาน 30 นาที ของเหลวส่วนใส (supernatant) ถูกดูด และกรองผ่าน disposable filter ที่มีขนาด 0.45 และ 0.22 ไมครอน ตามลำดับ นำของเหลวที่ผ่านการกรองแล้ว ปริมาตร 1 มิลลิลิตรเก็บในหลอดเก็บตัวอย่างสำหรับการตรวจวิเคราะห์ ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acids; Total VFA) ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) (Variance CP-3800, USA) (Mathew et al., 1997, Hall et al., 2014, Xue et al., 2018) โดยมี คุณสมบัติของการวิเคราะห์ (analytical condition) ดังนี้ ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักที่ใสจะถูกเติมสารละลาย มาตรฐานสำหรับตรวจวิเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยได้ (Fatty Acid Methyl Ester; FAMES) ปริมาตร 10 μ l จากนั้นทำการฉีด ตัวอย่างเข้าสู่เครื่อง GC ที่บริเวณฉีดสาร (injector port) ที่ อุณหภูมิ 50 °C สู่คอลัมน์ขนาดเล็ก (capillary column) ซึ่งเป็น เฟสคงที่ (stationary phase) ที่เคลือบด้วย 5% diphenyl cross-linked 95% dimethylpolysiloxane มีความยาว 300 mm. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 250 μ m และมีความ หนาของแผ่นเคลือบเท่ากับ 0.25 μ m (J&W Scientific, Folsom, CA, USA) โดยใช้แก๊สฮีเลียม (Helium; He) เป็นแก๊ส ตัวพาสาร (carrier gas) เพื่อการแยกองค์ประกอบทางเคมี ซึ่ง เป็นเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) โดยมีอัตราการไหลของสาร ภายในคอลัมน์สูงสุด เท่ากับ 3 มิลลิลิตรต่อนาที และมีอัตราการ ไหลของแก๊สตัวพาผ่านคอลัมน์ เท่ากับ 20 มิลลิลิตรต่อนาที โดย ปริมาณของสารที่ตรวจวัดในตัวอย่างถูกวัดด้วยเครื่องสเปกโตร มิเตอร์ชนิดมวล (Mass Spectrometry; MS) โดยมีหลักการคือ สารที่ออกมาจากคอลัมน์ขนาดเล็ก (capillary column) ซึ่งเป็น เฟสคงที่ (stationary phase) จะถูกทำให้แตกตัวเป็นไอออนด้วย อิเล็กตรอน (electron impact mode) จากนั้น ไอออนของสาร จะถูกตรวจจับด้วยส่วนตรวจจับไอออน (ion detector) และ แสดงผลเป็นสเปกตรัม (spectrum) ของการดูดกลืนแสงของแต ละตัวอย่าง ความเข้มข้นของสารที่ตรวจวัดได้คำนวณจากการใช้ พื้นที่ใต้กราฟคำนวณกับสมการของกราฟสารมาตรฐาน (standard reagent, Sigma-Aldrich, USA)

การวิเคราะห์ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักด้วยเทคนิค เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

นำตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักที่ไม่ได้เติมกรดซัลฟิวริก มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของสเปกตรัมและค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่ากรดไขมันที่ระเหยได้ โดยทำการตรวจวิเคราะห์ ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น โดยวิเคราะห์ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักที่ผ่านการกรองและไม่เติมกรดซัลฟิวริกเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนการวิเคราะห์จากโมเลกุลของกรดที่เติม วิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี ได้แก่ เครื่อง Fourier transform near infrared spectroscopy (FT-NIR) มีคุณสมบัติวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 1,000-2,500 nm โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงแต่ละตัวอย่างจะทำการปิดด้วยวัสดุกันสะท้อน (path length) และวัดค่าการดูดกลืนแสงซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าค่าประกอบในตัวอย่างและทำการทำนายความเข้มข้นของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่ากรดไขมันที่ระเหยได้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

กำหนดให้ตัวแปรอิสระ (independence variable) และตัวแปรตาม (dependence variable) คือผลการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงจากตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักด้วยเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีแต่ละเครื่องและผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการตรวจหาค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่ากรดไขมันที่ระเหยได้ตามลำดับ นำข้อมูลสเปกตรัมจากการวิเคราะห์ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก มาสร้างสมการทำนายค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่ากรดไขมันที่ระเหยได้ จากสเปกตรัมการดูดกลืนแสง ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยกำลังน้อยที่สุดบางส่วน (partial least squares regression; PLSR) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสเปกตรัมการดูดกลืนแสง (ตัวแปรอิสระ) กับค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่ากรดไขมันที่ระเหยได้ที่วิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (ตัวแปรตาม) โดยใช้ค่า Root Mean Square Error of Cross Validation (RMSECV) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient; R) ระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจทางห้องปฏิบัติการ กับค่าที่ได้จากการทำนายด้วยเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสมการทำนาย (William, 2007; Sukhontarad and Yawongsa, 2020) ทำการปรับแต่งข้อมูลสเปกตรัมเพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Unscramble version 9.7

ผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักจากโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนลูกผสมที่เปิดผ่ากระเพาะหมัก และตรวจทางห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่อง GC-MS ผลการศึกษาพบว่า ภาพรวมของการเก็บตัวอย่างหลังจากกินอาหารชั้น (ชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 และ 14) ตลอดระยะการศึกษา 16 วัน มีค่าเฉลี่ยกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total VFA) ของตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก เท่ากับ 105.82 mM/L (105.82 ± 39.74) มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 46.68 mM/L และมีค่าสูงสุด เท่ากับ 255.03 mM/L (Figure 1 A) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก มีค่าเท่ากับ 5.4 ± 0.44 โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 4.77 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด เท่ากับ 6.83 (Figure 1 B) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย pH ของตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก และค่าเฉลี่ย Total VFA จากของเหลวในกระเพาะหมักในระยะเวลา 16 วันของการศึกษา พบว่า วันที่ที่มีค่าเฉลี่ย pH ของตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.5 ($\text{pH} \leq 5.5$) คือวันที่ วันที่ 7 8 12 13 (ชั่วโมงที่ 0-8 หลังกินอาหารชั้น) วันที่ 15 (ชั่วโมงที่ 0-6 หลังกินอาหารชั้น) และวันที่ 16 ซึ่งค่าเฉลี่ย Total VFA มีแนวโน้มสูงขึ้นในวันที่ 7, 9, 13 และ 16 (Figure 2) ผลการวิเคราะห์การถดถอยกำลังน้อยที่สุดบางส่วน (partial least squares regression; PLSR) เพื่อสร้างสมการทำนายความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่า pH ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าสเปกตรัมการดูดกลืนแสงด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี และค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก จากการวิเคราะห์ตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักตัวอย่างจำนวน 128 ตัวอย่าง ด้วยเครื่อง FT-NIR โดยมีความยาวคลื่น 1,000-2,500 และ 901.54-1,101.37 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงในตัวอย่างตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักแต่ละตัวอย่าง จำนวน 2 ครั้ง (2 ซ้ำ) ได้ข้อมูลค่าสเปกตรัมการดูดกลืนแสงจากเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีแต่ละเครื่อง จำนวน 256 ตัวอย่าง การสร้างกราฟสอบเทียบความถูกต้องของสมการ (calibration curve) ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกน Y ที่กำหนดให้ตัวแปรอิสระ (independence variable) คือโดยผลการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงตัวอย่างตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักด้วยเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีแต่ละเครื่อง และแกน X

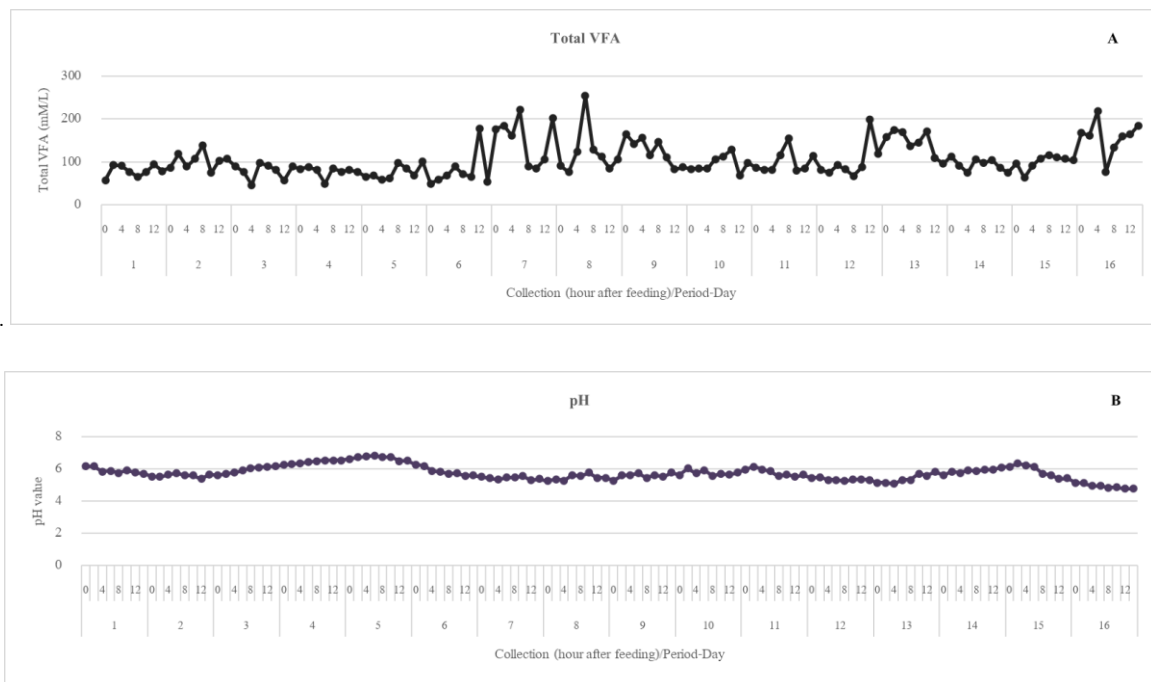


Figure 1 The overall distribution of rumen fluid Total VFA (A) and rumen fluid pH (B) of 128 Holstein Friesian dairy cow rumen fluid samples taken by 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 14 hrs. after fed for 16 days period.

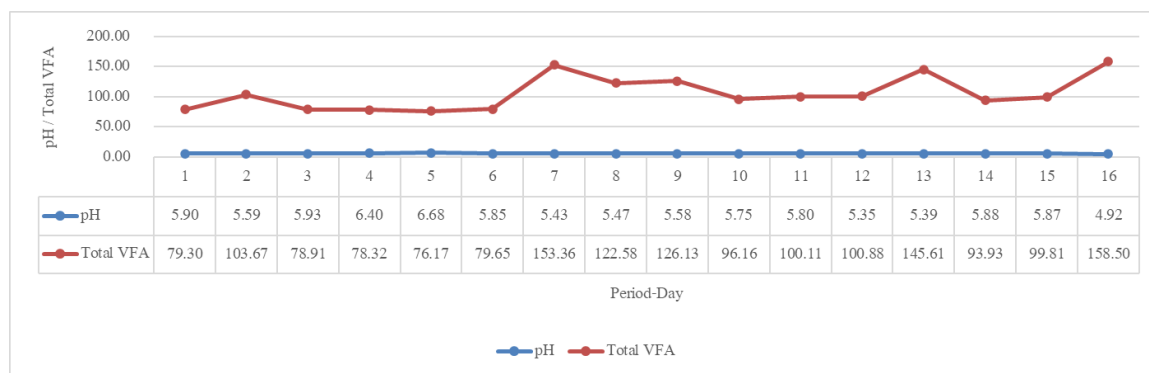


Figure 2 The comparison of rumen fluid pH values (mean) and Total VFA (mean) in 16 days period of the study.

ที่กำหนดให้เป็นตัวแปรตาม (dependence variable) คือผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการตรวจหาค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยพบว่า วิธีการวิเคราะห์ PLSR ให้กราฟของสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง FT-NIR กับค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total VFA) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก ที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงใน Figure 3 และ Figure 4 ตามลำดับจากนั้นนำข้อมูลตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมาวิเคราะห์การถดถอยกำลังน้อยที่สุดบางส่วน (partial least squares regression; PLSR) เพื่อสร้างสมการทำนายความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักโดยพิจารณาความสัมพันธ์

ของการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R) และค่าผิดพลาดมาตรฐานในกลุ่มสร้างสมการ (root mean standard error of calibration; RMSECV) ผลการศึกษานี้พบว่า สเปกตรัมที่ผ่านการปรับแก้ด้วยวิธี 2nd Derivative มีความเหมาะสมสำหรับการทำนายความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยสมการที่ใช้ทำนายความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในของเหลวจากกระเพาะหมัก ที่วิเคราะห์จากเครื่อง FT-NIR มีค่า R เท่ากับ 0.93 และ 0.85 ตามลำดับ และมีค่า RMSECV เท่ากับ 0.43 และ 0.35, ตามลำดับ (Table 2)

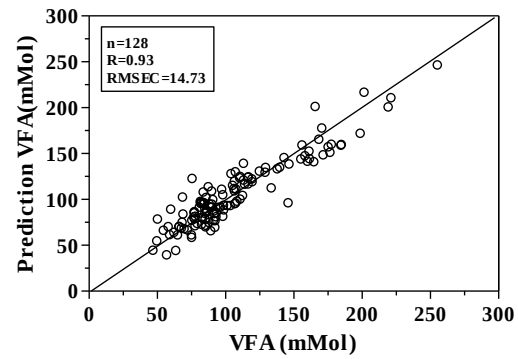
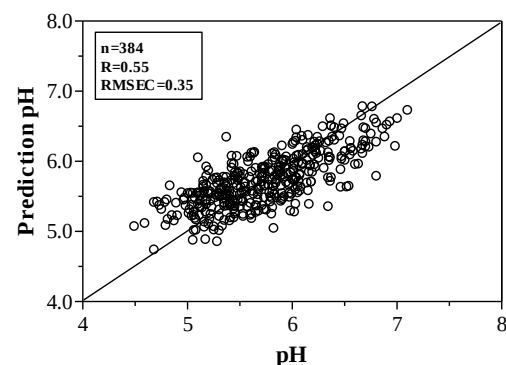
Table 2 The statistical analysis of rumen fluid Total VFA and pH values using FT-NIR analyzed by partial least squares

Spectrum modulation	Total VFA		pH values	
	R	RMSECV	R	RMSECV
None	0.89	0.73	0.76	0.43
Smoothing method	0.81	2.04	0.72	0.43
1 st derivative method	0.87	0.38	0.88	0.11
2 nd derivative method	0.93	0.43	0.85	0.35
SNV method	0.88	1.01	0.88	0.03
MSC method	0.89	1.05	0.85	0.34

regression (PLSR)

สรุป และอภิปรายผล

ภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบกึ่งเฉียบพลัน เกิดจากการสะสมของกรดไขมันระเหยได้ซึ่งส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักลดลง (Owens et al., 1998) วิธีการบ่งชี้ภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักแบบกึ่งเฉียบพลันที่ถูกรับ คือการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก (ruminal fluid) ซึ่งมีวิธีการเก็บตัวอย่างและการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold value) ของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในการกำหนดภาวะเป็นกรดแบบกึ่งเฉียบพลันที่แตกต่างกัน เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะหมักที่เก็บโดยการเจาะกระเพาะหมักผ่านทางผนังช่องท้องบริเวณสวาป (rumenocentesis) ที่ระดับ pH 5.5 (Krause and Oetzel, 2006, Stefanska et al., 2016) กำหนดที่ระดับ pH 5.8 ในวิธีการเก็บจากถุงส่วนล่าง (ventral sac) ของกระเพาะหมักโดยตรง (Beauchemin et al., 2003; Krause and Oetzel, 2006) ส่วน Fleming et al. (2020) กล่าวว่า ค่า pH ที่บ่งชี้ภาวะ SARA ในโคนม คือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.5 (pH≤5.5) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง (240 นาที) (Fleming et al., 2020) โดยในการศึกษานี้ พบว่า ค่า pH ในของเหลวจากกระเพาะหมัก ที่มีค่า ≤5.5 พบในระยะการศึกษาวันที่ 7 8 12 และ 13 (ชั่วโมงที่ 0-8 หลังกินอาหารชั้น) วันที่ 15 (ชั่วโมงที่ 0-6 หลังกินอาหารชั้น) และวันที่ 16 ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของ total VFA ที่เพิ่มขึ้นในช่วงวันเดียวกัน โดยค่า Total VFA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 6-7, 12-13 และวันที่ 16 ของระยะเวลาศึกษา ซึ่งรูปแบบของการเพิ่มขึ้นของ VFA ใกล้เคียงและสอดคล้องกับการศึกษาของ Fleming et al. (2020) ซึ่งมีการกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นในวันที่

**Figure 3** The calibration curve of rumen fluid Total VFA analyzed by partial least squares regression (PLSR)**Figure 4** The calibration curve of rumen fluid pH values analyzed by partial least squares regression (PLSR)

11-12 และ 16-18 ของระยะการศึกษา 20 วัน (Fleming et al., 2020)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ของการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยเป็นการสร้างสมการทำนายความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเทคนิค NIRS หาความสัมพันธ์กับวิธีการตรวจมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งผลการสร้างสมการทำนายความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก พบว่า สเปกตรัมที่ผ่านการปรับแต่ง (modulation) โดยการลดความแปรปรวนของข้อมูลสเปกตรัมการดูดกลืนแสงด้วยการสร้างสมการแบบ PLSR โดยวิธี 2nd Derivative เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมสำหรับการทำนายความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งวิธีการปรับแต่งข้อมูลสเปกตรัม มีข้อดีคือสามารถนำค่าองค์ประกอบทางเคมีมาคิดรวมกับข้อมูลสเปกตรัมการดูดกลืนแสง และสามารถประเมินค่าทางเคมีได้ ในเวลาเดียวกัน ส่งผลให้สมการทำนายค่า (Calibration) ที่ได้

จากวิธี PLSR ประเมินค่าทางเคมีได้ถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากสมการที่ใช้ทำนายความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค NIRS โดยใช้เครื่อง FT-NIR มีค่าสหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.93 และ 0.85 ตามลำดับ และมีค่า RMSECV เท่ากับ 0.43 และ 0.35 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ (R) ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการทำนายความสัมพันธ์ของสมการที่สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค NIRS กับวิธีการตรวจทางห้องปฏิบัติการมาตรฐาน พบว่า ค่า R ของความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักที่วิเคราะห์จากเครื่อง FT-NIR สามารถนำไปใช้เพื่อการตรวจคัดกรอง (screening) ใช้สร้างสมการทำนาย (calibration) และใช้เพื่อสร้างสมการทำนายในการศึกษาวิจัยได้ โดยค่า R ที่มีค่าใกล้เคียง 1 หรือเท่ากับ 1 และค่าความผิดพลาดมาตรฐาน (RMSECV) ของความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีกับค่าที่ได้จากการทำนายด้วย NIRS (calibration) ที่มีค่าน้อย บ่งชี้ว่าสมการทำนายค่า (Calibration) ที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้ในการอธิบายค่าทำนายที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ (X) กับค่าแปรตาม (Y) ที่มีความสัมพันธ์กันมาก (William, 2007)

การศึกษาค้นคว้าสอดคล้องกับการศึกษาของ Lean et al. (2012) ในการใช้เทคนิค NIRS เพื่อทำนายค่ากรดไขมันที่ระเหยได้ในตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักโคนม ซึ่งเทคนิค NIRS ให้ค่า R เท่ากับ 0.73 มีความเหมาะสมในการใช้ทำนายค่ากรดไขมันที่ระเหยได้ในโคที่เกิดภาวะกระเพาะหมักเป็นกรด Jacobi et al. (2009) และ Stockl and Lichti (2018) ศึกษาการใช้เทคนิค NIRS ในการสร้างสมการทำนายปริมาณการสร้างกรดไขมันที่ระเหยได้ในหลอดทดลอง ซึ่งพบว่าให้ค่า R ที่เท่ากันคือเท่ากับ 0.94 และมีค่าคลาดเคลื่อน 4.0 อย่างไรก็ตาม Ward et al. (2011) พบว่า การใช้เทคนิคอิน NIRS มีความเหมาะสมในการใช้เป็นเครื่องมือสร้างสมการทำนายปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ในหลอดทดลองแต่จากปัจจัยด้านจำนวนข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ยังไม่มากพอเนื่องจากเป็นงานศึกษานำร่อง (pilot scale) ทำให้ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงเมื่อเทียบกับวิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ยังพบว่ามีงานศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิค NIRS ในการตรวจวิเคราะห์และทำนายความเข้มข้นของสารชีวเคมีในเลือดเพื่อเป็นเครื่องมือในการตรวจคัดกรองโรคทางเมแทบอลิก (metabolic disease) ในโคนม เช่น การวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารเบต้าไฮดรอกซีบิวทีเรต (BHB) และ สารอะซีโตน (acetone) ในซีรัมโคนมด้วยเทคนิค

NIRS เป็นต้น (De Roos et al., 2007, .Sukhontarad and Yawongsa, 2020)

จากผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า การใช้เทคนิค NIRS ในการตรวจวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total VFA) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH value) จากตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักโคนม มีความน่าเชื่อถือในระดับปานกลาง ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยได้ โดยการศึกษาวิจัยต่อไปจะต้องทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งและต้องการการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความแม่นยำเทียบเท่ากับการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำของการประยุกต์ใช้เทคนิค NIRS ในการทำนายค่าเคมีต่างๆ ในเลือดและค่าดัชนีการผลิตโคนมด้านต่างๆ และเพื่อสามารถพัฒนาเครื่อง NIRS แบบเคลื่อนที่หรือแบบพกพาในการตรวจวิเคราะห์หรือตรวจคัดกรองภาวะกระเพาะหมักเป็นกรดในโคนมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะอาจารย์รวมทั้งเจ้าหน้าที่และนักศึกษา สาขาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์และคำแนะนำในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างส่งตรวจด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี งานวิจัยนี้ได้รับทุนงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2561

References

- Corson D.C., Waghorn G.C., Ulyatt M.J. & Lee J. (1999). NIRS: Forage analysis and livestock feeding. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 61, 127-132.
- Dansch AM, Li S, Andersen PH, Khafipour E, Kristensen NB, &Plaizier JC. (2015). Indicators of induced subacute ruminal acidosis (SARA) in Danish Holstein cows. *Acta Vet Scand*,17;57(1), 39.
- De Roos A.P.W., van den Bijgaart H.J.C.M, Horlyk, J. & De Jong, (2007). Screening for subclinical ketosis in dairy cattle by Fourier transform infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 90, 1761-1766.
- Duffield T, Plaizier J.C., Fairfield, A., Bagg, R., Vessie, G., Dick, P., Wilson, J., Aramini, J. & McBride B. (2004).

- Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87(1), 59-66.
- Fleming, A., Garrett, K., Froehlich, K., Beck, M., Bryant, R.H., Edwards, G. & Gregorini, P. (2020). Supplementation of spring pasture with harvested fodder beet bulb alters rumen fermentation and increases risk of subacute ruminal acidosis during early lactation. *Animals (Basel)*, 30:10(8), 1307.
- Gäbel, G., Aschenbach, J. R., & Müller, F. (2002). Transfer of energy substrates across the ruminal epithelium: implications and limitations. *Animal Health Research Reviews*, 3(1), 15-30.
- Inchaisri, C., Chanpongsang, S., Noordhuizen, J. & Hogeveen, H. (2013). The association of ruminal pH and some metabolic parameters with conception rate at first artificial insemination in Thai dairy cows. *Tropical Animal Health Production*, 45(5), 1183-1190.
- Inchaisri, C., Chanpongsang, S., Noordhuizen, J. & Hogeveen, H. (2014). A cow-level association of ruminal pH on body condition score, serum beta-hydroxybutyrate and postpartum disorders in Thai dairy cattle. *Animal Science Journal*, 85(9), 861-867.
- Jacobi, H.F., Moschner, C.R. & Hartung, E. (2009). Use of near infrared spectroscopy in monitoring of volatile fatty acids in anaerobic digestion. *Water Science and Technology*, 60(2), 339-46.
- Jarassaeng, C., Aiumlamai, S., Wachirapakorn, C., Techakumphu, M., Noordhuizen, J. P., Beynen, A. C., & Suadsong, S. (2012). Risk factors of subclinical mastitis in small holder dairy cows in Khon Kaen province. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 42(2), 143-151.
- Khafipour, E., Plaizier, J. C., Aikman, P. C., & Krause, D. O. (2011). Population structure of rumen *Escherichia coli* associated with subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 351-360.
- Kleen, J. L., Hooijer, G. A., Rehage, J. & Noordhuizen, J. P. T. M. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 50(8), 406-414.
- Kotarski, S.F., Thurn, K.K., Toure, A., Miller, F.R. & Waniska, R.D. (1992). *Grain sorghum digestion by ruminal microflora*. Texas Tech Sorghum Research Initiative.
- Krause, K. M. & Oetzel, G. R. (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science Technology*, 126(3-4), 215-236.
- Lean I.J., Golder H.M., Black J.L., King R. & Rabiee A.R. (2013). *In vivo* indices for predicting acidosis risk of grains in cattle: Comparison with *in vitro* methods. *Journal of Animal Science*, 91(6), 2823-35.
- Lee M.R.F, Fleming H.R., Cogan T, Hodgson C & Davies D.R. (2019). Assessing the ability of silage lactic acid bacteria to incorporate and transform inorganic selenium within laboratory scale silos. *Animal Feed Science Technology*, 253, 125-134.
- Mathew A.G., Robbins C.M., Chattin S.E., & Quigley J.D. (1997). Influence of galactosyl lactose on energy and protein digestibility, enteric microflora, and performance of weanling pigs, *Journal of Animal Science*, 75(4), 1009-1016.
- Mizuguchi, H., Kim, Y.H., Kanazawa, T., Ikuta, K. & Sato S. (2020). Effects of short-term fasting on ruminal pH and volatile fatty acids in cattle fed high-roughage versus high-concentrate diets. *Journal of Veterinary Medicinal Science*. 82(10), 1415-1420.
- Mulligan, F.J. & Doherty, M.L. (2008). Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal*, 176, 3-9.
- Nagaraja T.G. & Titgemeyer E.C. (2007). Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *Journal of Dairy Science*, 90(Suppl 1), 17-38.

- National Research Council. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (7th edition), National Academic Press, Washington, DC.
- Nocek, J. E. (1997). Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 1005-1028.
- Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J. & Gill, D.R. (1998). Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76, 275-286.
- Pilachai, R., Schonewille, J. T., Thamrongyoswittayakul, C., Aiumlamai, S., Wachirapakorn, C., Everts, H. & Hendriks, W. H. (2012). Starch source in high concentrate rations does not affect rumen pH, histamine and lipopolysaccharide concentrations in dairy cows. *Livestock Science*, 150(1-3), 135-142.
- Plaizier J.C., Krause D.O., Gozho G.N., McBride B.W. (2008). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *Vet J.* 176(1), 21-31.
- Stermer, B.A., Bianchini, G.M. & Korth, K.L., (1994). Regulation of HMG-CoA reductase activity in plants. *Journal of Lipid Research*. 35, 1133-1140.
- Sukhontarad, P. & Yawongsa, A. (2020). The measurement of serum beta-hydroxybutyrate concentrations in dairy cows by near infrared spectroscopy. *Journal of Kasetsart Veterinary*, 30(2), 61-78.
- Van Knegsel A.T.M., van der Drift S.G.A., Horneman M., de Roos A.P.W., Kemp B. & Graat E.A.M. (2010). Ketone body concentration in milk determined by Fourier transform infrared spectroscopy: Value for the detection of hyperketonemia in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93, 3065-3069.
- Xue, F., Pan, X. & Jiang, L. (2018). GC-MS analysis of the ruminal metabolome response to thiamine supplementation during high grain feeding in dairy cows. *Metabolomics*, 14, 67.
- Stefanska, B., Nowak, W., Komisarek, J., Taciak, M., Barszcz, M., Skomiał, J. (2017). Prevalence and consequence of subacute ruminal acidosis in Polish dairy herds. *Journal of Animal Physiology Animal Nutrition*, 101(4), 694-702.
- Stockl A & Lichti F. (2018). Near-infrared spectroscopy (NIRS) for a real time monitoring of the biogas process. *Bioresource Technology*. 247, 1249-1252.
- Ward A.J., Bruni E, Lykkegaard M.K., Feilberg A, Adamsen A.P., Jensen A.P. & Poulsen A.K. (2011). Real time monitoring of a biogas digester with gas chromatography, near-infrared spectroscopy, and membrane-inlet mass spectrometry. *Bioresource Technology*, 102(5), 4098-103.
- Williams, P., Antoniszyn, J., Manley, M. (2019). *Near infrared technology: getting the best out of light. African Sun Media: Stellenbosch*, South Africa. http://scholar.sun.ac.za/bitstream/handle/10019.1/108695/williams_near_2019.pdf.

Research article

The measurement of total volatile fatty acid concentration and pH value in rumen fluid of rumen-fistulated dairy cow by near-infrared spectroscopy

Theerakul Nilnont^{1*}, Rittichai Pilachai¹, Kasama Chareekhot² and Saranya Workhwa²

¹Department of Veterinary Technology, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University, Mueang, Udon Thani, 41000, Thailand

²Department of Food Science and Technology, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University, Mueang, Udon Thani, 41000, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 24 May 2021

Revised: 29 May 2021

Accepted: 30 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

volatile fatty acid

pH

NIRS

ABSTRACT

pH value and volatile fatty acid (VFA) measurement in ruminal fluid samples are the standard markers to diagnose rumen acidosis in dairy cow. The previous studies showed that VFA measurement in various samples by using Near-infrared spectroscopy (NIRS) technique is a reliable to implement as analytical instrument. The objectives of this study were to assess the relationship between laboratory Total VFA concentration and pH value in ruminal fluid samples of dairy cow compared to Total VFA concentration and pH value in ruminal fluid samples of rumen-fistulated dairy cow by applied NIRS for generating the calibration equation. One-hundred and twenty-eight ruminal fluid samples from rumen-fistulated crossbred (Holstein Friesian×native) dairy cow with ruminal acidosis induced and were collected by every 2 hours after fed concentrate ration with seven times per day of 16 days period. All samples were analyzed for Total VFA concentration and pH value by using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) and portable pH meter, respectively. NIRS was used for analyzed and generated calibration equation. The results demonstrated that the mean concentration of Total VFA and pH were 105.82 ± 39.74 mM/L and 5.4 ± 0.44 , respectively. The statistical analysis to predict Total VFA concentration and pH value demonstrated the coefficient (R) value were 0.93 and 0.85, respectively. The application of NIRS to analyze Total VFA concentration and pH value in this study reveal the moderate reliable for study and research scale, thus more data collections are required for higher accuracy of the analysis.

*Corresponding author

E-mail address: theerakul_nil@yahoo.com (T. Nilnont)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.8>



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

บทความวิจัย

อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกบนาในกระชังในช่วงฤดูหนาว

เหล็กไหล จันทะบุตร^{1*} จุฑารัตน์ แก่นจันทร์¹ พุทธชาติ อิมใจ² บัณฑิตา สวัสดิ์² ขนวรรณ ไทวรรณ²
สำราญ พิมราช¹ และ วุฒเมธี วรเสริม²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

²สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

รับ: 30 เมษายน 2564

แก้ไข: 21 พฤษภาคม 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 27 พฤษภาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

กบนา

กระชัง

อัตราการรอดตาย

อัตราการแลกเนื้อ

ระดับความหนาแน่น

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกบนาในกระชัง ศึกษาผลความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย โดยเลี้ยงกบนาในกระชังในช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 โดยใช้ลูกกบนาทั้งหมด 3,000 ตัว แบ่งออกเป็น 4 ชุด การทดลอง ชุดละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วยอัตราความหนาแน่นที่ระดับ 100, 200, 300 และ 400 ตัวต่อตารางเมตร จากการศึกษาพบว่า อัตราความหนาแน่นของกบนาต่อตารางเมตรส่งผลต่อการเลี้ยงกบนาในกระชังที่เลี้ยงในฤดูหนาว โดยทำให้การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก และความยาวลำตัว รวมทั้งอัตราการรอดตาย อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การเลี้ยงกบนาที่อัตราความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร ดีที่สุด เนื่องจากกบนามีน้ำหนักโดยเฉลี่ย เท่ากับ 68.29 ± 8.45 กรัม ความยาว เท่ากับ 8.28 ± 0.30 เซนติเมตร รวมทั้งมีอัตราการรอดตาย และ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน โดยเฉลี่ยเท่ากับ 64.00 ± 4.35 เปอร์เซ็นต์ และ 1.05 ± 0.13 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ดังนั้นการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงกบนาในกระชังในช่วงฤดูหนาว อัตราความหนาแน่นที่ระดับ 100 ตัวต่อตารางเมตร เหมาะสมที่สุด

บทนำ

กบนา (Common Lowland Frog) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rana gulosus* (Wiegmann, 1935) เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ดำรงชีวิตอยู่ตามบึง บ่อ ตามท้องนา และบริเวณแหล่งน้ำต่างๆ พบกระจายพันธุ์ในพื้นที่ชุ่มน้ำพบทั่วไปในประเทศไทยพบได้ทุกภาค กบนาถือเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่นิยมเพาะเลี้ยงและบริโภคเป็นอาหาร เนื่องจากกบเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง ไขมันต่ำ มีโปรตีนสูงถึง 83 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5.8 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักแห้งและมีกรดอะมิโนที่สำคัญสองชนิด คือ ไลซีนและเมไธโอนีน รวมทั้งยังมีวิตามินและแร่ธาตุ ได้แก่ ธาตุเหล็ก 2.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และไนอาซิน 2.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (Dani et al., 2018) จากสถิติผลการผลิตกบนา พบว่าการเพาะเลี้ยงกบนาเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2556 มีผลผลิตจำนวน 1,782.67 ตัน มีมูลค่า 115,746,970 บาท (Department of Fisheries, 2015) เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 ที่มีผลผลิตจำนวนเพียง 578.87 ตัน มีมูลค่า 29,202,600 บาท นอกจากบริโภค

* Corresponding author

E-mail address: jantabood@hotmail.com (L. Chantabut)

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.9>

ภายในประเทศแล้วยังมีการส่งออกไปยังต่างประเทศ ได้แก่ ฮองกง ญี่ปุ่น มาเลเซีย สิงคโปร์ เยอรมัน ฝรั่งเศสและสหรัฐอเมริกา จากนโยบายเกษตร 4.0 ได้เข้ามามีบทบาทในการส่งเสริมและพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อให้เกษตรกรสามารถปรับใช้นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเพิ่มผลผลิตลดต้นทุนเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกบส่วนใหญ่ประสบปัญหาด้านการเพาะเลี้ยง กบ ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ในการเพาะเลี้ยงกบให้ได้ผลผลิตตลอดทั้งปี ได้แก่ การเพาะเลี้ยง การอนุบาล และการเลี้ยง ในช่วงฤดูหนาว ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการเพาะเลี้ยงกบ ในช่วงปลายน้ำ โดยเฉพาะการเลี้ยงกบในกระชัง ช่วงฤดูหนาว ปัจจุบันการเพาะพันธุ์เลี้ยงกบไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวกบมักจะจำศีลไม่กินอาหาร และไม่มีกรรมผสมพันธุ์วางไข่ เกษตรกรจึงหยุดการเพาะเลี้ยง รอเพาะเลี้ยงอีกรอบในช่วงฤดูฝนของปีถัดไป เนื่องจากเลี้ยงกบในช่วงฤดูหนาว มีอัตราการรอดตายต่ำ ประกอบกับเป็นช่วงที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อโรค ดังนั้นงานวิจัยนี้ ศึกษาอัตราการความหนาแน่นที่แตกต่างกันในการเลี้ยงกบในช่วงฤดูหนาว เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตายของการเลี้ยงลูกกบในกระชัง เพื่อพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงกบนาครบวงจรให้สามารถเพาะเลี้ยงได้ตลอดทั้งปี

วิธีการวิจัย

แผนการทดลอง

เลี้ยงกบนาแบบคละเพศในกระชังบริเวณพื้นที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอมะrief จังหวัดมหาสารคาม ในช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design , CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง (treatment) จำนวน 3 ซ้ำ (replication) ประกอบด้วย

- 1) ปล่อยลูกกบนาจำนวน 100 ตัวต่อตารางเมตร
- 2) ปล่อยลูกกบนาจำนวน 200 ตัวต่อตารางเมตร
- 3) ปล่อยลูกกบนาจำนวน 300 ตัวต่อตารางเมตร
- 4) ปล่อยลูกกบนาจำนวน 400 ตัวต่อตารางเมตร

วิธีการทดลอง

1) เตรียมกระชังขนาด 1x1 เมตร จำนวน 12 กระชัง กระชังทำด้วยมุ้งเขียวเย็บสี่มุม แล้วนำไปกางในบ่อน้ำโดยใช้เสาไม้ยูคาปักยึดสี่มุม ยึดให้ตั้งตั้งมุมด้านบนกระชัง และมุมด้านล่าง

กระชังเพื่อป้องกันลมพัด ใส่แผ่นโฟมในกระชังเพื่อให้ลูกกบได้ขึ้นมาเกาะ

2) เตรียมลูกกบนา นำลูกกบนา อายุ 1 เดือน ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน นำมาปรับให้เข้ากับสภาพการเลี้ยงในกระชัง ทำการวัดชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง วัดความยาวก่อนการทดลอง

3) การให้อาหารลูกกบนา ในการทดลองให้อาหารกบใหญ่ ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหาร 2 ครั้งต่อวันในตอนเช้า และตอนเย็น โดยชั่งอาหารให้กบกิน 10 % ของน้ำหนักตัว ทำการบันทึกอาหารที่กบกินในแต่ละชุดการทดลองทุกวัน ทุก ๆ 7 วันจะมีการทำความสะอาดกระชังกบ

การเก็บข้อมูล

1) การเจริญเติบโต โดยการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของลูกกบนา วัดความยาวเหยียดโดยวัดจากจะงอยปากถึงขาทิ้งก่อนการทดลองและหลังการทดลองของแต่ละชุดการทดลอง

2) อัตราการรอดตาย นับจำนวนลูกกบนาที่ปล่อยเริ่มต้น ที่รอดตายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อหาอัตราการรอดตาย (Everhart et al., 1975)

อัตราการรอดตาย (%)

$$\frac{\text{ลูกกบนาที่เหลือรอด (ตัว)} \times 100}{\text{จำนวนลูกกบที่ปล่อยทั้งหมด (ตัว)}}$$

3) อัตราการแลกเนื้อ บันทึกปริมาณอาหารที่ให้กบกินทั้งหมด ส่วนอาหารที่กบกินเหลือนำมาตากให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกอาหารที่เหลือในแต่ละชุดการทดลอง และทำการชั่งน้ำหนักลูกกบนาทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลอง เพื่อหาค่าอัตราการแลกเนื้อ (Ungsethaphan et al., 2011)

อัตราการแลกเนื้อ

$$\frac{\text{ปริมาณอาหารที่ลูกกบนากิน (กก.)}}{\text{น้ำหนักลูกกบนาที่จับได้ (กก.)}}$$

4) น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (daily weight gain) หน่วยเป็นกรัมต่อวัน

$$\frac{\text{น้ำหนักกบสุดท้าย} - \text{น้ำหนักกบเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาทดลอง (วัน)}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยทำการประเมินผลของความหนาแน่นต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราอด อัตราแลกเนื้อ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ one way analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลองโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (Gomez and Gomez, 1984) ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for windows version 13.0

ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกบนาในกระชังในช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือน มกราคม 2563 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2563 ที่ระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกัน ได้แก่ระดับอัตราความหนาแน่นที่ระดับ 100, 200, 300 และ 400 ตัวต่อตารางเมตร พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราความหนาแน่นในการเลี้ยงกบในกระชังในช่วงฤดูหนาว มีอัตราการเจริญเติบโต ด้านน้ำหนัก ความยาว อัตราการรอดตาย อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) ($P < 0.05$)

1 การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวของลูกกบนา ที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกัน 4 ระดับ พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวหลังสิ้นสุดการทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) ในชุดการทดลองที่อัตราความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร มีน้ำหนักสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 68.29 ± 8.45 กรัม รองลงมาที่ระดับอัตราความหนาแน่นที่ระดับ 200, 300 และ 400 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 55.24 ± 10.50 53.49 ± 6.29 และ 48.51 ± 6.30 กรัม ตามลำดับ สำหรับความยาวหลังสิ้นสุดการทดลองในชุดการทดลองที่อัตราความหนาแน่นเฉลี่ย 100 ตัวต่อตารางเมตร มีน้ำหนักสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.28 ± 0.30 เซนติเมตร รองลงมาที่ระดับอัตราความหนาแน่นที่ระดับ 200, 300 และ 400 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 8.21 ± 0.55 8.04 ± 0.29 และ 7.39 ± 0.30 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) ($P < 0.05$)

ส่วนอัตราการแลกเนื้อของลูกกบนา ในชุดการทดลองที่อัตราความหนาแน่น 300 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.58 ± 0.08 รองลงมาที่ระดับอัตราความหนาแน่น 400, 200 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 0.67 ± 0.09 0.68 ± 0.15 และ

0.90 ± 0.11 ตามลำดับ ส่วนอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของลูกกบนา มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของลูกกบนา เท่ากับ 1.05 ± 0.13 0.84 ± 1.66 0.81 ± 0.09 และ 0.73 ± 0.09 กรัมต่อวัน พบว่าการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) ($P < 0.05$)

2 อัตราการรอดตาย

สำหรับอัตราการรอดตายของลูกกบนาที่เลี้ยงในกระชังในฤดูหนาว พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในแต่ละชุดการทดลอง มีอัตราการรอดตายที่อัตราความหนาแน่นที่ระดับ 100 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด เท่ากับ 64.00 ± 4.35 รองลงมาที่อัตราความหนาแน่นที่ระดับ 200 300 และ 400 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 54.00 ± 5.34 43.11 ± 7.89 และ 31.16 ± 7.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ($P < 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกบนาในกระชังในช่วงฤดูหนาว ในช่วงเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2563 ตลอดระยะเวลาในการทดลอง อุณหภูมิในช่วงการทดลอง เฉลี่ยอยู่ที่ 23.71 ± 2.29 องศาเซลเซียส สูงสุด 31 องศาเซลเซียส และต่ำสุด 19 องศาเซลเซียส ส่วนคุณภาพน้ำค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7.29 ± 0.57 สูงสุด เท่ากับ 9.21 และต่ำสุดเท่ากับ 6.51 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 ± 2.07 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลของอัตราความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวหลังสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของลูกกบนา และอัตราการรอดตาย โดยอัตราความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโต ด้านน้ำหนัก ความยาวอัตราการรอดตาย และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของลูกกบนาสูงที่สุด ที่เลี้ยงในช่วงฤดูหนาว สอดคล้องกับ Department of Fisheries (2011) อัตราการปล่อยลูกกบจะนิยมปล่อยในการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์และในกระชัง ปล่อยที่ระดับความหนาแน่นที่ 50-100 ตัวต่อตารางเมตร อัตราความหนาแน่นจะมีผลต่ออัตราการรอดตายของกบนา เนื่องจากสภาพการเลี้ยงในกระชังซึ่งเป็นพื้นที่แคบ หากปล่อยกบนาในความหนาแน่นมากเกินไป อาจทำให้กบนาอ่อนแอเป็นโรคและตายได้ จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิระหว่างการทดลอง เฉลี่ยอยู่ที่ 23.71 ± 2.29 องศาเซลเซียสและต่ำสุดอยู่ที่ 19 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำที่แตกต่างกัน

Table 1. Means for body weight, body length, survival rate feed conversion rate and daily weight gain of appropriate stocking density of common lowland frog in cage culture during January 2020 to February 2020 (Mean $\pm$ SD)

Treatment	Final body weight (g/frog)	Final body length (cm/frog)	Survival rate (%)	Feed conversion rate (FCR)	Daily weight gain (g/day)
100	68.29 $\pm$ 8.45 ^a	8.28 $\pm$ 0.30 ^a	64.00 $\pm$ 4.35 ^a	0.90 $\pm$ 0.11 ^a	1.05 $\pm$ 0.13 ^a
200	55.24 $\pm$ 10.50 ^{ab}	8.21 $\pm$ 0.55 ^a	54.00 $\pm$ 5.34 ^b	0.67 $\pm$ 0.15 ^b	0.84 $\pm$ 0.16 ^{ab}
300	53.49 $\pm$ 6.29 ^{ab}	8.0 $\pm$ 0.29 ^a	43.11 $\pm$ 7.89 ^c	0.58 $\pm$ 0.08 ^b	0.81 $\pm$ 0.09 ^b
400	48.51 $\pm$ 6.50 ^b	7.39 $\pm$ 0.30 ^b	31.16 $\pm$ 7.50 ^d	0.66 $\pm$ 0.09 ^b	0.73 $\pm$ 0.09 ^b

Note Means within the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

กันในแต่ละฤดูกาล Patcharawalai et al., (2014) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตร้อนอยู่ที่ 25-32 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกระบวนการเมตาโบลิซึมเพิ่มขึ้น กระบวนการที่สำคัญได้แก่ การหายใจ การกินอาหาร และการย่อยอาหาร ทำให้ปลากินอาหารลดลง ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายลดลงหากอุณหภูมิลดลงมาก มีผลกระทบต่อกระบวนการกินอาหาร การแพร่กระจายของโรคเพิ่มขึ้นและอาจทำให้คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ส่งผลให้ภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำต่ำลง ส่งผลต่อสุขภาพของสัตว์น้ำได้ นอกจากนี้สัตว์น้ำบางชนิดหากอยู่ในช่วงฤดูหนาว จะใช้เป็นช่วงระยะเวลาจำศีล โดยมีการสะสมอาหารไว้ในร่างกายแล้วค่อย ๆ ดึงพลังงานออกมาใช้ ช่วงนี้สัตว์น้ำจะไม่มีกิจกรรมใด ๆ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานจนกว่าจะผ่านช่วงฤดูหนาว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) เป็นอย่างยิ่งที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองและขอบคุณนักศึกษาที่ช่วยเหลือในการเตรียมงานทดลองและเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

References

- Dani, N.P., B. Baliga, S.B. Kadkol & N.Z. Lahiry. (1966). Proximate composition and nutritive value of legmeat of two edible species of frogs, *Rana hexadactyla* and *R. tigerina*. *Journal of Food Science and Technology*. 3(2), 109-110.
- Department of Fisheries. (2015). *Statistics of fresh water farm production 2013*. Bangkok: Research and Statistical Analysis Group.

- Department of Fisheries. (2021, May 22). *Farming technique commercial field frog*. Bangkok. (Online) https://www.fisheries.go.th/technical_group (2021, May 22).
- Everhart, W.H., Alfred W.E., & William, D.Y. (1975). *Principles of Fishery Science*. Cornell University Press, London. 288p.
- Gomez, K. A. & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. New York: John Wiley & Sons.
- Sriyasak P., Whangchai, N., Chitmanat, C., Promya, J., & Lebel, L. (2014). Impacts of climate and season on water quality in aquaculture Ponds. *Khon Kaen University Research Journal*. 19(5), 743-751
- Chantacot, R. (2008). *A Study on the Growth and Survival Rate of Frog (Rana tigrina) by Different Kinds of Food*. Master's Thesis. Graduate School, Srinakharinwirot University.
- Wanapat, S., Taksin, Y., Uppanunchai A. & Sripat, S. (2011). Cage culture of common lowland frog, *Rana rugulosa* (Wiegmann, 1935) and Hybrid Walking Catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*). *Technical Paper No. 33 Inland Fisheries Research and Development Bureau*. Department of Fisheries 37 pp.
- Ungsethaphan, T., Pimpimol, T. & Worapussu T. (2011). Study on diet and stocking density in net cageculture of climbing perch (*Anabas testudineus*) fingerlings. *Journal of Fisheries Technology Research*, 5(2), 1-26

Appropriate stocking density of common lowland frog (*Rana rugulosa*, Wiegmann, 1935) in cage culture in the Winter Season

Leklai Chantabut^{1*}, Chutharat Kanchan¹, Puttachat Imjai², Banthita Sawasdee²,

Sumran Pimratch¹ Chanawan Thowanna² and Wutmetee Woraserm²

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

²Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 30 March 2021

Revised: 21 May 2021

Accepted: 27 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Common lowland frog

Cage culture

Stocking density

Feed conversion

Survival rate

ABSTRACT

The objectives of this study were to appropriate stocking density of common lowland frogs in cage culture in the winter season on growth rate and survival rate of common lowland frogs in cage culture in the winter season from January to February in 2020. A total of 3,000 common lowland frogs were allotted to four experimental groups with three replications in a Completely Randomized Design. Four experimental groups consisted of stocking density at 100, 200, 300 and 400 individuals in 1 square meter (m²), respectively. The results found that the growth of common lowland frogs in body weight and body length, feed conversion, survival rate and average daily weight gain were statistically significant difference ($p < 0.05$). The 100 individuals/ m² of common lowland frogs in cage culture during winter season showed higher growth performance than other experimental groups. The average of body weight, body length, survival rate and daily weight gain of 100 individuals/m² of common lowland frogs were 68.29±8.45 g, 8.28±0.30 cm., 64.00±4.35 % and 1.05±0.13 g/day, respectively. Therefore, this study identified that the optimal population of common lowland frog in culture cages was 100 individuals/m² during winter season.

*Corresponding author

E-mail address: jantabood@hotmail.com (L. Chantabut)

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.9>



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

บทความวิจัย

ศักยภาพการผลิต และผลกระทบในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก จังหวัดตรัง

จิรพรรณ จันทรงค์* และ ฌบักษ์ ช่วยชูหนู

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 21 มกราคม 2564

แก้ไข: 13 เมษายน 2564

ตอบรับตีพิมพ์: 27 พฤษภาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

ไก่ดำเขาหลัก

ต้นทุน

ผลตอบแทน

ผลกระทบ

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการผลิต ต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตไก่ดำเขาหลัก รวมทั้งการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก เก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก ตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 30 รายในรอบการผลิตระยะเวลา 16 สัปดาห์ โดยการใช้แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลักมีกำไรสุทธิเฉลี่ยเท่ากับ 28.93 บาท/กิโลกรัม กำไรเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 104.62 บาท/กิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 16.91 ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักต่อการผลิต เท่ากับ 171.07 บาท/กิโลกรัม ประกอบด้วยต้นทุนคงที่รวมซึ่งไม่เป็นเงินสดเท่ากับ 26.74 บาท/กิโลกรัม เป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ มากที่สุดร้อยละ 56.71 และต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 144.33 บาท/กิโลกรัม โดยต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วยค่าอาหารร้อยละ 36.74 ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือน ร้อยละ 33.91 และค่าพันธุ์ร้อยละ 18.84 ตามลำดับ ส่วนการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลักส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบด้านสังคมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.01$) โดยเฉพาะในประเด็นด้านการเพิ่มโอกาสในการพบปะพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในชุมชน รองลงมาคือผลกระทบด้านเศรษฐกิจ ($\bar{X} = 3.61$) โดยเฉพาะประเด็นด้านการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักส่งผลให้รายได้ของเกษตรกรผู้เลี้ยงเพิ่มขึ้นและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก ($\bar{X} = 2.88$) โดยเฉพาะด้านการนำทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทั้งนี้ผลกระทบในภาพรวมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.50$)

บทนำ

ประเทศไทยมีเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองทั้งหมด 2,632,133 ครัวเรือน (Information and Communication Technology Center, Department of livestock Development, 2019) โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยที่มีอยู่ทั่วประเทศที่สามารถเลี้ยงไก่พื้นเมือง ไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงในรูปแบบขังกรง ปลอ่ยลาน หรือกึ่งขังกึ่งปลอ่ย ซึ่งเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นของไก่พื้นเมืองโดยผู้เลี้ยงไม่เสียเวลามากและ

สามารถพัฒนาเป็นธุรกิจได้ สำหรับเนื้อไก่ที่วางจำหน่ายในตลาดของไทยมี 4 พันธุ์หลัก ได้แก่ ไก่เนื้อ ไก่ไข่ (ไก่ไข่อ้วน) ไก่ลูกผสมพื้นเมือง และไก่พื้นเมือง จากงานวิจัยของ Leotaragul, et al. (2009) พบว่าเนื้อไก่ที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด คือ ไก่พื้นเมือง รองลงมาคือไก่ลูกผสมพื้นเมือง ไก่โตง และไก่เนื้อ ตามลำดับ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการชอบเนื้อไก่พื้นเมือง เพราะรสชาติและความแน่นนุ่มของเนื้อคล้ายคลึงกับประเทศในเอเชียที่นิยมบริโภคเนื้อไก่พื้นเมืองมากกว่า

* Corresponding author

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

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology,

Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.10>

ไก่พันธุ์อื่นๆ อาทิ ประเทศจีนพบว่าเหตุผลที่มีการนิยมบริโภคไก่พื้นเมืองเพราะรสชาติ (flavor) และความแน่น (firmness) ของเนื้อ (Tang et al., 2009) หากพิจารณาในส่วนของไก่พื้นเมืองในประเทศไทยจะเห็นได้ว่า ไก่พื้นเมืองเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถสร้างความมั่นคงทางด้านอาหารให้กับประชากรได้

ไก่ดำเขาหลักเป็นไก่ดำที่เกิดจากผสมพันธุ์และคัดเลือกจากไก่ดำ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ มงโกลเลีย อินโดนีเซีย ยูนาน และภูพาน ใช้เวลาการคัดเลือกประมาณ 7 ปี ทำให้มีลักษณะเฉพาะเป็นเอกลักษณ์ โดยมีสีดำ 8 อย่าง ได้แก่ เนื้อ กระดูก ปาก ขา เล็บ หน้า หงอน และลิ้น เลี้ยงโดยใช้สมุนไพรในท้องถิ่น เช่น ฟาทะลายโจร กวาวเครือดำ กระชายดำ และขมิ้น โดยกลุ่มเกษตรกรได้นำไก่ดำเขาหลักมาประกอบอาหารบริการให้กับนักท่องเที่ยวและคณะผู้เข้าศึกษาดูงานในหมู่บ้าน ประกอบกับคุณสมบัติของไก่ดำ หรือ ไก่กระดูกดำ (black bone chicken) เป็นอาหารของผู้รักสุขภาพ โดยเชื่อว่าเป็นยาอายุวัฒนะ ซึ่งการแพทย์แผนจีนใช้เป็นอาหารบำรุงสุขภาพในสตรีหลังคลอดให้รอบเดือนมาปกติ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน รักษาเบาหวานโลหิตจาง เป็นต้น จากหลายรายงานทั้งในและต่างประเทศพบว่าเนื้อไก่ดำมีสรรพคุณทางเภสัชวิทยา (Sava et al., 2001; Geng et al., 2010) เนื่องจาก สารเมลานิน (melanin) ที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อไก่ดำมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Tian et al., 2007) อีกทั้งมีองค์ประกอบของโปรตีนสายสั้นที่ชื่อว่า คาร์โนซีน (carnosine) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน β -alanin และ histidine พบว่ามีสูงกว่าเนื้อไก่พื้นเมืองทั่วไป ซึ่งโปรตีนชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ด้านการเกิดริ้วรอย (Tian et al., 2007; Chen et al., 2008; Tu et al., 2009) ทำให้เมนูอาหารที่ทำจากไก่ดำเป็นที่ต้องการบริโภคของนักท่องเที่ยว กลุ่มผู้สนใจศึกษาดูงานที่เข้ามาทำกิจกรรมในบ้านเขาหลัก ตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทน ตลอดจนการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่จังหวัดตรัง กลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก ตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 30 ราย ในรอบการผลิตระยะเวลา 16 สัปดาห์ เพื่อให้เห็นถึงความสำคัญของการผลิตไก่ดำเขาหลัก ซึ่งเป็นทางเลือกในการสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรในชุมชน โดยผลการศึกษาที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง (Structured Interviews) และมีการตรวจสอบเครื่องมือ โดยผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลจริง โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก ซึ่งประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ ลักษณะและรูปแบบการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก แหล่งทุนและสินเชื่อ เป็นต้น

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก

ส่วนที่ 4 ข้อมูลอื่นๆ เช่น ปัญหาในการผลิตไก่ดำเขาหลักและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง (Structured Interviews) ดังนี้

1. วิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive method) เป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติอย่างง่าย ด้วยค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย (Pongvichai, 2008) โดยใช้อธิบายถึงสภาพทั่วไปด้านสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก

2. วิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative method) คำนวณหาต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลักโดยวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนและผลตอบแทนที่เป็นไปตามหลักทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งต้องมีการประเมินค่าใช้จ่ายทั้งที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด เช่น ค่าแรงงาน ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ให้ถูกต้องตามความเป็นจริงที่สุด รวมทั้งคำนวณหากำไรสุทธิเหนือต้นทุนเงินสด

ในส่วนของการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก โดยแบบประเมินคำตอบประยุกต์ตามแบบของ Likert Scale Question (Sukvibul, 2009) แต่ละคำถามมีคำตอบให้เลือกโดยกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมินดังนี้

ระดับ 1 = ส่งผลกระทบน้อยที่สุด

ระดับ 2 = ส่งผลกระทบน้อย

ระดับ 3 = ส่งผลกระทบปานกลาง

ระดับ 4 = ส่งผลกระทบมาก

ระดับ 5 = ส่งผลกระทบมากที่สุด

โดยสอบถามถึงระดับผลกระทบในประเด็นต่างๆ ประกอบด้วย ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก และนำข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้ มาวิเคราะห์ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยการประเมินผลกระทบ ใช้การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนจากมาตรฐานส่วนประเมิณค่าชนิด 5 ระดับ และใช้การแบ่งช่วงการแปลผลตามหลักของการแบ่งอันตรภาคชั้น โดยใช้ค่าสูงสุดลบด้วยค่าต่ำสุด และหารด้วยจำนวนระดับที่ศึกษา ดังนั้นความห่างของแต่ละช่วงจึงเท่ากับ 0.8 สามารถแบ่งช่วงได้ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย :

4.21-5.00 = ระดับมากที่สุด

3.41-4.20 = ระดับมาก

2.61-3.40 = ระดับปานกลาง

1.81-2.60 = ระดับน้อย

1.00-1.80 = ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1. ข้อมูลทั่วไปด้านสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก ร้อยละ 73.33 เป็นเพศชาย และร้อยละ 26.63 เป็นเพศหญิง นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 100.00 มีอายุอยู่ระหว่าง 51 - 60 ปี มากที่สุด ร้อยละ 40.00 รองลงมา อายุระหว่าง 41 - 50 ปี ร้อยละ 26.67 มีสถานภาพสมรส มากที่สุดร้อยละ 93.33 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 33.33 มีสมาชิกในครัวเรือน 3 - 4 คน มากที่สุด ร้อยละ 56.67 โดยร้อยละ 90.00 ทำการเกษตรเป็นอาชีพหลัก มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001 - 30,000 บาท มากที่สุด ร้อยละ 80.00 สำหรับการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักถือเป็นอาชีพเสริม เพื่อสร้างรายได้เพิ่มให้กับครัวเรือน ซึ่งเหตุผลหลักที่เลือกเลี้ยงไก่ดำเขาหลักด้วยสาเหตุเพื่อเป็นอาหารในครัวเรือนและชุมชนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.33 รองลงมาคือความชอบส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 23.33 โดยช่องทางการจัดจำหน่ายไก่ดำเขาหลักของเกษตรกรผู้เลี้ยงคือ จำหน่ายตรงให้กับศูนย์การเรียนรู้ไก่ดำบ้านเขาหลักและกลุ่มแม่บ้านเขาหลัก เพื่อใช้ในการประกอบอาหารบริการนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในชุมชนท่องเที่ยวบ้านเขาหลัก (กลุ่ม OTOP นวัตกรรมต้นแบบ)

ลักษณะและรูปแบบการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักของเกษตรกรพบว่านิยมเลี้ยงแบบขังเล้า และแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย เกษตรกรส่วนใหญ่จะเลี้ยงไก่ดำเขาหลักประมาณ 10-20 ตัว/รอบการผลิต โดยใช้

เวลาในการเลี้ยงไก่ประมาณ 1-2 ชั่วโมง/วัน แรงงานครัวเรือนในการเลี้ยงไก่ 1-2 คน/ครัวเรือน ด้านประสบการณ์ในการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักส่วนใหญ่ 1-3 ปี มากที่สุด ร้อยละ 70.00 เกษตรกรได้รับความรู้ด้านการเลี้ยงไก่จากศูนย์การเรียนรู้ไก่ดำบ้านเขาหลัก มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70.00 รองลงมาคือความรู้จากครอบครัว (บรรพบุรุษ) ร้อยละ 16.67 แหล่งทุนและสินเชื่อ พบว่า ครัวเรือนเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่มีภาระหนี้สิน จำนวน 22 ครัวเรือน ร้อยละ 73.33 แหล่งกู้ยืมจากรธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) มากที่สุด ร้อยละ 72.73 ดังแสดงใน Table 1

Table 1 The general information on farmers who raised Khaolak Black Bone chicken

Item	Frequency	Percentage
Occupations		
Agriculturist	27	90.00
Company/Employee/ Officialdom	2	6.67
Other. ex. businessman	1	3.33
Incomes per month		
Less than 10,000 baht	2	6.67
10,001-30,000 baht	24	80.00
Over 30,000 baht	4	13.33
Loan		
Have	22	73.33
Not Have	8	26.67
Loan Source		
Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives (BAAC)	16	72.73
Agricultural Cooperatives	2	9.09
Community (village) Funds	4	18.18
Experience of rearing chicken		
1 - 3 years	21	70.00
4 - 5 years	4	13.33
Over 5 years	5	16.67
Total	30	100

Sources: Interviews and calculations

ส่วนที่ 2. ต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก

ผลการศึกษาเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลักจำนวน 30 ราย ในรอบการผลิต 1 รุ่น ระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลักมีรายได้จากการขายไก่ดำให้กับศูนย์การเรียนรู้ไก่ดำบ้านเขาหลัก และกลุ่มแม่บ้านเขาหลัก ราคา 200 บาท/กิโลกรัม โดยเป็นกำไรสุทธิเฉลี่ยเท่ากับ 28.93 บาท/กิโลกรัม กำไรเหนือต้นทุนเงินสด เท่ากับ 104.62 บาท/กิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 16.91 ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก เท่ากับ 171.07 บาท/กิโลกรัม ประกอบด้วยต้นทุนคงที่ ซึ่งไม่เป็นเงินสด เท่ากับ 26.74 บาท/กิโลกรัม เป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ มากที่สุดร้อยละ 56.71 และต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 144.33 บาท/กิโลกรัม ซึ่งต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย

ค่าอาหารร้อยละ 36.74 ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนร้อยละ 33.91 และค่าพันธุ์ ร้อยละ 18.84 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Cost-Benefit of Farmers that rears Khaolak Black Bone chicken (baht/kilogram/ production cycle)

Item	Value In cash (THB)	Value Non- cash (THB)	Percentage
1. Fixed costs			
1.1 Depreciation of Poultry Structure and equipment		15.17	56.71
1.2 Opportunity cost for land use		7.40	27.68
1.3 Opportunity cost for capital		4.17	15.60
Total fixed costs		26.74	100.00
2. Variable costs			
2.1 Cost for chicken breed	27.19		18.84
2.2 Cost for chicken feed	53.03		36.74
2.3 Cost for drug and vaccine	2.18		1.51
2.4 Cost of floor laying materials	3.98		2.76
2.5 Cost of structure repairs and equipment	5.74		3.97
2.6 Others, such as water and electricity bills	3.26		2.26
2.7 Household opportunity cost		48.95	33.91
Total variable cost	144.33		100.00
Total cost	171.07		
Total cash cost	95.38		
Total revenue	200.00		
Net profit	28.93		
Profit is above cash costs	104.62		
Return on Investment (ROI)	16.91		

Source: interviews and calculations

ส่วนที่ 3. การประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก

3.1 การประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก

ผลการศึกษาการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก พบว่าผลกระทบด้านเศรษฐกิจโดยเฉพาะประเด็นการเลี้ยงไก่ส่งผลให้รายได้ของผู้เลี้ยงเพิ่มขึ้นมากที่สุด ($\bar{X} = 3.83$) จากการทำอาชีพเกษตรกร เป็นอาชีพหลัก ซึ่งปัจจุบันพบว่าสินค้าเกษตรทั้งยางพาราและปาล์มน้ำมันประสบปัญหาราคาลดลง ค่อนข้างต่ำ เกษตรกรมีรายได้ลดลง การเลี้ยงไก่ดำเขาหลักเป็นช่องทางหนึ่งในการสร้างรายได้เสริมแก่ครัวเรือน รองลงมาคือประเด็นด้านการเพิ่มโอกาสการประกอบอาชีพในชุมชน ลดปัญหาการว่างงาน ($\bar{X} = 3.76$) การเลี้ยงไก่ดำเป็นอาชีพเสริมเป็นการเพิ่มทางเลือกในการประกอบอาชีพให้แก่สมาชิกในชุมชน ส่วนประเด็นการเลี้ยงไก่ส่งเสริมให้มีความมั่นคงด้านอาชีพ ($\bar{X} = 3.73$) เนื่องจากการเลี้ยงไก่นอกจากสร้างรายได้เสริมให้แก่ครัวเรือนแล้ว ยังส่งผลต่อการสร้างความมั่นคงในอาชีพ เพราะการเลี้ยงไก่พื้นเมืองเป็นอีก

ทางเลือกหนึ่งในการประกอบอาชีพและสามารถพัฒนาไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ที่สร้างรายได้และความมั่นคงในอาชีพได้ ทั้งนี้เนื่องจากไก่ดำเขาหลักมีราคาซื้อขายสูง และมีแนวโน้มการเติบโตของตลาดเพิ่มขึ้น ทั้งจากกลุ่มนักท่องเที่ยวในชุมชนและผู้บริโภคที่รักสุขภาพและนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีสรรพคุณทางเภสัชวิทยามากขึ้น ด้านภาพรวมการวิเคราะห์ผลกระทบด้านเศรษฐกิจจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก ($\bar{X} = 3.61$) ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Economic Impact of Khaolak Black Bone chicken production

Economic Impact	$\bar{X}$	S.D.	Level
1. Rearing of chicken results to an increasing income.	3.83	1.01	high
2. Rearing of chickens reduces the burden of debt.	3.13	0.73	moderate
3. Rearing of chicken promotes job security.	3.73	0.82	high
4. Rearing of chicken improves the breeder's well-being.	3.60	1.10	high
5. Rearing of Chicken increase career opportunities in the community, reduce unemployment.	3.76	0.43	high
Total	3.61	0.68	high

Source: from interviews and calculations

3.2 การประเมินผลกระทบทางสังคมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก

ผลการศึกษาการประเมินผลกระทบจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก พบว่าผลกระทบด้านสังคม โดยเฉพาะในประเด็นด้านการเพิ่มโอกาสในการพบปะพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในชุมชน ($\bar{X} = 4.19$) มากที่สุดเป็นลำดับหนึ่ง เนื่องจากกระบวนการผลิตไปจนถึงการจัดจำหน่าย เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลักในชุมชนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันภายในศูนย์การเรียนรู้ไก่ดำบ้านเขาหลัก รวมทั้งเมื่อมีการจัดโครงการต่างๆ โดยหน่วยงานภาครัฐ เช่น องค์การบริหารส่วนตำบลน้ำผุด สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดตรัง และมหาวิทยาลัยในพื้นที่ ซึ่งส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมกลุ่มและพบปะกันในชุมชน สร้างความสามัคคีในวิถีชีวิตชุมชน รองลงมาคือประเด็นด้านสมาชิกในครอบครัวมีโอกาสร่วมกิจกรรมด้วยกันมากขึ้น ($\bar{X} = 4.12$) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่สำหรับเลี้ยงไก่ในบริเวณบ้าน การเลี้ยงไก่ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 1-2 ชั่วโมงต่อวันและเป็นแรงงานในครัวเรือน การเลี้ยงไก่จึงเป็นการส่งเสริมให้สมาชิกในครัวเรือนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน ด้านประเด็นการเลี้ยงไก่ส่งเสริมให้สมาชิกในครอบครัวมีสุขภาวะทางอารมณ์ที่ดี ($\bar{X} = 3.96$) ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ที่เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก มีความชอบส่วนตัวในลักษณะพิเศษของไก่ดำเขาหลัก เปรียบเสมือนการได้ทำงานอดิเรกที่ชื่นชอบ ส่งผลต่อภาวะทางอารมณ์ อีกทั้งในประเด็นด้านการสร้างความมั่นคงทางอาหารในชุมชน ($\bar{X} = 3.88$)

หากเกิดสถานการณ์ผิดปกติ เช่น สถานการณ์การระบาดของไวรัสโคโรนา (โควิด-19) พบว่าการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักเป็นอีกทางเลือกหนึ่งช่วยป้องกันการขาดแคลนอาหาร ทั้งนี้ไก่ดำเขาหลักนับเป็นแหล่งอาหารโปรตีนให้แก่ชุมชน ด้านภาพรวมการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสังคมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก ($\bar{X} = 4.01$) ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Social Impact of Khaolak Black Bone chicken Production

Social Impact	$\bar{X}$	S.D.	Level
1. Family members have more opportunities to participate in activities.	4.12	0.76	high
2. Encourage family members to have good emotional health.	3.96	0.88	high
3. Reduce social problems in the community such as drugs.	3.88	0.85	high
4. There are meetings, idea exchange and opinions with each other in the community.	4.19	0.78	high
5. Promote food security in the community.	3.88	0.92	high
Total	4.01	0.14	high

Source: from interviews and calculations

3.3 การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก

ผลการศึกษาการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก พบว่าผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในประเด็นด้านการนำทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ($\bar{X} = 3.49$) มากที่สุดเป็นลำดับหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก นอกจากเกษตรกรจะเลี้ยงโดยการใช้อาหารสำเร็จรูป เกษตรกรมีการนำวัตถุดิบที่ได้ในชุมชนหลากหลายชนิดซึ่งเป็นเศษเหลือทางการเกษตรนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น หอยกกล้วย ปลายข้าว รำข้าว อีกทั้งยังเลี้ยงโดยใช้สมุนไพรในท้องถิ่น เช่น ฟ้ายะลวยโจร ขมิ้น กวาวเครือดำ และกระชายดำ เป็นต้น รองลงมาคือ การเลี้ยงไก่ดำเขาหลักส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรในท้องถิ่น ($\bar{X} = 3.25$) เนื่องจากอาหารสัตว์เป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ในชุมชน เกษตรกรจึงหันมาให้ความสำคัญในการอนุรักษ์และใส่ใจทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักส่งผลให้ครัวเรือนเกษตรกรได้อยู่กับสภาพแวดล้อมในชุมชนเพิ่มขึ้น ($\bar{X} = 3.19$) ด้านภาพรวมการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก ($\bar{X} = 2.88$) ดังแสดงใน Table 5

3.4 การประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไก่ดำเขาหลัก

ผลการศึกษาการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักของเกษตรกร จำนวน 30 ราย พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบด้านสังคมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.01$)

Table 5 Environmental impact of Khaolak Black Bone chicken production

Environmental Impact	$\bar{X}$	S.D.	Level
1. Rearing of chickens allow the people to stay more within the environmental conditions of the community.	3.19	0.88	moderate
2. There is a beneficial use of natural resources in the community.	3.49	0.70	high
3. Recognizing the importance of conserving the community's resource.	3.25	0.51	moderate
4. Rearing of chicken results in an increase of waste in the community.	2.23	0.43	little
5. Rearing of chicken cause unpleasant smell in the community.	2.26	0.44	little
Total	2.88	0.81	moderate

Source: interviews and calculations

โดยเฉพาะในประเด็นด้านการเพิ่มโอกาสในการพบปะพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในชุมชน รองลงมาคือผลกระทบด้านเศรษฐกิจ ($\bar{X} = 3.61$) โดยเฉพาะในประเด็นด้านการเลี้ยงไก่ส่งผลให้รายได้ของผู้เกษตรกรเพิ่มขึ้น และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก ($\bar{X} = 2.88$) โดยเฉพาะด้านการนำทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทั้งนี้พบว่าผลกระทบในภาพรวมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.50$) ดังแสดงใน Table 6

Table 6 Impact Assessment on the Economy, Society and Environment from the Production of Khaolak Black Bone chicken

Impact of producing Khaolak Black Bone chicken	$\bar{X}$	S.D.	Level
Economic	3.61	0.68	high
Social	4.01	0.14	high
Environmental	2.88	0.81	moderate
Total	3.50	0.54	high

Source: from interviews and calculations

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาศักยภาพการผลิตไก่ดำเขาหลัก จังหวัดตรัง โดยเฉพาะการวิเคราะห์ด้านต้นทุนผลตอบแทนจากการผลิตไก่ดำเขาหลักของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก จำนวน 30 ราย ในรอบการผลิต ระยะเวลา 16 สัปดาห์ โดยการใช้แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลักมีกำไรสุทธิเฉลี่ยเท่ากับ 28.93 บาท/กิโลกรัม กำไรเหนือต้นทุนเงินสด เท่ากับ 104.62

บาท/กิโลกรัม ทั้งนี้กำไรเหนือต้นทุนเงินสดยังคงมากกว่าศูนย์แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรยังคงสามารถดำเนินกิจกรรมเลี้ยงไก่ดำเขาหลักต่อไปได้ เนื่องจากผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสดมากกว่าศูนย์ นั้นหมายถึงเกษตรกรยังคงมีกำไรสูงกว่าต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิต ทั้งนี้จากการศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของไก่ดำนครไทย ของ Boonmee, Yimget and Janthasorn (2020) ซึ่งพบว่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของไก่ดำนครไทย ที่อายุ 12 และ 16 สัปดาห์ คือ 31.14 และ 41.03 บาท/ตัว ตามลำดับ อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงไก่พื้นเมืองไทยประดู่หางดำ เชียงใหม่ ของ Laopaiboon, Na Rungsri and Pathom (2012) ซึ่งพบว่ากำไรสุทธิของไก่ลูกผสมจะให้ผลตอบแทนสูงกว่าไก่พันธุ์แท้ โดยให้กำไรสูงสุดเมื่อจำหน่ายที่อายุ 16 สัปดาห์ ซึ่งไก่อายุนี้เป็นขนาดใหญ่เหมาะสำหรับตลาดในช่วงตรุษจีนที่ต้องการไก่ใหญ่จำนวนตัวใหญ่ หรือสำหรับการทำข้าวมันไก่ ดังนั้นการเลี้ยงไก่พื้นเมืองควรคำนึงถึงระยะเวลาในการเลี้ยงเพื่อการบริหารจัดการต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักเท่ากับ 171.07 บาท/กิโลกรัม ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่ ซึ่งไม่เป็นเงินสด เท่ากับ 26.74 บาท/กิโลกรัม ต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 144.33 บาท/กิโลกรัม ประกอบด้วย ค่าอาหาร ร้อยละ 36.74 ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือน ร้อยละ 33.91 และค่าพันธุ์ ร้อยละ 18.84 ตามลำดับ ทั้งนี้ต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่มีสัดส่วนสูงนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prapasawat, Laothong, Leotaragul, Rattanachawanon and Prasert (2012) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงไก่โดยส่วนใหญ่ต้นทุนที่สำคัญที่สุด คือ ต้นทุนค่าอาหาร

การประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไก่ดำเขาหลักพบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรได้รับผลกระทบด้านสังคมมากที่สุด โดยเฉพาะในประเด็นด้านการเพิ่มโอกาสในการพบปะพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในชุมชน ($\bar{X} = 4.19$) เนื่องจากกระบวนการผลิตไปจนถึงการจัดจำหน่าย เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลักในชุมชนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ ปกป้องและช่วยกันแก้ปัญหา รวมทั้งเมื่อมีการจัดโครงการต่างๆ โดยหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมกลุ่มและพบปะกันในชุมชนสร้างความสามัคคีในวิถีชีวิตชุมชน รองลงมาคือผลกระทบด้านเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในประเด็นการเลี้ยงไก่ส่งผลให้รายได้ของผู้เลี้ยงเพิ่มขึ้นมากที่สุด ($\bar{X} = 3.83$) จากอาชีพหลักของคนในชุมชนคือเกษตรกร แต่ปัจจุบันพบว่าสินค้าเกษตรทั้งยางพาราและปาล์มน้ำมันประสบปัญหาราคาลดลงค่อนข้างต่ำ เกษตรกรมีรายได้ลดลง การเลี้ยงไก่ดำเขาหลักเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการสร้างรายได้เสริมแก่ครัวเรือน ทั้งนี้เกษตรกรที่เลี้ยงไก่ดำเขาหลักในชุมชนมีตลาดรองรับที่ค่อนข้างแน่นอนจากศูนย์การเรียนรู้ไก่ดำบ้านเขาหลัก และกลุ่มแม่บ้านเขาหลัก เนื่องจากไก่ดำเป็นที่ต้องการบริโภคของ

นักท่องเที่ยว และกลุ่มผู้สนใจศึกษาดูงานที่เข้ามาทำกิจกรรมในบ้านเขาหลักตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ส่วนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลัก โดยเฉพาะด้านการนำทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ($\bar{X} = 3.49$) สืบเนื่องจากการเลี้ยงไก่ดำเขาหลักมีต้นทุนสูงที่สุดในส่วนของต้นทุนผันแปร คือค่าอาหาร เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยง แต่ทั้งนี้เกษตรกรมีการนำวัตถุดิบที่ได้ในชุมชน ซึ่งเป็นการนำทรัพยากรที่มีมาใช้ให้เกิดประโยชน์และส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น หยวกกล้วย ปลายข้าว รำข้าว และเลี้ยงโดยใช้สมุนไพรในท้องถิ่น เช่น ฟักทะลายโจร ขมิ้น กวาวเครือดำ และกระชายดำ เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ ไก่ดำเขาหลักนอกจากเป็นสินค้าเกษตรที่สร้างความมั่นคงด้านอาหารแก่ชุมชน การส่งเสริมและสนับสนุนการผลิตไก่ดำเขาหลักแก่กลุ่มเกษตรกรเพื่อให้มีแนวทางและเป้าหมายร่วมกันจะช่วยให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

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

References

- Boonmee, C., Yimget, P. & Janthasorn, C. (2020). Growth Performance, Economic Return and Reproductive Performance of Nakhonhai Black Chicken. *BAHGI e-journal*. 2: 26-39. (In Thai)
- 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: 745-749.
- Geng, S. S., Li, H. Z., Wu, X. K., Dang, J., Tong, M. H., Zhao, C. Y. & Cai, Y.Q. (2010). Effect of Wujijing Oral Liquid on menstrual disturbance of women. *Journal of Ethnopharmacology*. 128: 649-653.
- Information and Communication Technology Center, Department of livestock Development. (2019, January 9). *Database system for farmers*. <http://ict.dld.go.th/webnew/images/stories/>

- stat_web/yearly/2562/country/6---chicken.pdf.
(In Thai)
- Laopaiboon, B., Na Rungsri, D. & Pathom, C. 2012. Economic Returns of Raising Purebred and Crossbred Pradu-Hangdum Chiangmai Breed of Thai Native Chicken. *Khon Kaen Agricultural Journal*, J.40 Subpplement T2, 415-418. (In Thai)
- Leotaragul, A, Prathum, C., & Morathop, S. (2009). Guidelines for creating the awareness of Pradu black tail chicken of Consumers in Chiang Mai. Full Paper. *The Thailand Research Fund (TRF)*, Bangkok. (In Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2019). *Agricultural Economic Information by Product Year 2019*. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (In Thai)
- Pongvichai, S. (2008). *Statistical data analysis by computer*. 19th ed. Chulalongkorn University Printing House, Bangkok. (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*. Full Paper. The Thailand Research Fund (TRF). Bangkok. (In Thai)
- Sava, V. M., B. N. Galkin, M. Y. Hong, P. C. Yang, & G. T. Huang. 2001.. *Food Research International*. 34: 337-343.
- Sukvibul, T. (2009, May 2). *Considerations for creating a rating scale tool for research*. <http://ms.src.ku.ac.th/schedule/Files/2553/oct/1217086.doc>. (In Thai)
- Tang, H., Gong, Y., Wu, C., Jiang, J., Wang, Y., & Li, K. (2009). Variation of meat quality traits among five genotypes of chicken. *Poultry Science*, 88,2212–2218.
- Tian, Y., Xie, M., Wang W. , Wu, H., W., Fu, Z. & L. Lin. (2007). Determination of carnosine in Black-Bone Silky Fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson) and common chicken by HPLC. *European Food Research 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, 1345-1350.

Research article

Production potential and economic, society and environmental impacts of Khaolak Black Bone chicken, Trang Province

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

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

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 21 January 2021

Revised: 20 April 2021

Accepted: 27 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Khaolak Black Bone chicken

Cost

Benefit

Impacts

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the production potential and economic, society and environmental impacts of Khaolak Black Bone chicken in Trang province. This research focuses to analyze the cost and benefit about Khaolak Black Bone chicken. By studying from farmers who raised Khaolak Black Bone chicken in 16 weeks per production cycle. Data were collected from 30 farmers by using a structured interview. The result shows that farmers who raised Khaolak Black Bone chicken have a net profit per production cycle at 28.93 baht/kilogram, profit over cash cost at 104.62 baht/kilogram and return on investment at 16.91 percent. The total cost of raising Khaolak Black Bone chicken is at 171.07 baht/kilogram, which were separated into fixed and variable costs. The most fixed cost is depreciation, which is not cashed, in the amount of 56.71 percent. The total variable cost at 144.33 baht/kilogram. The three important variable costs are chicken feed, with the highest percentage at 36.74 percent, opportunity cost, non-cash household labor accounting for 33.91 percent and the chicken breed accounted for 18.84 percent, respectively. As for the economic, social, and environmental impacts of Khaolak Black Bone chicken production, the result showed that farmers are most affected by society ($\bar{x} = 4.01$), especially there are meetings, idea exchange and opinions with each other in the community. Followed by economic impact ($\bar{x} = 3.61$), especially in issues relating to rearing of chicken results to an increase in the breeder's income and environmental impact from raising Khaolak Black Bone chicken ($\bar{x} = 2.88$), especially in terms of beneficial use of natural resources in the community. The impact assessment on the economy, society and environment from the Production of Khaolak Black Bone chicken has high level ($\bar{x} = 3.50$).

*Corresponding author

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

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.10>



บทความวิจัย

ความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในจังหวัดขอนแก่น

กนิษฐา ขาลีเปลี่ยน ไกรเลิศ ทวีกุล* และ ผাগจิต ปาลินทร

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและเกษตรเชิงระบบ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 2 พฤศจิกายน 2563

แก้ไข: 2 กุมภาพันธ์ 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 11 กุมภาพันธ์ 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

มันสำปะหลัง

การส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่

ความคิดเห็น

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องนี้เพื่อศึกษาความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ ในจังหวัดขอนแก่น จากกลุ่มตัวอย่าง 166 ราย สุ่มตัวอย่างโดยเลือกเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ รวมทั้งสิ้น 9 อำเภอ รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง มีความคิดเห็นต่อโครงการว่ามีความเหมาะสมในระดับมากถึง 9 ด้าน (69 ประเด็น) โดยมีค่าเฉลี่ยในภาพรวม 1.61 ± 0.41 เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ 1) ด้านแนวทางการดำเนินโครงการ (ค่าเฉลี่ย 1.74 ± 0.34) 2) ด้านคุณสมบัติและเงื่อนไขการเข้าร่วมโครงการ (ค่าเฉลี่ย 1.74 ± 0.34) 3) ด้านองค์ความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอด (ค่าเฉลี่ย 1.69 ± 0.29) 4) ด้านการจัดการเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยี (ค่าเฉลี่ย 1.66 ± 0.44) 5) การจัดประชุม/อบรม (ค่าเฉลี่ย 1.58 ± 0.47) 6) ด้านการสนับสนุนปัจจัยการผลิต (ค่าเฉลี่ย 1.55 ± 0.43) 7) ด้านการประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ (ค่าเฉลี่ย 1.54 ± 0.47) 8) ด้านประชาสัมพันธ์โครงการ (วิธีการ/ช่องทางการประชาสัมพันธ์) (ค่าเฉลี่ย 1.54 ± 0.47) และ 9) ด้านการวางแผนการผลิต (ค่าเฉลี่ย 1.53 ± 0.47) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรเล็งเห็นถึงความสำคัญของโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ เกษตรกรให้ความร่วมมือในการดำเนินงาน ทำให้การดำเนินงานบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการและมีแนวโน้มที่เกษตรกรจะปฏิบัติตามการดำเนินงานโครงการอย่างต่อเนื่องและการผลิตมันสำปะหลังในปีถัดไปมีแนวโน้มจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทนำ

สถานการณ์การผลิตสินค้าเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมีการแข่งขันในด้านคุณภาพและปริมาณ และยังมีต้นทุนการผลิตที่สูง ทำให้เกษตรกรรายย่อยประสบปัญหาในการผลิต

และจำหน่ายสินค้าเกษตรที่ตนเองผลิตได้รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูลทรัพยากร แหล่งทุน และการตลาดมีน้อย จากการที่เกษตรกรรายย่อยต่างคนต่างผลิตสินค้าเกษตรของตนเอง ทำให้ยากต่อการจัดการผลผลิตให้มีประสิทธิภาพและได้ผลผลิตที่มี

*Corresponding author

E-mail address: tkrai@kku.ac.th (K.Taweekul)

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.11>

คุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาด เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวกระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงมีนโยบายในเรื่องการจัดทำแปลงเกษตรขนาดใหญ่ โดยให้เกษตรกรรายย่อยมีการรวมพื้นที่และรวมกลุ่มการผลิตเป็นแปลงขนาดใหญ่ โดยมีผู้จัดการพื้นที่เป็นผู้บริหารจัดการแปลง ตั้งแต่การสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้เกษตรกรมีความสามารถการจัดการการผลิตสินค้า การวางแผนการผลิตการเกษตรไปจนถึงการตลาดให้มีมาตรฐานเช่นเดียวกับแปลงขนาดใหญ่ Department of Agricultural Extension (2015)

การจัดการบริหารการเกษตรแบบแปลงใหญ่ เป็นแนวคิดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ดำเนินการใน ปี 2558 นำไปประยุกต์ใช้ในหลายโครงการ ทั้งทางด้านพืช ประมง ปศุสัตว์โดยดำเนินการ 77 จังหวัด พื้นที่นำร่อง 219 จุด ดำเนินการในพืช 13 ชนิด ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง สับปะรด ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มังคุดทุเรียน ลำไย มะม่วง เงาะ ส้มโอ มะพร้าว น้ำหอม และผักเพื่อลดต้นทุน บริหารการผลิต ทำตลาดร่วมกัน Department of Agricultural Extension. (2015) ซึ่งจังหวัดขอนแก่น เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการปลูกมันสำปะหลังจำนวนมากจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่า จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ทั้งหมด 26 อำเภอ มีจำนวนของเกษตรกรที่มาปรับปรุงทะเบียนปลูกมันสำปะหลังทั้งหมด 14,202 ครัวเรือน 147,112 ไร่ ซึ่งมีเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังเข้าร่วมโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 246 ราย จนกระทั่งในปี 2562 มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 880 ราย พื้นที่เข้าร่วมโครงการ 10,882.25 ไร่ จะเห็นว่าใน พ.ศ. 2562 มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า จากปีแรกของจำนวนผู้สมัครเข้าร่วมโครงการ Department of Agricultural Extension (2019) คิดเป็นร้อยละ 6 ของจำนวนเกษตรกรทั้งหมด ซึ่งเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก ดังนั้นจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาศาตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดขอนแก่นถึงความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ ในจังหวัดขอนแก่น โดยทำการประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งแบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 3 ระดับได้แก่ เหมาะสมมาก เหมาะสมน้อย และไม่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนส่งเสริมการเข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่มันสำปะหลัง และเพื่อสามารถนำผลการศึกษาไปเป็นแนวทางในการพัฒนาการดำเนินกิจกรรม

ภายใต้โครงการแปลงใหญ่ การรวมกลุ่มกันผลิตและการสร้างความเข้มแข็งให้แก่กลุ่มผู้ปลูกมันสำปะหลังในลำดับต่อไป

วิธีการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่มันสำปะหลังในจังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2560 - 2562 สุ่มตัวอย่างโดยเลือกเฉพาะอำเภอที่มีเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ รวมทั้งสิ้น 9 อำเภอที่ จากทั้งหมด 26 อำเภอ ได้แก่ กระนวน อุบลรัตน์ เมือง เมืองพล โนนศิลา เปือยน้อย บ้านไผ่ ขนบท และอำเภอมัญจาคีรี เกษตรกรทั้งหมด 880 ราย กำหนดจำนวนตัวอย่างจากแต่ละอำเภอให้เป็นสัดส่วนกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้ 166 ราย ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์สภาพการปลูกมันสำปะหลัง และส่วนคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ในจังหวัดขอนแก่นมี 9 ด้าน ได้แก่ ด้านแนวทางการดำเนินงาน ด้านคุณสมบัติและเงื่อนไขการเข้าร่วมโครงการ ด้านองค์ความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดด้านการจัดการเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยี ด้านสนับสนุนปัจจัยการผลิต ด้านการวางแผนการผลิต ด้านการประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ ด้านการจัดประชุม/อบรม ด้านการประชาสัมพันธ์โครงการ (วิธี/ช่องทางการประชาสัมพันธ์) ได้กำหนดคำตอบเป็นแบบประเมินค่า มีลักษณะคำถามเป็นแบบปลายปิด โดยมีตัวเลือก 3 คำตอบคือ เหมาะสมมาก ให้ค่าคะแนน (2) เหมาะสมน้อย ให้ค่าคะแนน (1) ไม่เหมาะสม ให้ค่าคะแนน (0) (บุญชม ศรีสะอาด, 2532) จากนั้นแปลความหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ย ดังนี้ (1) ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.34 - 2.00 = เหมาะสมมาก (2) ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.67 - 1.33 = เหมาะสมน้อย (3) ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.00 - 0.66 = ไม่เหมาะสม และวิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลพื้นฐานทางด้านสังคม เศรษฐกิจ สภาพการปลูกมันสำปะหลัง โดยใช้ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) ค่าสูงสุดของข้อมูล (maximum) และค่าต่ำสุดของข้อมูล (minimum) ซึ่งได้ทำการทดสอบแบบสัมภาษณ์แล้วพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (coefficients alpha; α) เท่ากับ 0.98 ซึ่งเป็นระดับที่มีความเชื่อถือได้

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคั้งนี้จำนวน 166 ราย พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ร้อยละ 62.7 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 53.21 ± 0.49 ปี ร้อยละ 56.0 จบระดับการศึกษาประถมศึกษา สถานภาพเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 94.0 สมรสแล้วมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 4.79 ± 1.72 ราย สูงสุด

12 คน ต่ำสุด 1 คน มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 27.56 ± 15.50 ไร่ สูงสุด 95 ไร่ ต่ำสุด 8 ไร่ ซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่นาเฉลี่ย 11.46 ± 5.59 ไร่ ที่ไร่เฉลี่ย 14.86 ± 9.43 ไร่ ที่สวนเฉลี่ย 9.31 ± 9.01 ไร่ พื้นที่เลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 3.33 ± 3.61 ไร่ และบ่อปลา/บ่อกุ้งเฉลี่ย 8.63 ± 0.99 ไร่ ส่วนใหญ่ร้อยละ 92.8 มีกรรมสิทธิ์ที่ดินเป็นของตนเอง มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 3.68 ± 1.42 คน เป็นแรงงานภาคการเกษตรเฉลี่ย 2.33 ± 0.80 คน และนอกภาคการเกษตร 1.96 คน ร้อยละ 89.2 มีการกู้ยืมจาก ธ.ก.ส. ร้อยละ 74.1 เฉลี่ยครัวเรือนละ 264,349.59 บาท เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเฉลี่ย 14.33 ± 8.78 ไร่ มีประสบการณ์การปลูกมันสำปะหลังเฉลี่ย 12.80 ± 7.60 ปี เกษตรกรปลูกพันธุ์ ปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ร้อยละ 92.8 ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรเก็บพันธุ์ไว้ใช้เองเพื่อทำเป็นท่อนพันธุ์ในฤดูกาลถัดไป ร้อยละ 72.3 เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุเฉลี่ย 9.15 ± 1.00 เดือนส่วนใหญ่ร้อยละ 81.3 จำหน่ายมันสำปะหลังโดยวิธีขายปลีกให้แก่ลานมันของเอกชนแบบวัดเปอร์เซ็นต์แบ่งร้อยละ 64.5 ในราคาเฉลี่ย 2.01 ± 0.08 บาท ต่อกิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ย 3,724.10 กิโลกรัมต่อไร่ รายได้เฉลี่ยคิดเป็น 3,788.27 บาท/ไร่ และต้นทุนเฉลี่ย คิดเป็น 2,547.28 บาท/ไร่

ด้านความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ ในจังหวัดขอนแก่น ได้ศึกษา 9 ด้านของโครงการแปลงใหญ่ พบว่าเกษตรกรมีความคิดเห็นต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ ในด้านต่าง ๆ มีความเหมาะสมมากทั้ง 9 ด้าน ซึ่งเรียงลำดับ ค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ 1) ด้านแนวทางการดำเนินงานโครงการแปลงใหญ่ จากทั้งหมด 10 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.74 ± 0.34 มีความเหมาะสมมาก 2) ด้านคุณสมบัติการเข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่ จากทั้งหมด 6 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.74 ± 0.34 มีความเหมาะสมมาก 3) ด้านองค์ความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอด จากทั้งหมด 19 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.69 ± 0.29 4) ด้านการจัดการเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยี จากทั้งหมด 5 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.66 ± 0.44 มีความเหมาะสมมาก 5) ด้านการจัดประชุม/อบรม จากทั้งหมด 4 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.58 ± 0.47 มีความเหมาะสมมาก 6) ด้านการสนับสนุนปัจจัยการผลิต จากทั้งหมด 6 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.55 ± 0.43 มีความเหมาะสมมาก 7) ด้านการประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆจากทั้งหมด 3 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.54 ± 0.47 มีความเหมาะสมมาก 8) ด้านประชาสัมพันธ์

โครงการ วิธีการช่องทางการประชาสัมพันธ์ จากทั้งหมด 10 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.54 ± 0.47 มีความเหมาะสมมาก และ 9) ด้านการวางแผนการผลิต จากทั้งหมด 6 ประเด็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเป็น 1.53 ± 0.47 มีความเหมาะสมมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pongsaripop Thongsirawisuraket (2019) ที่พบว่าปัจจัยการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมระบบเกษตรนาแปลงใหญ่ของเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี ประกอบด้วย ปัจจัยด้านกระบวนการบริหารจัดการ การฝึกอบรมและสัมมนา และปัจจัยด้านกระบวนการบริหารจัดการ ปัจจัยด้านการสนับสนุนโครงการ แต่ทั้งนี้ หากพิจารณาประเด็นย่อยจากทั้งสิ้น 69 ประเด็น พบว่า มี 3 ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในระดับน้อย ได้แก่ มีผู้จัดการพื้นที่เป็นผู้บริหารจัดการแปลง (ค่าเฉลี่ย 1.32 ± 0.613) ทั้งนี้เนื่องจากผู้จัดการแปลงเป็นเจ้าหน้าที่หน่วยงานของรัฐทำหน้าที่บริหารจัดการแปลง เชื่อมโยงเกษตรกรกับหน่วยงานอื่นๆ ทำให้เกิดปัญหาความคล่องตัวในการประสานงานระหว่างเจ้าหน้าที่หน่วยงานของรัฐกับเกษตรกร และประเด็นที่กล่าวว่า ต้องจำหน่ายภายใน 4 วัน หลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 1.25 ± 0.807) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่าเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วควรขายภายในวันที่เก็บเกี่ยวเลย เพราะหากทิ้งผลผลิตข้ามวันอาจทำให้น้ำหนักผลผลิตลดลง อีกทั้งเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวในช่วงหน้าฝน หากจะเก็บไว้รอขายในวันหลังจะต้องมีต้นทุนในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บผลผลิตในที่ปลอดภัยทั้งจากความเสียหายโดยธรรมชาติหรือจาก การถูกลักขโมยผลผลิตได้ จึงไม่มีความจำเป็นต้องระบุให้ขายภายใน 4 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานผลการวิจัยของ Jaruwang Bangwaek and colleagues (2018) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาหัวสดหลังการเก็บเกี่ยวไม่ควรนานเกิน 2 วันหลังเก็บเกี่ยวหรือควรนำมาแปรรูปทันที เมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น จะมีผลทำให้อัตราสูญเสียเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีน น้ำมัน ค่าความสว่างและความหนืดสูงสุดของแป้งมีค่าลดลง และควรติดต่อกับโรงงานก่อน และเมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จเกษตรกรต้อง เร่งนำหัวมันสำปะหลังสดส่งโรงงานแปรรูปโดยทันทีและหรือในสภาพวันต่อวันเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเสื่อมสภาพของหัวมันสำปะหลังสด เนื่องมาจากหัวมันสำปะหลังสดมีน้ำเป็นส่วนประกอบร้อยละ 60 ถึง 65 โดยน้ำหนัก จึงทำให้มีอัตราการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วมาก โดยเฉพาะในสภาพอากาศร้อนชื้นเช่นประเทศไทย การเสื่อมสภาพของหัวมันสำปะหลังจะปรากฏภายใน 1-3 วัน หลังการเก็บเกี่ยว และมีการ

เข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เน่าเสียภายใน 5 – 7 วัน (Rickard and Gahan, 1983) สีของเนื้อมันสำปะหลัง จะเปลี่ยนแปลงและเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังลดลง ผลกระทบต่อราคาขาย Wongpichet & Choosin (2005) รวมไปถึงงานวิจัยของ Sethasuk et al (1997) ที่พบว่าคุณภาพของ หัวมันสำปะหลังจะลดลง ถึงแม้จะไม่สามารถสังเกตเห็นได้จากภายนอกก็ตาม และอีก 1 ประเด็นย่อย ได้แก่การใช้เครื่องสับหัวมัน (ค่าเฉลี่ย 1.33) เนื่องจากเกษตรกรมีความเห็นว่า การแปรรูปต้องใช้ทรัพยากรเพิ่มมากขึ้น ทั้งทรัพยากรคน เวลา และมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในการใช้เครื่องสับมัน ดังแสดงใน Table 1

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเรื่องด้านความคิดเห็นของเกษตรกร ผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในจังหวัดขอนแก่น ได้ศึกษา 9 ด้านพบว่าเกษตรกรมีความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ มีความเหมาะสมมากทั้ง 9 ด้าน คือ ด้านแนวทางการดำเนินงานโครงการแปลงใหญ่ ด้านคุณสมบัติการเข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่ ด้านองค์ความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดด้านการจัดการเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยี ด้านการจัดประชุม/อบรม ด้านการสนับสนุนปัจจัยการผลิต ด้านการประสานงานกับหน่วยงานอื่น ๆ ด้านประชาสัมพันธ์โครงการ วิธีการช่องทางการประชาสัมพันธ์ และด้านการวางแผนการผลิต แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยภายในจะพบว่ามี 3 ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในระดับน้อยได้แก่ มีผู้จัดการพื้นที่เป็นผู้บริหารจัดการแปลง (ค่าเฉลี่ย 1.32 ± 0.613) เกษตรกรต้องจำหน่ายภายใน 4 วันหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 1.25 ± 0.807) และการใช้เครื่องสับหัวมัน (ค่าเฉลี่ย 1.33 ± 0.727) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรมีความคิดเห็นว่าโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ (มันสำปะหลัง) มีความเหมาะสม เป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนส่งเสริมแบบแปลงใหญ่ และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการรวมกลุ่มกันผลิตและการสร้างความเข้มแข็งให้แก่กลุ่มผู้ปลูกมันสำปะหลัง

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

1. ด้านแนวทางการดำเนินโครงการจากการศึกษาพบว่าในประเด็นการมีผู้บริหารพื้นที่เป็นผู้จัดการแปลงเกษตรกรมีความคิดเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยเนื่องจากผู้จัดการแปลงเป็นเจ้าหน้าที่หน่วยงานของรัฐทำหน้าที่บริหารจัดการแปลง เชื่อมโยงเกษตรกรกับหน่วยงานอื่นๆ ทำให้เกิดปัญหาความ

คล่องตัวในการประสานงานระหว่างเจ้าหน้าที่หน่วยงานของรัฐกับเกษตรกร จึงควรมีตัวแทนเกษตรกรเป็นผู้ประสานงานกับผู้จัดการแปลงในพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนของเกษตรกรแก้ปัญหาความคล่องตัวในการทำงานระหว่างเจ้าหน้าที่หน่วยงานของรัฐกับเกษตรกร ทั้งนี้ตัวแทนเกษตรกรดังกล่าวเป็นผู้อยู่ในพื้นที่ และปฏิบัติจริงจะเห็นสภาพการที่แท้จริงในทุกด้าน จึงสามารถสะท้อนปัญหาและความต้องการของสมาชิกแปลงใหญ่ได้ดีกว่าเจ้าหน้าที่หน่วยงานรัฐที่เป็นผู้จัดการแปลง ดังนั้นควรมีการหารือกับเกษตรกรเพื่อคัดเลือกตัวแทนประสานงานกับผู้จัดการพื้นที่โดยตรง ให้เกษตรกรได้มีส่วนร่วมในการคัดเลือกตัดสินใจ และแสดงความคิดเห็นซึ่งจะช่วยให้สามารถประสานความร่วมมือกันทุกฝ่ายมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ด้านองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้รับการจากการเข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่ จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากในทุกประเด็นแต่หากพิจารณาค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นจะพบว่าประเด็นสำคัญที่ควรพัฒนาคือ การให้ความรู้ด้านการแปรรูปสินค้าเกษตรและการเพิ่มมูลค่าสินค้าซึ่งปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐได้สนับสนุนเครื่องสับมันเพื่อให้เกษตรกรแปรรูปสินค้ามันสำปะหลังเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตร และทำการฝึกอบรมสาธิตการใช้เครื่องสับมัน ซึ่งแม้มูลค่าของมันเส้นที่ได้จากเครื่องสับมันจะมีมูลค่าสูงกว่าการขายหัวมันสดก็ตาม แต่ค่าเฉลี่ยที่ปรากฏในการศึกษาในประเด็นนี้มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเนื่องจากการแปรรูปต้องใช้ทรัพยากรเพิ่มมากขึ้น ทั้งทรัพยากรคน เวลา และมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในการใช้เครื่องสับมัน เกษตรกรจึงใช้ประโยชน์กับการสนับสนุนเครื่องสับมันของหน่วยงานภาครัฐให้มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นในการส่งเสริมควรเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังให้ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพเนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมขายหัวมันสดมากกว่าการแปรรูป

3. ด้านการประชาสัมพันธ์โครงการ จากการศึกษา พบว่าการประชาสัมพันธ์ผ่าน เจ้าหน้าที่หน่วยงานรัฐ เกษตรกรผู้นำอาสาสมัคร เกษตร ผู้นำหมู่บ้าน กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ความคิดเห็นของเกษตรกรอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยสูงที่สุดซึ่งล้วนเป็นสื่อบุคคลชี้ให้เห็นว่า เกษตรกรให้ความเชื่อถือและยอมรับข้อมูลข่าวสารจากบุคคลโดยตรงดีกว่าการสื่อสารผ่านสื่อตัวกลางอื่นๆ

Table 1 Cassava Growers' opinions Towards Implementation on Collaborative Farming Project in Khon Kaen Province.

Opinion issues	Opinion		Interpretation ²
	Mean ¹	S.D.	
1. Implementation guidelines (10 sub-topics)	1.74	0.34	very appropriate
- Area manager is the manager of the collaborative farm	1.32	0.61	Less appropriate
2. Qualifications and conditions for participating in the project (6 sub-topics)	1.74	0.34	very appropriate
3. Knowledge transferred (19 sub-topics)	1.69	0.29	very appropriate
- Must be sell within 4 days after harvest	1.25	0.81	Less appropriate
4. Learning and technology transfer (5 sub-topics)	1.66	0.44	very appropriate
- Using the chopper machine	1.33	0.72	very appropriate
5. Meeting and training (4 sub-topics)	1.58	0.47	very appropriate
6. Input support (6 sub-topics)	1.55	0.43	very appropriate
7. Coordination with other agencies (3 sub-topics)	1.54	0.47	very appropriate
8. Public Relations and communication channels (10 sub-topics)	1.54	0.47	very appropriate
9. Production Planning (6 sub-topics)	1.53	0.47	very appropriate
Overall	1.61	0.41	very appropriate

Note: ¹ average is calculated from the comment level as follows, very appropriate = 2, less appropriate = 1, inappropriate = 0

² Interpreting as follows, the average 1.34 - 2.00 means very appropriate, 0.67 - 1.33 means less appropriate

0.00 - 0.66 means inappropriate

ดังนั้นในการประชาสัมพันธ์โครงการควรใช้วิธีการส่งเสริมผ่านสื่อสารผ่านบุคคลเนื่องจากการสื่อสาร แบบ 2 ทางสามารถโต้ตอบ ชักถามและแสดงความคิดเห็น ได้ในพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบสมมุติฐานที่พบว่าค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของเกษตรกรด้านการประชาสัมพันธ์โครงการผ่านสื่อบุคคลจะสูงกว่าวิธีการอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดขอนแก่นทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลในการทำงานวิจัย รวมถึงเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านไผ่ และสำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่นทุกท่านที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและคณาจารย์สาขาวิชาการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้คำแนะนำ ตลอดจนการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ รวมถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

- Bangwaek J. et al. (2018). *Post-harvest management and quality assessment of cassava*. <http://www.doa.go.th/research/attachment>. (in Thai)
- Department of Agricultural Extension. (2019). *Collaborative farming project guide 2019*. Bangkok. <http://www.agriman.doe.go.th/home/agri1/>. (in Thai)
- Rickard, J. E. & Gahan, P. B. (1983). The development of occlusions in cassava *Manihot esculent* Crantz.) root xylem vessels. *Annals of Botany* 52: 811-821
- Sethasook, J., Srising, S., Chankham, J., & Sonlaksab S. (1997). *Study of shelf life and quality deterioration of industrial grade tapioca root*. Rayong Field Crops Research Center Field Crops Research Institute Department of Agriculture Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)
- Srisa-ard, B. (1989). *Preliminary research*. 3rd edition. Bangkok. (in Thai)
- Thongdeerawisuraket, P. (2019). Factors encouraging the participation of farmers converting agricultural land in Kanchanaburi. *Academic Journal Kanchanaburi Rajabhat University*.8(1): 107-118. (in Thai)

Wongpichet S. and Chusilp, S., (2005). *Development of Harvesting Process. Cassava with a cassava digger.* Research Report: Faculty of Engineering Khon Kaen University. (in Thai)

Research article

Cassava growers' opinions towards implementation on collaborative farming project in Khon Kaen province

Kanitta Chaleepleam, Krailert Taweekul* and Fakjit Palinthorn

Department of Agricultural Extension and System Approaches, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Mueang, Khon Kaen 40002, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 2 November 2020

Revised: 2 February 2021

Accepted: 11 February 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Cassava

Collaborative farm

Large-scale farming

Opinion

ABSTRACT

This research study was to study the opinions of cassava farmers towards the implementation of the collaborative project in Khon Kaen. Sampling was selected by cassava growers who participated in the collaborative project in Khon Kaen, totaling 9 districts and 166 respondents were interviewed. The result revealed that the opinions of cassava growers were at a high level in all 9 topics (69 sub-topics), with the overall average of 1.61. The ranked in descending order, namely 1) Implementation Guidelines (mean 1.74 ± 0.34) 2) qualifications and conditions for project participation (average 1.74 ± 0.34) 3) knowledge transferred (mean 1.69 ± 0.29) 4) Learning and technology transfer (average 1.66 ± 0.44) 5) meeting and learning (Mean 1.58 ± 0.47) 6) inputs support (mean 1.55 ± 0.43) 7) Coordination with other agencies (mean 1.54 ± 0.47) 8) Public relations and communication channels (mean 1.54 ± 0.47) and 9) production planning (average 1.53 ± 0.47) which indicated that farmers realized the importance of agricultural extension projects. Farmers cooperate in their operations. This implements the project objectives and farmers will likely follow the continued implementation of the project and the production of cassava in the next year is likely to be more efficient.

*Corresponding author

E-mail address: tkrai@kku.ac.th (K. Taweekul)

Online print 27 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.11>



บทความวิจัย

การวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่จังหวัดมหาสารคาม

มนัสนา นันทสาร^{1*} เกศสุตา สิทธิสันติกุล² และ วราภรณ์ นันทะเสน³¹สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290²สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290³สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 6 เมษายน 2564

แก้ไข: 29 เมษายน 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 28 พฤษภาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564

คำสำคัญ

เกษตรกรรุ่นใหม่

ประสิทธิภาพการผลิต

การวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลทั่วไปและรูปแบบการผลิตของเกษตรกรรุ่นใหม่ ในจังหวัดมหาสารคาม 2) ศึกษาประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ในจังหวัดมหาสารคาม และ (3) วิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 77 ราย ทำการเก็บข้อมูลในรอบปีการผลิต 2562 - 2563 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis: DEA) โดยวิเคราะห์ด้านปัจจัยการผลิต (Input-oriented approach) ภายใต้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (Variable Return to Scale: VRS) จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อความมีประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มด้วยแบบจำลอง Tobit ผลการศึกษา พบว่าเกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในฟาร์มมีจำนวน 53 ราย คิดเป็นร้อยละ 68.8 และผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์ม พบว่าความมีประสิทธิภาพของเกษตรกรรุ่นใหม่มาจาก 5 ปัจจัยหลัก คือ รายได้รวม ($P = 0.001$) ประสบการณ์ทำการเกษตร ($P = 0.012$) ค่าจ้างแรงงานในครัวเรือน ($P = 0.001$) รายจ่ายด้านต้นทุนคงที่ ($P = 0.020$) และการใช้เทคโนโลยีในการผลิต ($P = 0.074$) เกษตรกรรุ่นใหม่จึงควรลดปัจจัยการผลิตบางชนิดลง โดยศึกษาด้านการลดต้นทุน และการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อขนาดการผลิตเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการบริหารจัดการฟาร์ม

บทนำ

ภาวะ “แรงงานภาคเกษตรลดลง” เป็นสภาวะที่เกิดขึ้นมานานแล้วและมีความรุนแรงมากขึ้นเป็นลำดับ โดยในระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา มีจำนวนแรงงานภาคเกษตรลดลงถึงร้อยละ 50 พิจารณาจากสถิติการสำรวจแรงงานภาคเกษตรในปี พ.ศ. 2533 พบว่าแรงงานภาคเกษตรมีสัดส่วนร้อยละ 63.3 ของจำนวนผู้มีงานทำทั้งหมด และจากการสำรวจภาวะการทำงานของคนในวัยทำงานตามประเภทอุตสาหกรรมในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 พบว่าจำนวนผู้มีงานทำใน

ภาคเกษตรมีสัดส่วนร้อยละ 31.9 ของผู้มีงานทำรวมทั้งประเทศ หรือมีจำนวน 12.13 ล้านคน (National Statistical office, 2021)

เหตุผลสำคัญที่ทำให้แรงงานภาคเกษตรลดลง สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรของประเทศไทยที่ได้ถูกจัดเข้าสู่กลุ่มประเทศสังคมสูงวัย (aging society) แล้วในปี 2559 และได้ส่งผลถึงสัดส่วนจำนวนแรงงานผู้สูงอายุในภาคการเกษตรในปี 2556 พบว่าแรงงานภาคเกษตรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไปเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าจากปี 2536 (Tansri, 2013) อีกทั้งยังพบว่าแรงงานภาคเกษตรของไทยมีอายุเฉลี่ยสูงขึ้นจาก 40 ปี ในการสำรวจปี

*Corresponding author

E-mail address: manaya.chom@gmail.com (M. Nantasarn)

Online print 28 June 2021 Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology,

Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.12>

พ.ศ. 2545 เพิ่มขึ้นเป็น 58 ปี จากการสำรวจปี 2559 (National Statistical office, 2017) แสดงให้เห็นว่า จำนวนแรงงานภาคเกษตรในปัจจุบัน มีอายุเฉลี่ยสูงขึ้นและเป็นแรงงานผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลถึงผลิตภาพการผลิตในภาคเกษตรของประเทศในอนาคต

นอกจากสัดส่วนแรงงานภาคเกษตรที่มีอายุเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น จำนวนแรงงานคนรุ่นใหม่เข้าสู่ภาคเกษตรหรือเลือกประกอบอาชีพเกษตรกรรมมีจำนวนลดลง โดยสาเหตุที่แรงงานรุ่นใหม่ไม่เข้าสู่ภาคเกษตรนั้นสามารถสรุปได้ว่า เกิดจากทัศนคติที่เห็นว่าอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพที่เหน็ดเหนื่อย ทำงานหนัก อีกทั้งมีความต่างกันของอัตราค่าจ้างระหว่างอาชีพเกษตรและนอกภาคเกษตร ราคาสินค้าเกษตรมีความผันผวน ต้นทุนการผลิตในปัจจุบันเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่มีระบบประกันภัยสินค้าเกษตรที่จะสามารถสร้างความมั่นใจในกระบวนการผลิต อีกทั้งสวัสดิการสำหรับเกษตรกรมีไม่มากนัก ส่งผลถึงคุณภาพชีวิตเมื่อเปรียบเทียบกับอาชีพนอกภาคเกษตร ดังนั้นแรงงานรุ่นใหม่ที่มีความรู้และมีทางเลือกในการหางานทำ จึงนิยมทำงานในเมืองหรือในโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า (Jai-aree et al., 2016; Chueamorn., 2015; Borisutdhi & Kaewkhata., 2015; Sansanee Krajangchom et al., 2016)

สำหรับสถานการณ์การเคลื่อนย้ายแรงงานภาคเกษตรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น พบว่ามีความน่าสนใจบางประการคือการประกาศนโยบายด้านราคาสินค้าเกษตรของรัฐบาลในปี พ.ศ. 2554 เป็นต้นมา ส่งผลให้มีจำนวนแรงงานเคลื่อนย้ายเข้าสู่ภาคเกษตรอย่างปรากฏชัด เมื่อพิจารณาจำนวนแรงงานภาคเกษตร หรือผู้ที่ประกอบอาชีพในภาคเกษตร จากสถิติการสำรวจจำนวนประชากรที่มีงานทำจำแนกตามอาชีพของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ปี 2554 พบว่ามีเพียง 6 จังหวัดเท่านั้นที่มีสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของผู้ประกอบอาชีพในภาคเกษตรกรรม คือ กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ มหาสารคาม มุกดาหาร เลย และศรีสะเกษ (Borisutdhi & Kaewkhata, 2015) เมื่อพิจารณาจำนวนผู้ประกอบอาชีพภาคเกษตรในพื้นที่ 6 จังหวัดดังกล่าว พบว่ามีสัดส่วนการเพิ่มขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2554 - 2556 ในปี พ.ศ. 2557 มีจำนวนผู้ประกอบอาชีพในภาคเกษตรกรรมลดลงอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ทั้ง 6 จังหวัดดังกล่าว จากข้อมูลไตรมาสที่ 4 ปีพ.ศ. 2558 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าจังหวัดมหาสารคาม เป็นจังหวัดที่มีสัดส่วนจำนวนผู้ประกอบอาชีพในภาคเกษตรลดลงมากที่สุดจากพื้นที่ 6 จังหวัด (National Statistical office, 2016) ซึ่งสามารถอนุมานได้ว่า จังหวัดมหาสารคามมีแรงงานเคลื่อนย้ายเข้าสู่ภาคเกษตรจำนวนมากเมื่อมีปัจจัยที่ส่งผลต่อรายได้ที่เพิ่มขึ้นของเกษตรกร เช่น การปรับตัวสูงขึ้นของราคาสินค้าเกษตร สถานการณ์ภัยธรรมชาติ เป็นต้น ต่อมาในปี พ.ศ. 2557 จำนวนแรงงานภาคเกษตรในจังหวัดมหาสารคาม มีการเคลื่อนย้ายแรงงานออกนอกภาคเกษตรในสัดส่วนที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่น

ดังนั้น จังหวัดมหาสารคาม จึงเป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวของปัจจัยที่ส่งผลให้เกษตรกรเคลื่อนย้ายแรงงานเข้าสู่ภาคการเกษตรแต่ในขณะเดียวกันพบว่ายังคงมีกลุ่มคนรุ่นใหม่ทำงานในภาคเกษตรและยึดอาชีพเกษตรกรรมโดยไม่หวนคืนกลับนอกภาคเกษตร คำถามที่เกิดขึ้น คือ เกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีลักษณะการผานาน้องความรู้ด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการผลิต การตลาด และการจัดสรรทรัพยากรการผลิตภายในฟาร์มนั้นมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปและการผลิตของเกษตรกรรุ่นใหม่ (2) เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่และ (3) วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ ผลจากการศึกษาเพื่อนำไปสู่แนวทางในการปรับปรุงการผลิตภายในฟาร์มให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์/วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เกษตรกรรุ่นใหม่ตามคำนิยามของกรมส่งเสริมการเกษตร ซึ่งมีอายุ 17 - 45 ปี ที่ขึ้นทะเบียนตามโครงการ Young Smart Farmer ของสำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคามปี พ.ศ. 2563 จำนวน 35 ราย เกษตรกรรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นทะเบียนกับสำนักงานปฏิรูปที่ดินจังหวัดมหาสารคามจำนวน 17 ราย โครงการผู้นำเยาวชนเกษตรกรด้านปศุสัตว์จำนวน 14 ราย เกษตรกรรุ่นใหม่ในโครงการนำลูกหลานเกษตรกรกลับบ้านของสำนักงานสหกรณ์จังหวัดมหาสารคามจำนวน 8 ราย เกษตรกรรุ่นใหม่ภายใต้โครงการของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรจำนวน 2 ราย และ โครงการอาสาสมัครจำนวน 1 ราย รวมทั้งสิ้น 77 ราย ทำการเก็บข้อมูลในรอบปีการผลิต 2562 - 2563

เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) ที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured) ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ลักษณะการผลิต รายได้และค่าใช้จ่ายในการผลิตภายในฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพนั้นส่วนใหญ่ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ การวัดประสิทธิภาพโดยอาศัยวิธีการแบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach) และการวัดประสิทธิภาพโดยอาศัยวิธีการแบบพารามิเตอร์ (Parametric Approach) ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้วิธีการวัดประสิทธิภาพแบบไม่มีพารามิเตอร์ การศึกษาส่วนใหญ่นิยมใช้ คือ Data envelopment analysis (DEA) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์

ที่ไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดข้อสมมติฐานและรูปแบบสมการการผลิต และเป็นวิธีที่สามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (Harnhirun, 2007) ตลอดจนมีความเหมาะสมกับการวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ภายใต้เงื่อนไขการใช้ปัจจัยการผลิตน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด เมื่อใช้ต้นทุนและรายได้ซึ่งขึ้นอยู่กับการผลิตที่เหมาะสมที่สุดโดยไม่พิจารณาผลกระทบของราคาสินค้า

การศึกษานี้ประยุกต์แนวทางการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตทางเทคนิค (Technical Efficiency) เพื่อหาค่าประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วย รายได้จากการเกษตรและรายได้จากกิจกรรมอื่นนอกการเกษตร เนื่องจากลักษณะการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ มีการดำเนินกิจกรรมภายในฟาร์มที่หลากหลาย และมีคุณลักษณะของการเป็นผู้ประกอบการธุรกิจเกษตร การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ใช้เครื่องมือทางเศรษฐมิติ คือ การวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data envelopment analysis: DEA) เป็นการวิเคราะห์แบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non- Parameter Approach) ซึ่งวิธีการนี้ถูกนำเสนอโดย Farrell (1957) และเลือกพิจารณาประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input- oriented approach) แต่ในความเป็นจริงแล้วระบบตลาดไม่ใช่ตลาดแข่งขันสมบูรณ์หรือเกิดข้อจำกัดทางด้านเงินทุน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกษตรกรรุ่นใหม่หรือหน่วยผลิต (Decision Making Unit: DMU) ไม่สามารถทำการผลิตเต็มกำลังการผลิตภายในฟาร์มได้ จึงเลือกใช้ตัวแบบ BCC ภายใต้ข้อสมมติ VRS ถูกนำเสนอโดย Banker, Charnes & Cooper (1984) ซึ่งอยู่ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร คะแนนประสิทธิภาพที่ได้จากตัวแบบ VRS นี้ เรียกว่า คะแนนประสิทธิภาพเทคนิคที่แท้จริง (Pure Technical Efficiency: PTE) โดยใช้ปัจจัยส่วนผลผลิต (Output) คือรายได้รวมของเกษตรกรรุ่นใหม่ (บาท/ปี) ใช้ปัจจัยนำเข้าทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ จำนวนพื้นที่ที่ใช้ในการผลิต (ไร่) ประสิทธิภาพทำการเกษตร (ปี) ค่าจ้างแรงงานในครัวเรือน (บาท/ไร่/ปี) ค่าจ้างแรงงานภายนอก (บาท/ไร่/ปี) รายจ่ายด้านปัจจัยการผลิต (บาท/ไร่/ปี) รายจ่ายต้นทุนคงที่ (บาท/ไร่/ปี) และดอกเบี้ยเงินกู้ (บาท/ปี)

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มในครั้งนี้ใช้สูตรการคำนวณภายใต้ข้อสมมติฐาน VRS ดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{Minimize } \theta_{j0} \\ & \text{subject to: } \sum_{i=1}^m \lambda_j Y_{ij} - Y_{j0} \geq 0 \quad (1) \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{kj} - \theta_{j0} X_{kj0} \geq 0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 1 \\ & i = 1, \dots, m \\ & j = 1, \dots, n \\ & k = 1, \dots, k \end{aligned}$$

θ_{j0}	คือ ตัวชี้วัดระดับประสิทธิภาพของหน่วยผลิต DMU ที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต (isoquant)
$j0$	คือ ลำดับของหน่วยผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดน (frontier)
X_{kj}	คือ ปัจจัยการผลิตที่ k ของหน่วยผลิตที่ j
j	คือ จำนวนของหน่วยผลิต ($j = 1, \dots, 77$)
k	คือ จำนวนปัจจัยการผลิต ($k = 7$)
Y_{ij}	คือ ผลผลิตที่ i ของหน่วยผลิตที่ j
i	คือ จำนวนผลผลิต
λ_j	คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของหน่วยผลิตที่ j

ในส่วนของการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในฟาร์ม โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบทอบิต (Tobit regression) เนื่องจากค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 1 ดังนั้น จึงอาจเกิดเหตุการณ์ที่ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในหน่วยตัดล้นใจ ที่ตัวแปรตามมีค่าเป็นศูนย์ถูกตัดทิ้งไป หรืออาจกล่าวได้ว่า ค่าคะแนนประสิทธิภาพเป็นตัวแปรที่มีค่าในบางช่วงที่ถูกจำกัด (Censored Variable) และตัวแปรนั้นจะต้องไม่มีค่าเป็นลบ ดังนั้น การคำนวณหาสมการถดถอยในการศึกษานี้จะใช้แบบจำลอง Tobit ซึ่งมีความเหมาะสมในการประมาณค่าผลกระทบมากกว่าแบบจำลองสมการถดถอยทั่วไป

สำหรับการกำหนดตัวแปรอิสระที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่า เพศ อายุ ประสบการณ์ทำการเกษตร จำนวนปีการศึกษา จำนวนพื้นที่ที่ใช้ในการผลิต (Patcharathamkul et al., 2017; Wongchai., 2017; Utaranakorn & Mawongwai., 2020; Santipolavut et al., 2007; A.V. et al., 2012) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต นอกจากนี้ยังมีตัวแปรด้านรายได้และค่าใช้จ่ายในการผลิตของฟาร์ม ได้แก่ ค่าจ้างแรงงานในครัวเรือน ค่าจ้างแรงงานภายนอก รายจ่ายด้านปัจจัยการผลิต รายจ่ายต้นทุนคงที่ (Aksornphan., 2009; Sungthong., 2008; Phitthayaphinant et al., 2013; Thipbharos, 2018; Ayaz et al., 2011; Areerat et al., 2012; Poudel et al., 2015) ตัวแปรเทคโนโลยีที่ช่วยในการผลิต และเทคโนโลยีที่ช่วยในด้านการตลาด เป็นปัจจัยที่อาจจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่

สำหรับแบบจำลอง Tobit ที่ใช้ในการประมาณค่าหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพมีรูปแบบ ดังต่อไปนี้

$$PTE_i = \beta_0 + \beta_1 LNAGE_i + \beta_2 LNEDU + \beta_3 GEN + \beta_4 LNIA (2) + \beta_5 LNYELL + \beta_6 LNEXP + \beta_7 LNAREA + \beta_8 LNLNLF + \beta_9 LNL + \beta_{10} LNTVC + \beta_{11} LNTFC + \beta_{12} TECHPRO + \beta_{13} TECHMAR + u$$

โดยที่

PTE	คือ ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง
LN	คือ natural log
β_0	คือค่าคงที่
$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_{13}$	คือค่า พารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระ
u	คือค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นอิสระต่อกัน
AGE	คืออายุของเกษตรกรรุ่นใหม่ (ปี)

EDU	คือจำนวนปีการศึกษา
GEN	คือ เพศ เป็นตัวแปรหุ่น (โดยที่ 0 = เพศชาย 1 = เพศหญิง)
IA	คือ รายได้รวมทุกกิจกรรมของเกษตรกรรุ่นใหม่ (บาท/ปี)
YELL	คือ จำนวนดอกเบญจเกตุ (บาท/ปี)
EXP	คือ ประสบการณ์ทำการเกษตร (ปี)
AREA	คือ จำนวนพื้นที่ที่ใช้ในการผลิต (ไร่)
LF	คือ ค่าจ้างแรงงานในครัวเรือน (บาท/ไร่/ปี)
L	คือ ค่าจ้างแรงงานภายนอก (บาท/ไร่/ปี)
TVC	คือ รายจ่ายด้านปัจจัยการผลิต (บาท/ไร่/ปี)
TFC	คือ รายจ่ายต้นทุนคงที่ (บาท/ไร่/ปี)
TECHPRO	คือ เทคโนโลยีที่ช่วยในการผลิต เป็นตัวแปร Dummy Variable โดยที่มีเทคโนโลยี = 1, ไม่มีเทคโนโลยี = 0)
TECHMAR	คือ เทคโนโลยีที่ช่วยในการตลาด (TECHMAR, เป็นตัวแปร Dummy Variable โดยที่มีเทคโนโลยี = 1, ไม่มีเทคโนโลยี = 0)

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรรุ่นใหม่

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเกษตรกรรุ่นใหม่จำนวน 77 ราย พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 55.8 เพศหญิงร้อยละ 44.2 อายุเฉลี่ยของเกษตรกรรุ่นใหม่เท่ากับ 34.4 ปี จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 51.9 ในจำนวนนี้มีเกษตรกรรุ่นใหม่ที่จะจบการศึกษาด้านการเกษตรหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง คิดเป็นร้อยละ 20.8 มีประสบการณ์ในการทำการเกษตรเฉลี่ย 5.2 ปี มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 26 ไร่ ผู้ที่มีพื้นที่ทำการเกษตรมากที่สุดจำนวน 100 ไร่ และน้อยที่สุดจำนวน 3 งาน

ลักษณะการผลิตของเกษตรกรรุ่นใหม่

สามารถแบ่งลักษณะการทำเกษตรกรรม ตามประเภทสินค้าเกษตรที่สร้างรายได้ทางเศรษฐกิจให้กับฟาร์มได้เป็น 3 ประเภท คือ 1) การปลูกพืชที่สร้างรายได้เป็นหลัก 2) การเลี้ยงสัตว์ที่สร้างรายได้เป็นหลัก และ 3) การทำเกษตรแบบผสมผสานโดยเกษตรกรรุ่นใหม่เป็นผู้บริหารจัดการฟาร์มตลอดจนเป็นแรงงานภายในฟาร์ม โดยมีรายละเอียดการผลิตดังนี้

1) การปลูกพืชที่สร้างรายได้เป็นหลัก กล่าวคือ เกษตรกรรุ่นใหม่ที่จะทำการปลูกพืช ทั้งพืชเชิงเดี่ยวและพืชหลากหลายชนิดที่สร้างรายได้หลักภายในฟาร์มอาจมีการเลี้ยงสัตว์แต่เป็นลักษณะเพื่อใช้บริโภคในครัวเรือนเท่านั้น พบว่ามีจำนวน 29 ราย พืชที่เลือกผลิตได้แก่ ผักสลัดออร์แกนิกส์ ผักสวนครัว ดอกขจรและกึ่งพันธุ์แดงโมข้าวหอมมะลิดำ ฝรั่ง กล้วย วานิชมงคล วานานางคำ ไพลและขมิ้นชัน ข้าวโพดทับทิมสยาม (Siam Ruby Queen) มันทะหวานสายพันธุ์ญี่ปุ่น ดอกกระเจียวหวาน ดอกปทุมมา (Siam Tulip) พันธุ์กล้วยไม้ป่า ผักหวานป่า เห็ดฟางในโรงเรือน มัลเบอร์รี่ ผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ดอกคัตเตอร์ ดอกสร้อยทอง ไม้พวงหวาน มะม่วงน้ำดอกไม้ อ้อยคั้นน้ำ เป็นต้น จะสังเกตเห็นได้ว่า เกษตรกรรุ่นใหม่มีลักษณะการผลิตพืชหลากหลายชนิด และมีความแตกต่างจากพืชเศรษฐกิจในอดีต ซึ่งแตกต่างจากงานศึกษาโดยใช้ข้อมูลภาพรวม

เกษตรกรไทยโดยระบุว่า ครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการทำเกษตรเชิงเดี่ยวเป็นจำนวนมาก (Chantararat et al, 2019)

2) การเลี้ยงสัตว์สร้างรายได้เป็นหลัก หรือมีการปลูกพืชร่วมด้วยแต่เพียงเพื่อการบริโภคในครัวเรือนเท่านั้น พบว่ามีจำนวน 9 ราย ได้แก่ การเลี้ยงโคขุนเพื่อจัดส่งสหกรณ์การเกษตร การเลี้ยงโคเนื้อเพื่อเอ็งก้าไว้ในระยะสั้นและจัดจำหน่ายในตลาดนัดโคกระบือหรือผ่านช่องทางออนไลน์ การเพาะพันธุ์ – อนุบาลลูกปลาจำหน่าย การทำฟาร์มวัวนม การทำฟาร์มเลี้ยงจิ้งหรีด การเลี้ยงเป็ดไข่ ข้อสังเกตพบว่า เกษตรกรกลุ่มเลี้ยงสัตว์มีความจำเป็นต้องจัดหาพ่อ - แม่พันธุ์ รวมถึงการก่อสร้างอาคารโรงเรือน ซึ่งจะใช้งบลงทุนสูงกว่าเกษตรกรกลุ่มที่เน้นการผลิตพืชเป็นหลัก

3) การทำเกษตรแบบผสมผสานที่มีทั้งพืชและสัตว์สร้างรายได้หลักให้กับฟาร์ม มีจำนวน 39 ราย โดยมีลักษณะการผลิตได้แก่ การผลิตตะไคร้และพริกสดส่งออก การปลูกผักหวานป่า การทำสวนฝรั่ง การทำนาข้าวอินทรีย์ เลี้ยงหมู จิ้งหรีด ไก่พื้นเมือง การเลี้ยงปลา การปลูกมัลเบอร์รี่พร้อมแปรรูป การทำไร่อ้อยและมันสำปะหลังร่วมกับ การเลี้ยงแพะ การเลี้ยงไก่ไข่ เป็ดไข่ การผลิตผักสลัดในโรงเรือน การทำนาและให้บริการเครื่องจักรกลการเกษตรและปลูกมันเทศญี่ปุ่นจำหน่ายต้นพันธุ์ การทำสวนพริกพร้อมแปรรูปพริกตากแห้ง โดยทุกครัวเรือนจะทำการผลิตรวมกับการเลี้ยงโคเนื้อเพื่อจำหน่ายในตลาดนัดท้องถิ่น เป็นต้น

ในภาพรวมเกษตรกรรุ่นใหม่ในจังหวัดมหาสารคาม มีลักษณะที่เน้นการผลิตโคเนื้อเพื่อสร้างรายได้รายปี มีการนำเทคโนโลยีสื่อสังคมออนไลน์เข้ามาช่วยในการจำหน่าย ได้แก่ แอปพลิเคชัน Line Facebook และ Youtube ซึ่งสามารถจำหน่ายในราคาสูง เน้นการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค เช่น สินค้าอินทรีย์ สินค้าปลอดภัย บางส่วนยังพึ่งพิงตลาดในชุมชนเป็นหลักอาจเนื่องจากอยู่ในระยะช่วงเริ่มต้นทำเกษตรและหลีกเลี่ยงระบบพ่อค้าคนกลาง ซึ่งในอนาคตควรขยายช่องทางการตลาดที่หลากหลายเพิ่มขึ้นเพื่อสร้างความมั่นคงยั่งยืนให้กับฟาร์ม

ประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์ม

ในการศึกษาคครั้งนี้ นำเสนอผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มโดยใช้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงของเกษตรกรรุ่นใหม่ดังแสดงผลใน ตารางที่ 1 โดยค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง จึงทำการแบ่งการแจกแจงค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลเพื่อสะดวกต่อการนำเสนอออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ คะแนนประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มเท่ากับ 1 คะแนนประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มเท่ากับค่าเฉลี่ยรวม และคะแนนประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม อีกทั้งยังได้นำเสนอแยกตาม

ประสบการณ์ในการทำเกษตรของเกษตรกร (Utaranakorn & Mawongwai, 2020) ดังต่อไปนี้

ฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มอยู่ในระดับค่อนข้างสูง 0.95 (ร้อยละ 95.00) เกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีค่าประสิทธิภาพการดำเนินงานของฟาร์มสูงสุด (1.00) มีจำนวน 53 รายคิดเป็นร้อยละ 68.8 ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่มีประสบการณ์การทำเกษตรน้อยกว่า 5 ปี และมีเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ไม่มีความรู้ประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์ม

Table 1: Scores of pure technical efficiency with classifying by farmers' experience in cricket farming

PTE score level	Farmers' experience in cricket farming			Unit	Percentage
	< 5 years	5 -10 years	> 10 years		
PTE(CRS) = 1.00	35	13	5	53	68.8
Mean of PTE < PTE < 1.00	1	1	0	2	2.60
PTE = Mean of PTE	0	0	0	0	0.00
Mean of PTE > PTE	12	8	2	22	28.57
Total	48	22	7	77	100.00
Mean of PTE	0.95				
Standard deviation	0.09				
Minimum	0.64				

หรือ Inefficiency คิดเป็นร้อยละ 31.2 สามารถจำแนกเกษตรกรรุ่นใหม่ตามแนวทางการปรับลดปัจจัยการผลิตออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มเกษตรกรที่มีค่าประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มมากกว่าค่าเฉลี่ยแต่น้อยกว่าค่าประสิทธิภาพสูงสุดจำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 2.6 นับว่าเป็นกลุ่มเกษตรกรที่สามารถส่งเสริมให้เพิ่มประสิทธิภาพได้ง่ายที่สุด เพราะเกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยการลดปัจจัยการผลิตลงเพียงเล็กน้อย โดยที่ปริมาณผลผลิตไม่เปลี่ยนแปลง

2) กลุ่มเกษตรกรที่มีค่าประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มเท่ากับค่าเฉลี่ย ซึ่งกลับไม่พบเกษตรกรรุ่นใหม่ที่อยู่ในกลุ่มดังกล่าว

3) กลุ่มเกษตรกรที่มีค่าประสิทธิภาพการดำเนินงานของฟาร์มน้อยกว่าค่าเฉลี่ย จำนวน 22 ราย คิดเป็นร้อยละ 28.6 ของเกษตรกรทั้งหมด

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่

ผลการวิเคราะห์ความมีประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ ด้วยสมการ Tobit Regression Model พบว่า

ระบบสมการมีค่า R-Square เท่ากับ 0.6901 แสดงว่าโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบาย การผันแปรของค่าประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มได้ร้อยละ 69.01 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากแบบจำลอง Tobit นั้น สามารถอธิบายได้เพียงทิศทางความสัมพันธ์เท่านั้น ไม่สามารถอธิบายถึงผลกระทบของตัวแปรอิสระได้ ดังนั้น เพื่อที่จะต้องการทราบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความน่าจะเป็น (Probability) ที่จะเกิดผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์ม จึงต้องหาค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect)

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่นั้น ประกอบไปด้วยห้าตัวแปรได้แก่

(1) รายได้รวม (LNIA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าความมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ หากเกษตรกรรุ่นใหม่มีรายได้รวมเพิ่มขึ้น 1 บาท จะมีโอกาสทำให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในฟาร์มของเกษตรกรเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.12 สอดคล้องกับงานศึกษาทั้งจากต่างประเทศและภายในประเทศ เกษตรกรที่มีอายุน้อยกว่า 45 ปี จะมีความรู้ประสิทธิภาพการจัดการฟาร์มได้ดีกว่าเกษตรกรที่มีอายุมากโดยวัดจากรายได้ของฟาร์มและการใช้ประโยชน์จากที่ดิน (Lee, 2015; Loren et al., 2000; Chantararat et al., 2019)

(2) ประสบการณ์ทำการเกษตร (LNEXP) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับค่าความมีประสิทธิภาพ หรืออาจกล่าวได้ว่า หากเกษตรกรมีประสบการณ์ทำการเกษตรเพิ่มขึ้น 1 ปีจะมีโอกาสทำให้ประสิทธิภาพในการดำเนินงานฟาร์มลดลงร้อยละ 14.60 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยในภาคเหนือตอนบนของ Patcharathamkul et al. (2017) และ การศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดเชียงใหม่ Pattarakamolse & Chaovanapoonphol (2018) อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานศึกษาฟาร์มเกษตรในต่างประเทศ เช่น ฟาร์มปลานิลขนาดเล็กในประเทศจีน (Zhang et al, 2017) การผลิตสับปะรดในอินโดนีเซีย (Riatania et al, 2014) หากเกษตรกรรุ่นใหม่มีประสบการณ์เพิ่มขึ้นใช้วิธีการผลิตแบบเดิมเป็นระยะเวลานานอาจไม่สามารถสะท้อนถึงความสามารถในการบริหารจัดการฟาร์มได้อย่างแท้จริง

(3) ค่าจ้างแรงงานในครัวเรือน (LNLF) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับค่าความมีประสิทธิภาพ หมายความว่า ถ้าเกษตรกรรุ่นใหม่ใช้แรงงานภายในครัวเรือนเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าความมีประสิทธิภาพลดลง สามารถขยายความได้ว่า ค่าแรงงานในครัวเรือน คือ ต้นทุนที่เกษตรกรไม่ต้อง

Table 2: Determinants of pure technical efficiency by Tobit regression model

Variables	Maximum Likelihood					
	Coefficient	Std. Error	t-ratio	P[Z >z]	Marginal Effect	P[Z >z]
Constant	3.0625	1.1219	2.73	0.008	3.0625	1.1219
LNAGE	-0.2031	0.1479	-1.37	0.175	-0.2031	0.170
LNEDU	-0.0322	0.1808	-0.18	0.859	-0.0323	0.858
GEN	0.0006	0.0540	0.01	0.991	0.0006	0.991
LNIA	0.2912***	0.0847	3.44	0.001	0.2912***	0.001
LNVELL	-0.0046	0.0060	-0.78	0.439	-0.0047	0.436
LNEXP	-0.1459**	0.0579	-2.52	0.014	-0.1460**	0.012
LNAREA	-0.1003	0.0629	-1.59	0.116	-0.1003	0.111
LNL	-0.2355***	0.0716	-3.29	0.002	-0.2355***	0.001
LNL	-0.0098	0.0075	-1.31	0.194	-0.0098	0.189
LNTVC	-0.0570	0.0559	-1.02	0.312	-0.0570	0.308
LNTFC	-0.1077**	0.0463	-2.32	0.023	-0.1077**	0.020
TECHPRO	-0.1897*	0.1061	-1.79	0.079	-0.1897*	0.074
TECHMAR	0.0236	0.0682	0.35	0.730	0.0236	0.729
Log-likelihood	-8.054142					
Lower	0					
Upper	1					
Pseudo R ²	0.6901					

Note: *** Significant at $P < 0.01$, ** Significant at $P < 0.05$, *Significant at $P < 0.1$

จ่ายเป็นเงินสดแต่ต้องถือเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิต เกษตรกรรุ่นใหม่ส่วนใหญ่ใช้แรงงานภายในครัวเรือนเป็นหลัก จึงส่งผลต่อค่าความมีประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในฟาร์ม โดยพบว่า เกษตรกรที่มีต้นทุนค่าจ้างแรงงานภายในครัวเรือนเพิ่มขึ้น 1 บาท จะมีโอกาสทำให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานลดลงร้อยละ 23.55 ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของ Kongtanajaruanun & Cheamuangphan (2018) ที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตข้าวระหว่างนาดำและนาหว่านของเกษตรกรในภาคเหนือตอนบนพบว่า หากมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเข้ามาทำเกษตรเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มลดลง

(4) รายจ่ายด้านต้นทุนคงที่ (LNTFC) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับค่าความมีประสิทธิภาพ แสดงว่าถ้าเกษตรกรรุ่นใหม่มีการลงทุนในรายจ่ายด้านต้นทุนคงที่เพิ่มขึ้น 1 บาท จะมีโอกาสทำให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในฟาร์มของเกษตรกรลดลงร้อยละ 10.77

(5) การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิต (TECHPRO) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับค่าความมีประสิทธิภาพ แสดงว่า การที่เกษตรกรรุ่นใหม่ต้องการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิตเพิ่มขึ้น อาจส่งผลให้ค่าความมีประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มไม่ได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วยหรือมีการ

ลดลงได้ สาเหตุเนื่องมาจากการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิตนั้น ทั้งในรูปแบบของการเช่าหรือลงทุน เช่น เช่าเครื่องจักรกลเกษตร การจ้างงานพร้อมเครื่องจักร การลงทุนซื้อเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ทางเทคโนโลยีเหล่านี้ เกษตรกรมักมุ่งหวังผลเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานและคาดการณ์ว่าจะทำให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้นจากการมีเครื่องจักรมาลดระยะเวลาและแรงงาน แต่ในความเป็นจริงเกษตรกรควรพิจารณาสัดส่วนแรงงานและพื้นที่ต่อจำนวนเครื่องจักรด้วย จึงจะทำให้ฟาร์มมีประสิทธิภาพการผลิตดีที่สุด ฟาร์มขนาดเล็กอาจใช้เครื่องจักรได้ไม่เต็มที่ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นมีโอกาสมากขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลงร้อยละ 18.97 ซึ่งสอดคล้องกับ Heyuan and Xiaoling (2016) ที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพเชิงนิเวศและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตภาคเกษตรในประเทศจีน ที่พบว่าการลงทุนในเทคโนโลยีและปัจจัยคงที่ในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง อีกทั้ง Zhang et al (2017) พบว่าการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีในฟาร์มปศุสัตว์ในมณฑลกว่างซีประเทศจีน ส่งผลให้ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจลดลง

ในส่วนของการปัจจัยส่วนอื่นนั้น ประกอบด้วย ตัวแปรอายุ (LNAGE), การศึกษา (LNEDU), เพศ (GEN), ดอกเบี้ยเงินกู้ (LNVELL), พื้นที่ทำการเกษตร (LNAREA), ค่าจ้างแรงงานภายนอกครัวเรือน (LNL), รายจ่ายด้านต้นทุนปัจจัยการผลิต (LNTVC), และเทคโนโลยี

ทางการตลาด (TECHMAR) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวแปรทั้ง 8 ตัว ไม่สามารถนำมาใช้อธิบายความมีประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานของฟาร์ม ด้วยวิธี DEA และการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์ม ด้วยแบบจำลอง Tobit ของเกษตรกรรุ่นใหม่ในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 77 ราย ในรอบปีการผลิต 2562 - 2563 แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรรุ่นใหม่มีประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 95 ทั้งนี้เกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มสูงสุด (1.00) มีจำนวน 53 ราย คิดเป็นร้อยละ 68.8 ของเกษตรกรทั้งหมด ซึ่งสามารถจัดให้เกษตรกรรุ่นใหม่กลุ่มนี้เป็นเกษตรกรต้นแบบ (DMU references) ในการพัฒนาประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรายอื่นที่มีประสิทธิภาพการดำเนินงานต่ำ (Inefficiency) ได้ และยังมีเกษตรกรรุ่นใหม่ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในฟาร์ม จำนวน 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 31.2

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ เกษตรกรรุ่นใหม่บางรายที่มีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่า 1 ถือว่าเป็นฟาร์มที่ไม่มีประสิทธิภาพ สะท้อนได้ว่า เกษตรกรรุ่นใหม่ยังมีการใช้ปัจจัยการผลิตไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด กล่าวคือ เกษตรกรรุ่นใหม่บางรายมีการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตที่มากเกินไป เช่น การใช้จำนวนแรงงานในครัวเรือนหรือการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิตมากเกินไปจนความจำเป็น รวมถึงอาจมีสาเหตุมาจากการจัดการที่ขาดประสิทธิภาพ จึงส่งผลต่อค่าใช้จ่ายภายในฟาร์มที่ไม่ได้ทำการผลิต ณ จุดที่ทำให้เกิดรายได้และกำไรสูงสุด จึงควรลดค่าใช้จ่ายปัจจัยการผลิตบางชนิดลง โดยการศึกษาจากเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จหรือจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในด้านการลดต้นทุน หรือการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อขนาดและลักษณะการผลิตภายในฟาร์มเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้การบริหารจัดการปัจจัยการผลิตเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรรุ่นใหม่ในจังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคาม และสำนักงานปฎิรูปที่ดินจังหวัดมหาสารคาม ผู้อำนวยความสะดวกข้อมูลในงานวิจัยนี้

References

- Aksomphan, P. (2009). Profit efficiency of standardized pig production in Thailand. *Kasetsart University Journal of Economics*, 16(1), 26 - 38. (In Thai)
- Areerat, T., Hiroshi, K., Kamol, N. & Koh-en. Y. (2012). Economic efficiency of broiler farms in Thailand: data envelopment analysis approach. *British Journal of Economics Finance and Management Sciences*, 5(1), 33 - 43.
- Ayaz, S., Anwar, S., Sial, M.H. & Hussain, Z., (2011). Role of agricultural credit on production efficiency of farming sector in Pakistan- A data envelopment analysis. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 9(1), 38-44.
- Borisudhi, Y. & Kaewkhata, C. (2015). Grounded conditions towards farming as an occupation by farmers and their descendants. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 33(1), 62 - 71. (In Thai)
- Chantarat, S., Attavanich, W. & Sa-ngimnet, B. (2019). *Microscopic view of Thailand's agriculture through the lens of farmer registration and census data*. Retrieve from. <https://www.pier.or.th/?abridged>. (In Thai)
- Chueamorn, T. (2015). The decision factors to work at Singburi sugar industry of employees whose family has agriculture occupy. *Journal of humanities and social sciences Rajapruk University*, 1(2), 36 - 47. (In Thai)
- Farrell, M.J. (1957). The measurement of the productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(9), 253-281.
- Hamhirun, S. (2007). *Concept of measuring economic production efficiency*. Office of Industrial Economics Retrieved from <http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/article/HowtoCheckTFP-inEconomy.pdf>. (In Thai)
- Jai-aree, A., Yingyuat N. & Siripattananan, N.. (2016). Guidelines on manpower development to become entrepreneurs in agricultural career paths: learning from experience of the developmental project of the new generation of farmers. *Journal of Politics and Governance* 6(1), 243 - 262. (In Thai)
- Kaewkhata, C. (2015). *Factors affecting the persistence in agricultural careers of farm households in Sisaket Province*. Master's Thesis. Agricultural Extension And Development. Khon Kaen University. (In Thai)

- Kongtanajaruanun, R. & Cheamuangphan, A. (2018). Efficiency of rice production between transplanting and direct seeding method in the upper northern region. *Journal of Agricultural Research and Extension*, 35(3), 1 - 8. (In Thai)
- Krajangchom, S., Auttarat, S., Srinurak, N. & Yasai, U. (2016). *Agriculture and food security: attitude and motivation on agricultural occupational inheritance of the farmer's descendants in Sanpatong district, Chiang Mai province*. Social Research Institute. Chiang Mai University. (in Thai)
- Lee, T. (2015). *The aging of agriculture and the income instability of young farmers in Korea*. FFTC-MARDI International Seminar on Cultivating the Young Generation of Farmers with Farmland Policy Implication, Malaysia Development. Khon Kaen University. (in Thai)
- Loren W. Tauer & Lordkipanidze, N.. (2000). Farmer efficiency and technology use with age, *Agricultural and Resource Economics Review*, 29(1), 24- 31.
- Lubis, R., Daryanto, A., Tambunan, M. & Purwati, H. (2014). Technical, allocative and economic efficiency of pineapple production in West Java province, Indonesia: A DEA Approach. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(6), 18-23.
- Manjunatha, A.V., Anik, A.R., Speelman, S. & Nuppenau, E.A. (2012). Impact of land fragmentation, farm size, land ownership and crop diversity on profit and efficiency of irrigated farms in India. *Land use Policy*, 31, 397-405
- Patcharathamkul, C., Cheamuangphan, A, Tunsuchat, R. & Phaoumnuaywit, A. (2017). *Efficiency of longan production of farmer in Upper Northern Region*. Report Maejo University. (in Thai)
- Pattarakamolse, C., & Chaovanapoonphol, Y. (2018). Technical efficiency of garlic production in Fang District, Chiang Mai Province. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 46(2), 359 - 366. (in Thai)
- Phitthayaphinant, P. (2013). Economic efficiency analysis of oil palm production in Aoluek District, Krabi Province. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 31(2), 85 - 94. (In Thai)
- Poudel, K.L., Johnson, T.G., Yamamoto, N., Gautam, S. & Mishra, B. (2015). Comparing technical efficiency of organic and conventional coffee farms in rural hill region of Nepal using data envelopment analysis (DEA) approach. *Organic Agriculture*, 5, 263 – 275.
- Santipolavut, S., Sukharomna, S., Vesdapunt, E. and Udomwitid, S. (2007). *A study on thai labour productivity and its determinants*. Conference Paper. Department of Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University. (In Thai)
- Sungthong, J. (2008). Measurement of production and export efficiency of Thai cut orchid. Master's Thesis. Bangkok. National Institute of Development Administration. (In Thai)
- Tansri, K. (2013). *Labor and agricultural changing*. Retrieved 20 September 2017 from https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/NorthEastern/DocLib_Research. (in Thai)
- Thipbharos P. (2018). *Organic rice production model and production efficiency*. [Doctoral Dissertation] College of Innovative Business and Accountancy, Dhurakij Pundit University. (In Thai)
- Utaranakorn, P. & Mawongwai, Y. (2020). Measurement of technical efficiency of cricket farming of farmers in Nam Phong district, Khon Kaen province by Data Envelopment Ananlysis approach. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49(1), 167 – 178. (In Thai)
- Zongli, Z., Yanan, Z., Feifan, L., Hui, Y., Yongming, Y. & Xinhua, Y. (2017). Economic efficiency of small-scale tilapia farms in Guangxi China. *Aquaculture Economics and Management*, 21(2), 283 - 294.

Research article

The efficiency measurement of farm productive of young farmers Maha Sarakham Province

Mananya Nantasarn^{1*}, Katesuda Sittbisuntikul² and Waraporn Nunthasen³

¹*Applied Economics's Program, Faculty of Economic, Maejo university, Sansai, Chiang Mai 50290 Thailand*

²*Agricultural and Environmental Economics's Program, Faculty of Economics, Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290, Thailand*

³*Economics's Program in International Economics, Faculty of Economics, Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290, Thailand*

ARTICLE INFO

Article history

Received: 6 April 2021

Revised: 29 April 2021

Accepted: 28 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Young farmers

Farm productive efficiency

Data development analysis

ABSTRACT

The objective of this research are 1) to study the general information and production system of young farmers in Maha Sarakham Province; 2) to study farm productive efficiency of Maha Sarakham young farmers; and 3) to analysis the factors effecting the productive efficiency in the farm of young farmers in Maha Sarakham Province for 77 farms. The data was collected in production year 2019-2020. The efficiency analysis was used the Data Envelopment Analysis (DEA) for analysis the factor of production focusing on Input Oriented under the assumption Variable Return to Scale (VRS). Then, a Tobit Regression Model was applied to find the factors affecting the efficiency in farm production. The result of the study has found that young farmers who have efficiency in farm production are 53 persons, consider as 68.8 percent. The analysis of factors affecting production efficiency of young farmers have found in 5 issues and p value as followings; total income (P = 0.001), experience in agriculture (P = 0.012), household wage (P = 0.001), fixed cost expenditures (P = 0.020), use of technology in production (P = 0.074). Therefore, the farmers should reduce some production factors, in terms of studying cost reduction and the use of technology which proper with production size, for the efficient performance.

*Corresponding author

E-mail address: manaya.chom@gmail.com (M. Nantasarn)

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.12>



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

บทความวิจัย

การประเมินความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสม ของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเข็ญ อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท

จุฬาลักษณ์ ตลับนาค^{1*} เพลินพิศ ยะสินธุ์² และ อานาจ สวัสดิ์ณะ³

¹สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

²สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

³สาขาเทคโนโลยีมีเดีย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 5 เมษายน 2564

แก้ไข: 30 เมษายน 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 30 พฤษภาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 พฤษภาคม 2564

คำสำคัญ

เกษตรกรผู้ปลูกผัก

มาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสม

ตำบลบ้านเข็ญ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเข็ญ อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท และเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจต่อการปลูกผักแบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practice; GAP) ของเกษตรกร ประชากรคือ เกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเข็ญ จำนวน 16 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่มีโครงสร้างและการสนทนากลุ่มแบบมีส่วนร่วม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 41-60 ปี มีการศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า สถานภาพสมรส จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 3-4 คน รายได้จากการปลูกผักเฉลี่ย 4,457 บาท/เดือน พื้นที่การปลูกผักแตกต่างกันตั้งแต่ 1-30 ไร่ หรือมากกว่า 30 ไร่ ปลูกมานานเฉลี่ย 11.6 ปี ผักที่นำไปขายเอง รูปแบบในการทำเกษตรเป็นเกษตรผสมผสาน ร้อยละ 62.50 ($\bar{x} = 0.63$, S.D. = 0.50) สภาพพื้นที่เป็นที่ลุ่ม ดินร่วนปนทราย ระบบการชลประทานเข้าถึงในบางพื้นที่ สภาพอากาศในฤดูฝนจะแล้ง เกษตรกรส่วนใหญ่รู้จักการปลูกผักแบบ GAP แต่ไม่เคยได้รับความรู้หรือการฝึกอบรมเกี่ยวกับ GAP จากหน่วยงานต่าง ๆ ร้อยละ 56.25 ($\bar{x} = 0.56$, S.D. = 0.51) โดยได้รับข้อมูลการปลูกแบบ GAP จากเกษตรกรที่ผ่านการอบรม แสดงว่า เกษตรกรโดยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 41-60 ปี ประสบการณ์การปลูกผักเฉลี่ยเกิน 10 ปี แต่ยังไม่เคยได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป เกษตรกรควรได้รับการอบรมจากหน่วยงานเพิ่มเติมถึงกระบวนการปลูกแบบ GAP การจัดการศัตรูพืช การวิเคราะห์ดินและน้ำ การใช้ปุ๋ยชีวภาพ และการขอรับรองมาตรฐาน GAP ต่อไป

บทนำ

แนวโน้มผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับการรักษาสุขภาพ ทานอาหารปลอดภัย พืชผักปลอดสารพิษมากขึ้น ในขณะที่พืชผัก ผลไม้ที่วางขายในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังมีสารเคมีตกค้างอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเกินค่ามาตรฐานจากที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดไว้ (Health Consumer Protection Program, Chulalongkorn

University, 2020) เนื่องจากเกษตรกรมักจะคำนึงถึงการเพิ่มปริมาณผลผลิต คุณภาพภายนอกของผลผลิต และช่วงราคาที่จะได้รับมากกว่าปัจจัยอื่น ๆ จึงทำให้เกษตรกรใช้สารเคมีในปริมาณที่มากและหลากหลายชนิด เพื่อให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ จึงส่งผลทำให้เกษตรกรมีความต้องการปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสารเคมีทางการเกษตร จากรายงานของ (Office of Agricultural

*Corresponding author

E-mail address: chulalak.t@chandra.ac.th (C Talubnak)

Online print 28 May 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.14>

Economics, 2020) รายงานว่าในรอบ 11 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2561) ประเทศไทยได้นำเข้าวัตถุดิบรายการเกษตร ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดแมลง และสารป้องกันกำจัดโรคพืช ปริมาณรวม 1,663,780 ตัน มูลค่ารวม 246,715 ล้านบาท ซึ่งแนวโน้มมีปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเกษตรกรไทยยังนิยมใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการทำเกษตร โดยมีความเชื่อว่ามีต้นทุนต่ำที่สุด สะดวกสบายที่สุด แต่ในทางกลับกันมีข้อมูลจากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ในช่วง 10 เดือนของปีงบประมาณ 2562 (1 ต.ค. 2561 – 17 ก.ค. 2562) มีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลต่าง ๆ ทั่วประเทศ ในจำนวนนี้เป็นผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาโดยมีสาเหตุจากการได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 3,067 ราย เสียชีวิต 407 ราย เบิกจ่ายค่ารักษากว่า 14.64 ล้านบาท (Thai Civil Rights and Investigative Journalism, 2020) การปฏิบัติทางเกษตรที่ดีเหมาะสม (Good Agricultural Practice; GAP) เป็นระบบการปฏิบัติการผลิตพืชที่ปลอดภัยเหมาะสมสำหรับพืช และให้ได้มาตรฐานที่ปลอดภัยและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (Department of Agriculture, 2021) ซึ่ง GAP เป็นแนวทางที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากกลุ่มภาคอุตสาหกรรมอาหาร เกษตรกรหน่วยงานภาครัฐ และองค์กรสาธารณประโยชน์ เพื่อจัดการการเพาะปลูกตั้งแต่การเตรียมพันธุ์ การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลผลิตการเกษตรที่ได้มีมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ (Janthong and Sakkatat, 2015) นอกจากนี้ ระบบ GAP ยังส่งผลต่อผู้ผลิตหรือตัวเกษตรกรเอง โดยเกษตรกรสามารถเลือกใช้สารเคมีได้ถูกชนิดอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และเหมาะสม ลดการทำลายสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาของ Office of Agricultural Research and Development Region 8 (2021) ได้ศึกษาผลกระทบจากการนำระบบ GAP มาปรับใช้ของเกษตรกรผู้ปลูกพริก จังหวัดพัทลุง พบว่า เกษตรกรที่มีประสบการณ์หรือเคยได้ผ่านการอบรม GAP มาแล้วจะนำคำแนะนำต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหามากกว่าการใช้วิธีการแบบดั้งเดิมที่เคยปฏิบัติมา เช่น การป้องกันกำจัดโรค แมลง วัชพืช และการบันทึกข้อมูล ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านผลผลิตที่มากขึ้น มีคุณภาพที่ดีขึ้น เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 90 มีความสามารถในการแก้ปัญหา ร้อยละ 100 และในด้านสิ่งแวดล้อมไม่มีการตกค้างของสารพิษในผลผลิต ในดิน และ น้ำ คิดเป็นร้อยละ 100 นอกจากนี้ ทำให้แมลงศัตรูธรรมชาติเพิ่มขึ้น ร้อยละ 80 (Office of Agricultural Research and Development Region 8, 2021) ในขณะเดียวกัน

การใช้หลักปฏิบัติเกษตรแบบ GAP ยังส่งผลต่อเกษตรกรผู้ปลูกหน่อไม้ฝรั่งไปในทิศทางที่ดี ทำให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการปลูก จำหน่ายหน่อไม้ฝรั่งมากขึ้น เช่น มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ดี ร้อยละ 100 มีการคัดเลือกพันธุ์ดีขึ้น ร้อยละ 74.24 มีการจัดการน้ำที่ดี ร้อยละ 46.97 มีเทคนิคการปลูก ร้อยละ 80.30 เป็นต้น นอกจากนี้ ในด้านสิ่งแวดล้อมยังส่งผลดีต่อสภาพดิน น้ำ และสุขภาพของเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 100 มีผลผลิตที่มีคุณภาพ ร้อยละ 100 มีต้นทุนการผลิตที่ลดลง คิดเป็นร้อยละ 98.48 ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 96.97 (Laosutsan et al., 2019) จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีเกษตรกรผู้ปลูกผักจำนวน 1 ราย จากผู้เข้าร่วมเป็นนักวิจัยชุมชนทั้งหมด ที่กำลังอยู่ในกระบวนการพิจารณาตามมาตรฐาน GAP จัดว่าเป็นสัดส่วนที่น้อยมากจากเกษตรกรทั้งหมด อาจเป็นเพราะเกษตรกรยังไม่มีความรู้ความเข้าใจถึงขั้นตอนการปฏิบัติตามข้อกำหนดต่าง ๆ ของ GAP โดยข้อกำหนดแต่ละข้อที่เกษตรกรต้องปฏิบัติจะนำไปสู่การบริหารจัดการการผลิตที่ดี ตั้งแต่การเตรียมเมล็ดพันธุ์พืช การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (Laosutsan et al., 2019) หากเกษตรกรทราบถึงข้อปฏิบัติ GAP ที่ถูกต้องจะทำให้ระบบการผลิตพืชมีการป้องกันหรือลดความเสี่ยงของอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในสินค้าเกษตรและอาหาร เพื่อให้ผลผลิตที่ได้มีมาตรฐานปลอดภัยจากสารเคมี ปลอดภัยต่อพืช และมีคุณภาพทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในเรื่องความปลอดภัยจากสารเคมี สินค้าเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ นอกจากนี้ สินค้ายังได้รับการรับรองระบบการผลิตและผลผลิตเป็นที่ยอมรับ ทั้งนี้ เกษตรกรจะได้รับความรู้และมีการผลิตพืชอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดการลดต้นทุนการผลิต และมีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกวิธี (Chantrasri, 2021) ตำบลบ้านเขยีน อำเภอนาคู จังหวัดชัยนาท เป็นจังหวัดที่อยู่ในเขตภาคกลางตอนบนของประเทศไทย (Fig. 1) ประกอบด้วย 12 หมู่บ้าน มีประชากรรวม 13,105 คน ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลักทางการเกษตร เนื่องจากพื้นที่เป็นที่ราบ และมีแม่น้ำที่สำคัญไหลผ่าน คือ แม่น้ำท่าจีน รวมทั้งมีระบบชลประทานที่ดี (ร้อยละ 43.67 ของพื้นที่ทั้งหมด) ทำให้พื้นที่ตำบลบ้านเขยีนเหมาะสมต่อการทำการเกษตร โดยเนื้อที่ทั้งหมด 51,250 ไร่ เป็นพื้นที่ทางการเกษตร ประมาณ 30,990 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 60.47 ของพื้นที่ทั้งหมด (Office of Agriculture Chai Nat province, 2019) ดังนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่จึงประกอบอาชีพหลัก คือ ทำนา แต่พบว่าการทำนายังมีความเสี่ยงสูงจากความไม่แน่นอนของภัยธรรมชาติ บางปีน้ำท่วมทำให้ไม่ได้ผลผลิต

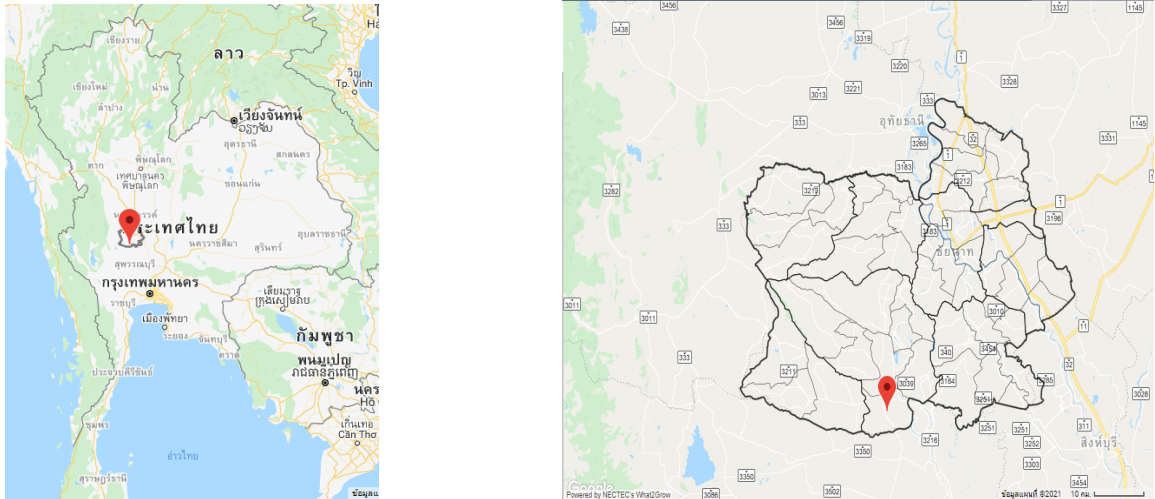


Fig. 1 a) Chai Nat province in Thailand b) Banchean Sub-District, Hun-Kha District, Chai Nat Province.

Retrieved: <http://agri-map-online.moac.go.th>

ขณะที่บางปีแล้งไม่มีน้ำหรือน้ำไม่เพียงพอต่อการ ทำนา ทำให้ผลผลิตตกต่ำ เกษตรกรจึงเริ่มหาวิธีการเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือน จึงเริ่มจากการปลูกผักเพื่อเป็นอาหารภายในครัวเรือน และเริ่มขยายพื้นที่ และเกิดการรวมกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อจำหน่ายผลผลิตผัก เช่น มะเขือ แตงกวา พริก ถั่วฝักยาว และหน่อไม้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดด้านชนิดผักไม่หลากหลาย ปริมาณผลผลิต ราคาผลผลิต แหล่งจำหน่ายและที่สำคัญเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงผลิตผักปลอดภัยน้อยรายมาก คิดเป็นร้อยละ 20 เท่านั้น เนื่องจากเกษตรกรผู้ผลิตผักส่วนใหญ่ยังขาดทักษะความรู้ในเรื่องการผลิตพืชผักปลอดภัยที่ถูกต้อง และได้มาตรฐาน ฉะนั้นกรอบแนวคิดในการวิจัยของงานวิจัยนี้ เพื่อประเมินศักยภาพ ความรู้ความเข้าใจในการผลิตผัก GAP ของเกษตรกร เพื่อเกษตรกรผู้ปลูกผักจะมีสินค้าเกษตรที่ได้มาตรฐาน มีคุณภาพปลอดภัยเป็นที่ไว้วางใจแก่ผู้บริโภค นอกจากนี้ เกษตรกรจะได้รับความรู้และมีการผลิตพืชอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดการลดต้นทุนการผลิต และมีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกวิธี ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเขียน อำเภอดำรงวิทยะปาลัย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำให้ทราบถึงศักยภาพของเกษตรกร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเสริมสร้างเกษตรกรผู้ปลูกผักในท้องถิ่นให้มีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่เหมาะสมให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยส่วนของเชิงคุณภาพ ใช้เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถามในการเก็บรวบรวม

ข้อมูล มีลักษณะคำถามปลายปิด (Closed-end question) และปลายเปิด (Open-end question) แบบสอบถามประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปทางสังคม ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ ข้อมูลด้านภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม และ ข้อมูลด้านการประเมินความเข้าใจต่อการปฏิบัติการเกษตรแบบ GAP โดยวิธีการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลและสนทนาแบบกลุ่มกับเกษตรกรผู้ปลูกผักตำบลบ้านเขียน อำเภอดำรงวิทยะปาลัย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 16 ราย คัดเลือกโดยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักที่สนใจเข้าร่วมเป็นทีมนักวิจัยชุมชนในครั้งนี้ มีการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2563 และสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปทางสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกผักส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง เกษตรกรผู้ปลูกผักส่วนใหญ่มีอายุ 41-60 ปี อยู่ในสถานะสมรส ร้อยละ 75.00 รองลงมาคือ สถานะโสด และหย่าร้าง ร้อยละ 12.50 เกษตรกรผู้ปลูกผักส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า ร้อยละ 50.00 รองลงมาคือ จบมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย อนุปริญญาหรือเทียบเท่า และปริญญาตรี ร้อยละ 18.75 12.50 6.25 6.25 ตามลำดับ เกษตรกรผู้ปลูกผักส่วนใหญ่มีบุตรจำนวน 1 คน ร้อยละ 43.75 รองลงมา มีบุตรจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 แสดงว่า เกษตรกรผู้ปลูกผักที่เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 41-60 ปี สถานภาพสมรสแล้ว ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบ

ระดับประถมศึกษา เกษตรกรส่วนใหญ่มีบุตร จำนวน 1 คน แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนแรงงานในครัวเรือนค่อนข้างน้อย ในเกษตรกรกลุ่มนี้สำหรับผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจ พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกผักส่วนใหญ่มีรายได้ครอบครัวเฉลี่ย 4,457.14 บาทต่อเดือน ส่วนมากประกอบอาชีพการเกษตรเป็นหลักมากกว่าครึ่ง คิดเป็นร้อยละ 81.25 ($\bar{x} = 0.81$, S.D. = 0.40) รองลงมาคือ พนักงานบริษัท ค้าขาย และอื่น ๆ ร้อยละ 6.25 นอกจากนี้มีอาชีพหลักแล้วเกษตรกรผู้ปลูกผักส่วนใหญ่มีอาชีพเสริม ร้อยละ 87.50 ซึ่งโดยส่วนมากกลุ่มเกษตรกรแต่ละครอบครัวมีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 18.31 ไร่ โดยมีพื้นที่ตั้งแต่ 1-30 ไร่ และประกอบอาชีพการปลูกผักเป็นหลัก ที่ดินที่ใช้ทำการเกษตรส่วนใหญ่เป็นที่ดินของตนเองและเช่า ร้อยละ 75.00 ($\bar{x} = 0.75$, S.D. = 0.45) และ 25.00 ($\bar{x} = 0.25$, S.D. = 0.45) ตามลำดับ เกษตรกรผู้ปลูกผักส่วนใหญ่มีประสบการณ์การปลูกผักเฉลี่ย 11.16 ปี เมื่อสอบถามถึงภาระด้านการชำระหนี้สิน พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีหนี้สินที่เป็นภาระในระดับปานกลางกับครอบครัวของตนเอง ร้อยละ 50.00 รองลงมาคือ ในระดับหนักมาก หนักที่สุด และไม่มีหนี้สิน ร้อยละ 25.00 12.50 และ 6.25 ตามลำดับ โดยที่การเก็บออมเงินของเกษตรกรมีอัตราการออมเงินน้อยถึงไม่มีเลย แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรมีรายจ่ายเกินกว่ารายได้มาก ร้อยละ 37.50 รองลงมาคือ มีรายได้พอ ๆ กับรายจ่าย ร้อยละ 25.00

สำหรับข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ สิ่งแวดล้อม พบว่า ตำบลบ้านเขียน มีปริมาณฝนตกน้อย ร้อยละ 81.25 คือ นานกว่า 6 วันต่อสัปดาห์ ทำให้เกิดการแห้งแล้ง ขาดน้ำ แต่ยังมีน้ำจากระบบชลประทานเข้าถึงพื้นที่ ร้อยละ 75.00 ($\bar{x} = 0.75$, S.D. = 0.45) มีบางส่วนที่การชลประทานเข้าไม่ถึง ร้อยละ 25.00 ($\bar{x} = 0.25$, S.D. = 0.45) สำหรับลักษณะของพื้นที่เพาะปลูก ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลุ่ม ร้อยละ 37.50 รองลงมาเป็นพื้นที่ดอน และไม่ลุ่มไม่ดอน ร้อยละ 31.25 และ 31.25 ตามลำดับ ลักษณะดินจะเป็นดินร่วนปนทราย ร้อยละ 56.25 รองลงมาเป็นดินเหนียว ร้อยละ 18.75 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ตำบลบ้านเขียน ในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณฝนตกน้อย เฉลี่ยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ถึงแม้ว่าจะมีฝนตกน้อย แต่ยังมีระบบการชลประทานที่เข้าถึงในแต่ละพื้นที่เป็นส่วนมาก

ในด้านการประเมินความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรผู้ปลูกผักต่อการปฏิบัติการเกษตรที่ดีที่เหมาะสม พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรรู้จักหรือเคยได้ยินถึงระบบการปลูกแบบ GAP คิดเป็นร้อยละ 56.25 ไม่เคยได้ยินระบบนี้มาก่อน ร้อยละ 43.75 ผู้ที่ไม่เคยรู้มาก่อน โดยมีความเข้าใจว่าระบบการปลูกผักแบบ GAP ผักที่ได้เป็นผักปลอดสารพิษ ไม่มีการใช้สารเคมีในแปลงปลูก ในทางกลับกันเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับหรือผ่านการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการเพาะปลูกผักแบบ GAP จากหน่วยงานต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 56.25 สำหรับแหล่งน้ำที่ใช้เพาะปลูกจะใช้น้ำประปาในการเพาะปลูกเป็นส่วนใหญ่

ร้อยละ 62.50 ($\bar{x} = 0.63$, S.D. = 0.50) รายอื่น ๆ จะใช้น้ำบาดาล น้ำฝน น้ำจากคลองชลประทาน และน้ำในบ่อที่กักเก็บไว้ คิดเป็นร้อยละ 31.25, 43.75, 43.75 และ 25) เรื่องของพื้นที่ปลูก เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่มีการใช้สารเคมีมาก่อนใช้มานานมากกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 75 เกษตรกรบางส่วนจึงมีการเริ่มปรับปรุงบำรุงดิน โดยใช้สารชีวภัณฑ์ ปุ๋ยหมักชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 56.25 ซึ่งการใช้สารเคมีทางการเกษตรมาเป็นเวลานานและในปัจจุบันก็ยังคงใช้อยู่มากถึงร้อยละ 75 ทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกร มีระดับของสุขภาพที่ต่ำบ้างไม่ต่ำบ้าง ร้อยละ 62.50 ($\bar{x} = 0.63$, S.D. = 0.50) และสุขภาพอยู่ในระดับแย่ ร้อยละ 37.50 ($\bar{x} = 0.38$, S.D. = 0.50) ในส่วนของการบันทึกข้อมูลการปฏิบัติการทางการเกษตร เกษตรกรไม่มีการบันทึกข้อมูลใด ๆ รวมถึงการจดบันทึกบัญชีครัวเรือนด้วย คิดเป็นร้อยละ 62.50 จะมีเพียงบางรายที่มีการจดบันทึกบ้าง ร้อยละ 37.50 สำหรับผลิตผลที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวจะมีการนำไปขายเองที่ตลาด ร้อยละ 75 ($\bar{x} = 0.75$, S.D. = 0.45) มีน้อยรายที่ปลูกเพื่อบริโภคเองในครัวเรือน ร้อยละ 25 ($\bar{x} = 0.25$, S.D. = 0.45) เนื่องจากผลิตผลไม่มากนักจึงไม่มีปัญหาเรื่องแหล่งที่เก็บผลผลิต โดยประเภทผักที่ปลูกกันเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ มะเขือ ตะไคร้ พริก ฟัก ถั่ว ถั่วพักยาว บวบ ขะอม ฟักทอง กระชาย มะกรูด กะเพรา โหระพา ถั่วพู เป็นต้น โดยรูปแบบการทำเกษตร ส่วนมากจะเป็นเกษตรผสมผสานถึงร้อยละ 62.50 ($\bar{x} = 0.63$, S.D. = 0.50) และเป็นเกษตรเชิงเดี่ยว ร้อยละ 25 ($\bar{x} = 0.25$, S.D. = 0.45) ที่เหลือจะเป็นเกษตรทฤษฎีใหม่ที่มีการแบ่งพื้นที่ทำกินเป็นสัดส่วน แสดงว่า เกษตรกรโดยส่วนใหญ่รู้จักหรือเคยได้ยินเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP ในขณะเดียวกัน เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP เช่นกัน (Table 1)

สรุป และอภิปรายผล

จากผลการสอบถามข้อมูลทั่วไปทางสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเขียน อำเภอดำรงวิทยารัตนาธิเบศร์ จังหวัดชัยนาท ที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 16 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ขณะที่รายงานของ Supapan and Ekasingh (2020) รายงานว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดีตามระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสมส่วนมากเป็นเพศชาย สำหรับอายุของเกษตรกรผู้ปลูกผักส่วนใหญ่มีอายุ 41-60 ปี (Supapan and Ekasingh, 2020) สอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ด้านพื้นฐานทั่วไปของ Phromtat (2015) กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดภัย อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ส่วนใหญ่มีอายุ 41-50 ปี ซึ่งจัดเป็นวัยที่มีประสบการณ์การเกษตรมาอย่างยาวนานและมีความรู้ความเชี่ยวชาญในการปลูกผักแบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม แต่มีความต่างกันในเรื่องของการตลาด แหล่งรับซื้อ และเรื่องความรู้ความเข้าใจในการปลูกผัก

Table 1 Percentage of farmer's behavior on plant production

Farmer's behavior	Number	Percentage	$\bar{x}$	S.D
How long have you known and used pesticides?				
< 1 year	1	6.25	0.06	0.25
1-5 years	-	-	-	-
6-10 years	2	12.50	0.13	0.34
11-15 years	1	6.25	0.06	0.25
15-20 years	-	-	-	-
> 20 years	12	75.00	0.75	0.45
Are you currently using pesticides?				
everyday	-	-	-	-
1-2 time/month	12	75.00	0.75	0.45
3-4 time/month	-	-	-	-
> 5 time/month	-	-	-	-
never	4	25.00	0.25	0.45
Do you know good agricultural practice (GAP)?				
Yes	9	56.25	0.56	0.51
No	7	43.75	0.44	0.51
Have you ever trained about GAP?				
Yes	7	43.75	0.44	0.51
No	9	56.25	0.56	0.51
Do you have household count?				
Yes	6	37.50	0.38	0.50
No	10	62.50	0.63	0.50
Do you record the vegetable production?				
Yes	6	37.50	0.38	0.50
No	10	62.50	0.63	0.50
Agricultural model				
Integrated agriculture	10	62.50	0.63	0.50
Monoculture	4	25.00	0.25	0.45
Joint plantation	1	6.25	0.06	0.25
New theory of agriculture	1	6.25	0.06	0.25

แบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม มีเกษตรกร 32 ราย (ร้อยละ 100) มีความเข้าใจในเรื่องการผลิตผักปลอดภัยเป็นอย่างดี เข้าใจว่าเป็นการปลูกผักที่มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีที่ไม่เกินระดับมาตรฐานตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด และมีประสบการณ์การปลูกผักมา 11-15 ปี และชนิดผักที่นิยมปลูกกันมากที่สุด คือ ผักบุ้งจีน โหระพา กะเพรา มะรุม ตะไคร้ และ ชะอม เกษตรกรมีการรวมกลุ่มกันเป็นกลุ่มปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเพื่อการผลิตและการตลาด และเกษตรกรทั้ง 32 ราย ได้รับการรับรองการผลิตผักปลอดภัย GAP จากกรมวิชาการเกษตร มีระบบการจัดการคุณภาพด้านการผลิตทางการเกษตรที่สามารถควบคุมระบบการผลิต ให้ผลผลิตมีความปลอดภัย ปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Phromtat, 2015)

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเขย็น ยังไม่มีแหล่งรับซื้อที่แน่นอน เป็นการปลูกและนำไปขายเองที่ตลาด และจากการประเมินความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตร

ที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผัก พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เคยได้ยินถึงการปลูกผักแบบ GAP แต่ไม่ทราบว่าปฏิบัติอย่างไร มีข้อกำหนดกฎเกณฑ์ใดบ้าง มีส่วนน้อยรายที่รู้จักและปฏิบัติอยู่ โดยผ่านการอบรมจากหน่วยงานภาครัฐ แต่โดยภาพรวมแล้วเกษตรกรที่ให้การสัมภาษณ์เกือบทุกรายมีการปฏิบัติกับพืชที่ปลูก คือ มีการลดการใช้สารเคมี จัดการกับพืชตนเองให้ปลอดจากสารเคมีมากที่สุด ซึ่งได้รับข้อมูลการปลูกแบบ GAP จากเพื่อนเกษตรกรที่เคยผ่านการอบรมจากการค้นคว้าหาตามสื่อต่าง ๆ สอดคล้องกับการสัมภาษณ์ของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยโดย Gunupong (2005)

ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยตามระบบการจัดการคุณภาพของเกษตรกรที่เหมาะสมสำหรับกล้วยในจังหวัดลำพูน พบว่า เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเรื่องระบบการจัดการคุณภาพของการปลูกแบบ GAP ในระดับต่ำ เกษตรกรได้รับการอบรมเฉลี่ย 1.7 ครั้ง มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่เฉลี่ย 2.4 ครั้ง ถึงแม้จะผ่านการอบรม GAP มาน้อย แต่ในทางปฏิบัติได้ผลที่คล้ายกัน คือ เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยส่วนใหญ่มีระบบการเพาะปลูก การจัดการคุณภาพของกล้วยที่ดีเหมาะสมในระดับสูง เนื่องจาก ลักษณะพื้นฐานของการปฏิบัติเกี่ยวกับระบบการจัดการคุณภาพของการปลูกกล้วย GAP พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 89.7 ไม่ได้อยู่ในพื้นที่เสี่ยงกับมลภาวะ จึงไม่ได้ส่งดินและน้ำไปวิเคราะห์ มีบางส่วนร้อยละ 68.4 ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงและไม่ได้ส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ ในข้อบังคับอื่น ๆ เช่น การจดบันทึกการเก็บสารเคมีให้ห่างจากที่อยู่อาศัย จากสถานประกอบการจากบริเวณที่รับประทานอาหาร แหล่งต้นน้ำ หรือบริเวณที่น้ำไหลผ่าน (ร้อยละ 96.7) (Gunupong, 2005.)

เช่นเดียวกันกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีรายงานว่า เกษตรกรที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ GAP น้อย แต่มีประสบการณ์การปลูกข้าวมาก หากได้รับคำแนะนำหรือการอบรมจากเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับ GAP จะสามารถปฏิบัติได้ครบขั้นตอนมากกว่าเกษตรกรที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ GAP มาก (Bunyanit & Sirisunyaluck, 2019)

ในขณะที่การศึกษาของ Footan et al. (2017) พบว่าเกษตรกรปลูกผักที่มีความรู้เกี่ยวกับเกษตร GAP จะมีการยอมรับเกษตร GAP เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรสามารถปลูกผักได้ตามมาตรฐานที่ต้องการ (Footan et al., 2017) เช่นเดียวกัน เกษตรกรผู้ปลูกผักตำบลบ้านเขย็น ส่วนใหญ่รู้จักหรือเคยได้ยินเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP ในขณะเดียวกัน เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP แต่เนื่องจากเกษตรกรมีวิธีการเพาะปลูกที่มีการใช้สารเคมี มีการใช้ปุ๋ยเคมีเท่าที่จำเป็น และมีการใช้สารชีวภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช หรือเพื่อบำรุงดิน จึงทำให้วิธีการปลูกผักของเกษตรกรคล้ายคลึงในบางส่วนของ การปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP ในเรื่องของ การใช้สารเคมี

ตามคำแนะนำ แต่เกษตรกรยังขาดเรื่องของการจัดบันทึก การวิเคราะห์ดิน วิเคราะห์น้ำก่อนการเพาะปลูก อย่างไรก็ตาม เกษตรกรตำบลบ้านเขียน จะต้องมีการอบรมเกี่ยวกับหลักปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP ในขั้นตอนต่อไปเพื่อเกษตรกรจะได้มีความรู้ความเข้าใจในการปลูกผักแบบเกษตร GAP เพื่อนำมาปรับใช้กับพื้นที่ปลูกของตนเองมากขึ้น ดังเช่นงานวิจัยของนฤมล เน้นหนา และคณะกล่าวว่า นักวิจัยชุมชนส่วนใหญ่มีการปลูกผักแบบเศรษฐกิจพอเพียง ปลูกผักไม่หลายหลากหลายชนิด โดยผักที่ปลูกส่วนใหญ่จะปลูกไว้กินเองและเหลือเพื่อขาย ที่ดินเป็นของตนเองและมีเช่าเป็นบางคน และขั้นตอนในการปลูกในสมัยก่อนจะใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชกันเยอะ (Nanna et al., 2016)

นอกจากนี้ Puangmanee et al. (2011) รายงานว่าเกษตรกรอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากเข้าร่วมโครงการพัฒนาระบบการผลิตผักปลอดสารพิษเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและการเข้าถึงอาหารปลอดภัยในชุมชน พบว่า เกษตรกรมีการนำเทคโนโลยีที่ได้รับการฝึกอบรมไปปรับใช้ในการปลูกพืชผักโดยไม่ใช้สารเคมี และมีการวางแผนปลูกผักหลากหลายชนิดหมุนเวียนตลอดปี ใช้การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน ทำให้เกษตรกรมีผลผลิตขายตลอดส่งผลต่อรายได้ที่ได้รับเพิ่มขึ้นเช่นกัน เพราะเกษตรกรจะได้เห็นแนวทางในการปรับปรุงการปลูกผักของตนเอง เมื่อได้รับทราบกระบวนการ วิธีการปฏิบัติ การปลูกผักแบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อแรงจูงใจให้กับเกษตรกรในการเปลี่ยนแปลงระบบการปลูกของตนเองจากปลูกแบบดั้งเดิม คือเรื่องของสุขภาพ และการลดต้นทุนจากการใช้สารเคมี มาเป็นการปลูกแบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (Puangmanee et al., 2011). ซึ่งสอดคล้องกับ Sakkat and Kruekum (2017) รายงานว่า สาเหตุที่เกษตรกรลดการใช้สารเคมีในพืชผลของตน เนื่องจากสารเคมีได้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกร และส่งผลถึงต้นทุนการผลิตอีกด้วย (Sakkat & Kruekum, 2017) และ Punyawadee (2008) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงจูงใจของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ ได้แก่ ตัวแปรความสัมพันธ์ระหว่างการสังกัดกลุ่มโดยกลุ่มมีการทำตลาดพืชผักที่ผลิตได้ การได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีเกษตรปลอดภัย จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่มีการทำการเกษตรเต็มเวลา อายุ และระดับการศึกษา มีผลต่อการยอมรับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษหรือไม่ (Punyawadee, 2008) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Halim and Nasrin (2019) ได้มีการสอบถามกับเกษตรกรถึงปัจจัยที่มีผลจากการทำเกษตรแบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม ปัจจัยดังกล่าว ได้แก่ คุณภาพผลผลิต การจัดการ ต้นทุน และความรู้ พบว่าปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อการทำเกษตรแบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม ซึ่งปัจจัยที่พบมากที่สุดจากการสอบถามเกษตรกรผู้ที่ปฏิเสธการทำเกษตรแบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม คือ ความรู้และทักษะในการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย

เกษตรกรขาดแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย และเกษตรกรยังขาดความเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิต ผู้ค้าและผู้บริโภค ทำให้ตลาดสินค้าเกษตรปลอดภัยยังมีจำกัดภายในประเทศ (Halim & Nasrin, 2019) ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติทางการเกษตรที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเขียน อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท จำนวน 16 ราย พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 41-60 ปี และมีประสบการณ์การปลูกผักมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป โดยส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP มาก่อน ทำให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ GAP ยังไม่ชัดเจน จากการสัมภาษณ์ เนื่องจาก เกษตรกรมีพื้นฐานการปลูกผักแบบลดการใช้สารเคมี หันมาใช้น้ำหมักชีวภาพ สารชีวภัณฑ์ต่าง ๆ ทดแทน หากเกษตรกรได้รับการอบรมเพิ่มเติมถึงกระบวนการปฏิบัติทางการเกษตรแบบ GAP ตั้งแต่การส่งดิน ส่งน้ำไปตรวจวิเคราะห์ การใช้สารเคมีวัดอุณหภูมิที่ถูกต้อง การเก็บรักษาและการขนย้ายผลผลิตภายในแปลง การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การจัดการศัตรูพืช การจัดบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงาน จากหน่วยงานราชการหรือเอกชน จะทำให้เกษตรกรมีความเชื่อมั่นในผลผลิตของตน ที่มีคุณภาพ ปลอดภัยจากสารเคมี ยังส่งผลต่อผู้บริโภคที่จะได้บริโภคสินค้าเกษตรที่ปลอดภัย มีมาตรฐานรับรอง ทั้งนี้หากเกษตรกรได้มีความรู้ความเข้าใจในการปลูกผักแบบ GAP แล้ว ก็จะสามารถเข้าสู่กระบวนการขอรับรองมาตรฐาน GAP ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเขียน อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท ขอขอบคุณทีมสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมเอกสารและอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนในการทำวิจัยชุมชนครั้งนี้วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมโครงการริเริ่มสำคัญ (Flagship Project) ปีงบประมาณ 2563 สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการวิจัยย่อย “การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการผลิตไก่ดำบ้านเขาหลักจังหวัดตรัง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน” และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

References

- Bunyanit, A. and Sirisunyaluck, R. 2019. Factors influencing obtaining good agricultural practice certification of rice growers in Phrao district, Chiang Mai province. Khon

- Kaen Agricultural Journal 47(Suppl.1), 167-172. (In Thai)
- Chantrasri, P. (2021, March 21) Good agricultural practice standard. <https://stri.cmu.ac.th>
- Department of Agriculture. (2021, April 26) *Good Agricultural Practice manual*. <https://www.doa.go.th> (In Thai)
- Footan, C., Sreshthaputra, S., Intrauccomporn, W. & Pankasemsuk, T. (2017) Factors affecting farmers' adoption in good agricultural practices for safe vegetable production in Mae Tha Nuea Royal Project Development Center, Chiang Mai province. *Journal of Agriculture*. 33(3), 397-404. (In Thai)
- Gunupong, A. 2005. *Factors affecting good agricultural practice of Longan farmers in Lamphun province*. Master's thesis. Chiangmai University. <http://cmuir.cmu.ac.th/handle/6653943832/19668> (In Thai)
- Halim A. & Nasrin A. (2019) *Study of the factors reluctant of good agricultural practices application among paddy farmers*. Jasin: Melaka.
- Health Consumer Protection Program, Chulalongkorn University. (2020, October 30). Pesticides in Thai vegetables and fruits. <http://www.thaihealthconsumer.org/news> (In Thai)
- Janthong, N. & Sakkatat, P. (2015). Farmer's adoption on quality management system of rice (GAP) in Wiset Chai Chan district, Anghong province. *Agricultural Science Journal* 46(3)(Suppl.), 553-556. (In Thai)
- Laosutsan, P., Shvakoti, G.P. & Soni, P. (2019). Factors influencing the adoption of good agricultural practices and export decision of Thailand's vegetable farmers. *Internation Journal of the Commons*. 13(2), 867-880.
- Nanna, N., Sriboonruang, P. & Tongdeelert, P. 2016. The Need in production knowledge of GAP Thai Jasmine Rice of farmers in Thungsumrith, Phimai District, Nakhon Ratchasima province. *King Mongkut's Agricultural Journal* 34(2), 59-66. (In Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2020, October 30) *Import and export values*. <http://impexp.oae.go.th/service> (In Thai)
- Office of Agricultural Research and Development Region 8. (2021, April 23) *Study of the impact of GAP applied of farmer in Pattalung province*. <http://www.samrancom.com> (In Thai)
- Office of Agriculture Chai Nat province. (2019). *Agricultural background of Chai Nat province in 2019*. 40 p. (In Thai)
- Phromtat, D. (2015). Farmer's behavior of safety vegetable production Phra Nakhorn Sri Ayutthaya province. *Journal of Thai Interdisciplinary Research*, 10(3): 9-16. (In Thai)
- Puangmanee, J., Thongngam, K., Chongkaewwatthana, S. & Utasuk, K. (2011). *Development of chemical-free vegetables production systems to build strong hand with economic to access food safety in communities*. Chiang Mai University. (In Thai)
- Punyawadee, V. (2008). Driving agricultural practices that are safe from toxins: the case of growing vegetables. *Thammasat Economic Journal*, 26(1), 107-127. (In Thai)
- Sakkatat, P. & Kruekum, P. (2017) Factors affecting organic or chemical agricultural practice of farmers in Chiang Mai. *Journal of Agricultural Research & Extension*, 34(2), 66-77. (In Thai)
- Supapunt, P. and Ekasingh, B. (2020, August 16). *Supply chain management with SCOR model of fresh vegetables meeting good agricultural practice standard in Chiang Mai province*. <https://pdfs.semanticscholar.org> (In Thai)
- Thai Civil Rights and Investigative Journalism. (2020, October 30). *11 years, Thailand imported 1.66 million tons of pesticides, 2.46 billion baht, average illnesses 4 billion per year*. <https://www.tcijthai.com> (In Thai)

Evaluation of knowledge and practice on standard of good agricultural practice of vegetable farmers in Ban Chean Sub-District, Hun Kha District, Chai Nat Province

Chulalak Talubnak^{1*} Plernpit Yasin² and Amnat Sawatnatee³

¹ Department of Agriculture, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Chandrakasem Rajabhat University, Jatujak, Bangkok 10900

² Department of Chemistry, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University, Jatujak, Bangkok 10900

³ Department of Multimedia Technology, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University, Jatujak, Bangkok 1090

ARTICLE INFO

Article history

Received: 5 April 2021

Revised: 30 April 2021

Accepted: 30 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Vegetable Farmers,
Standard of Good Agricultural
Practice,
Ban Chean Sub-District

ABSTRACT

The objectives of this research were to study general information of vegetable farmers in Banchean Sub-District, Hun-Kha District, Chai Nat Province and to evaluate their knowledge of practice on standard of good agricultural practice (GAP) of vegetable farmers. The sample were 16 numbers of vegetable farmers in Banchean Sub-District. Data were collected through structured questionnaire interviews and focus group discussion. There was analyzed by using values of frequency, percentage, mean, and standard deviation. The results reveal that most of the vegetable farmers were female, average age 41-60 years old, primary education or lower, marital status, one child, household members with 3-4, their average income from growing vegetables was 4,457 baht/month. The average experience of GAP vegetable growers was 11.6 years, crop pattern was mostly integrated agriculture with 62.50 percent ($\bar{x} = 0.63$, S.D. = 0.50), and planted area were 1-30 rai. Their product was sold by themselves. Mostly of the area used for cultivation the GAP vegetable was lowland, sandy soil, irrigation system access in some areas and droughtiness. Most farmers known GAP cultivation but more than 50 percent ($\bar{x} = 0.56$, S.D. = 0.51) never training from agricultural extension officers. It showed that the most of the farmers were female. The average age was 41-60 years old and cultivation experience more than 10 years but they have no knowledge about GAP agricultural practices. Overall, they had a few basic of GAP of perspective and practices for vegetable production on GAP standard. For further research, the farmers should be additional training for GAP cultivation and pest management, soil and water analysis, more extensive using of biofertilizer, and certification

*Corresponding author

E-mail address: chulalak.t@chandra.ac.th (C. Talubnak)

Online print 28 May 2021 Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by

Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.14>



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

บทความปริทัศน์

ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae)

ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ

บุญยาพร สระทองรอด* และ ฤชอร วรณะ

ภาควิชาเทคโนโลยีเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
Article history	
รับ: 9 กุมภาพันธ์ 2564	การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) ที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษทางการเป็นสารสัมผัส (Contact) สารรม (Fumigant) และสารไล่ (Repellency) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บหลายชนิด ได้แก่ ตัวงวงข้าวสาลี มอดแป้ง ตัวงั่วเขียว และมอดข้าวเปลือก ผลการศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์กะเพรา ได้แก่ ลาเวนเดอร์ โรสแมรี่ โหระพา สเปียร์มินต์ และมินต์ พบว่าน้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์มีความเป็นพิษทางการสัมผัสต่อตัวงวงข้าวสาลีหลังการทดสอบที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 449.05 µg/adult มีความเป็นพิษทางการรมในกรณีไม่มีข้าวสาลีบรรจุอยู่เท่ากับ 11.88 mg/L และในกรณีมีข้าวสาลีบรรจุอยู่ 100 g เท่ากับ 47.52 mg/L ซึ่งมีอัตราการตาย 100% และมีความเป็นพิษทางการไล่ตัวงวงข้าวสาลีมากกว่า 80% ที่ความเข้มข้น 0.441 mg/cm ² ขึ้นไป สำหรับน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ 60 µL/mL ก่อให้เกิดการตายของมอดแป้ง 100% และตัวงั่วเขียว 50% ส่วนประสิทธิภาพการเป็นสารรมฆ่าของน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ความเข้มข้น 28.12 µL/L air ทำให้ตัวงั่วเขียวตายสูงถึง 90% แต่พบการตาย 75% สำหรับตัวงวงข้าวสาลี หลังจากการสัมผัส 4.5 ชั่วโมง ทั้งนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพา 30 และ 40 µL/L air ก่อให้เกิดการตาย 100% ของมอดข้าวเปลือก น้ำมันหอมระเหยสเปียร์มินต์ 20 µL/L air ก่อให้เกิดการตาย 70% ของมอดข้าวเปลือก สำหรับน้ำมันหอมระเหยมินต์ 50 µL/L air มีประสิทธิภาพในการไล่มอดแป้ง จะเห็นได้ว่า น้ำมันหอมระเหยพืชวงศ์กะเพราบางชนิดมีศักยภาพป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ และสามารถนำมาพัฒนาใช้ในการเป็นสารฆ่าแมลงได้เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่เป็นอันตราย
แก้ไข: 19 เมษายน 2564	
ตอบรับการตีพิมพ์: 30 พฤษภาคม 64	
ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2564	
คำสำคัญ	
ความเป็นพิษ	
พืชวงศ์กะเพรา	
แมลงศัตรูในโรงเก็บ	

บทนำ

แมลงศัตรูในโรงเก็บเป็นปัญหาทั่วโลกในการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตร มักจะประสบกับปัญหาการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูในโรงเก็บ เนื่องจากแมลงสามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ง่าย ทำให้มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยจะเข้าทำลายและก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตในโรงเก็บ ซึ่งความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจาก

แมลงศัตรูในโรงเก็บมีประมาณ 5-10% แมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญในประเทศไทยมีหลายชนิด เช่น ฝีเสื้อข้าวเปลือก *Sitotroga cerealella* มอดข้าวเปลือก หรือมอดหัวป้อม *Rhyzopertha dominica* F. ตัวงวงข้าวหรือมอดข้าวสาร *Sitophilus oryzae* L. ตัวงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* มอดแป้ง *Tribolium castaneum* มอดพื้นเลื้อย *Oryzaephilus surinamensis* L. และ

* Corresponding author

E-mail address: satongrod.b30@gmail.com (B. Satongrod)

Online print 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.14>

ด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* F. เป็นต้น แมลงเหล่านี้ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณของผลผลิตเกษตร นอกจากนี้ ความเสียหายด้านมูลค่าแล้วยังทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก และที่สำคัญคือทำให้คุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรไม่ได้ตามมาตรฐานของตลาดต่างประเทศ ทั้งยังเป็นการทำลายชื่อเสียงของประเทศอีกด้วย แมลงศัตรูผลผลิตทางการเกษตรส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก ขยายพันธุ์ได้ง่ายและรวดเร็ว จึงทำให้จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นในระยะเวลาอันสั้น และก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรอย่างมาก (Khngseri et al., 2004) ทำให้ผู้ผลิตมองหาแนวทางการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ

การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บทางการเกษตรส่วนใหญ่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ การใช้สารรมฟอสฟีนและเมธิลโบรไมด์ (Ukeh et al., 2012) แต่ได้มีการต่อต้านไม่ให้ใช้สารรมเมธิลโบรไมด์เนื่องจากเป็นสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศ (Lu & Ya, 2010) อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากและต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ทำให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมี ส่งผลให้การป้องกันกำจัดยากขึ้น โดยในปัจจุบันพบว่าแมลงสามารถต้านทานสารรมฟอสฟีนได้ นอกจากนี้ยังเกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในผลผลิตทางการเกษตรและสภาพแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อผู้ใช้และผู้บริโภคอีกด้วย (Emekci, 2010) ปัจจุบันได้มีการพัฒนาน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารฆ่าแมลงเนื่องจากสลายตัวได้ง่ายและปลอดภัย เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ซึ่งส่วนใหญ่มีอันตรายและตกค้างในผลผลิตมีบทบาทมากขึ้น เห็นได้จากรายงานของ Germinara et al. (2017) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากลาเวนเดอร์ *Lavandula angustifolia* L. มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมและสัมผัสฆ่าด้วงงวงข้าวสาลี *Sitophilus granaries* L. และน้ำมันหอมระเหยจากใบมินต์ *Mentha longifolia* L. มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรม สารไล่ และสารสัมผัสป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด *S. zeamais* (Odeyemi et al., 2008)

น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) เป็นหนึ่งในสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่พืชผลิตขึ้น โดยพืชแต่ละชนิดจะผลิตน้ำมันหอมระเหยที่มีส่วนประกอบของสารประกอบเชิงซ้อนที่แตกต่างกันไป สารทุติยภูมิบางชนิดที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยของพืชสามารถนำมาใช้กำจัดศัตรูพืชได้ โดยสารสกัดจากพืชประกอบด้วยสารที่มีคุณสมบัติไล่ ยับยั้งการวางไข่ ยับยั้งการกิน การทำให้เป็นหมันและเป็นพิษต่อแมลง ซึ่งมีรายงานที่ชี้ให้เห็นว่า Monoterpenoids ทำให้แมลงตายด้วยการไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Acetylcholinesterase (Oka et al., 2000) โดยเป็นสารธรรมชาติจากพืชที่พัฒนาขึ้นมาทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ในการเป็นสารฆ่า

ศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides) มีความปลอดภัยต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น พืชในวงศ์กะเพรา น้ำมันหอมระเหยโหระพา *Ocimum basilicum* L. และกะเพราควาย *Ocimum gratissimum* L. มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมฆ่า และยับยั้งการวางไข่และการเกิดเป็นตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว (Keitaa, et al., 2001) น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *Melissa officinalis* L. น้ำมันหอมระเหยโหระพา *O. basilicum* มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ สารรม สารสัมผัส และสารยับยั้งการกินอาหารต่อด้วงงวงข้าวโพด *S. zeamais* (Youngrum, Wanida & Angsumal, 2014) และน้ำมันหอมระเหยออริกาโนมีฤทธิ์ในการเป็นสารรมฆ่าและสารไล่มอดแป้ง *T. castaneum* (Soonil et al., 2010) พืชวงศ์กะเพราจึงเป็นพืชอีกวงศ์หนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากหาง่ายตามท้องถิ่นต่างๆ พืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) เป็นเครื่องเทศที่ใช้ประกอบอาหาร ใช้ในการแต่งกลิ่นรส และเพิ่มสีส้มของอาหาร มีสรรพคุณทางยาโดยใช้เป็นส่วนประกอบในยารักษาโรค รวมถึงใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เช่น น้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่ *Thymus daenensis* Celak มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมฆ่าด้วงถั่วเขียว *C. maculatus* และด้วงงวงข้าวสาลี *S. granaries* (Jarrahi, Saeid & Sohrab, 2016) น้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่ *Rosmarinus officinalis* L. มีประสิทธิภาพความเป็นพิษสัมผัสฆ่าด้วงถั่วเขียว *C. maculatus* และมอดแป้ง *T. castaneum* (Singh, 2016, pp. 2249-4626) และยังมีรายงานของ Souza et al.(2016) พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพา *O. basilicum* และสเปียร์มินต์ *Mentha spicata* L. มีประสิทธิภาพความเป็นพิษทางการรมมอดข้าวเปลือก *R. dominica* ดังนั้นสารสกัดจากพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของรายงานฉบับนี้ได้รวบรวมการศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) มาป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ และเพื่อลดหรือทดแทนการใช้สารเคมีฆ่าแมลงสังเคราะห์ที่เป็นอันตรายในอนาคต

1. แมลงศัตรูในโรงเก็บ

แมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญ ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพด ผีเสื้อข้าวเปลือก มอดแป้ง ด้วงงวงข้าว และด้วงถั่วเขียว เป็นต้น โดยทั่วไปจะมีขนาดเล็ก แพร่ขยายพันธุ์ได้ง่าย ทำให้มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่าแมลงนับเป็นศัตรูที่สำคัญมากของผลผลิตทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งหากไม่มีการดูแลรักษา และป้องกันกำจัดหรือควบคุมแมลงที่เหมาะสมแล้วจะก่อให้เกิดปัญหาเพิ่มขึ้น

แมลงจะเข้าทำลายผลผลิตทางการเกษตรโดยการกัดกินทำให้เมล็ดแตกหัก และแมลงมักจะกัดกินตรงจุดงอกทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก เมล็ดพืชที่เก็บไว้มักมีรูหรือมีฝุ่นผงอันเกิดจากการทำลายของแมลง นอกจากนี้ยังมีชิ้นส่วนของแมลงหรือตัวแมลงปะปนอยู่ในเมล็ดพืชหรืออาหาร ทำให้อาหารหรือผลผลิตทางการเกษตรสกปรก และคุณภาพของผลผลิตเกษตรนั้นเสื่อมคุณภาพไปและยังทำให้สูญเสียน้ำหนัก แล้วยังเป็นตัวการทำให้เกิดเชื้อราขึ้นได้อีกด้วย ทำให้ไม่เหมาะแก่การบริโภค รวมไปถึงส่งผลให้ภาพลักษณ์ของอุตสาหกรรมผลิตอาหารในสายตาผู้บริโภคไม่ดี และอาจจะสูญเสียยอดขายให้กับคู่แข่ง (Wisanathanon et al., 2005) การป้องกันกำจัดส่วนใหญ่มักใช้สารเคมีเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพในการควบคุมกำจัดแมลงได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีเป็นเวลานานเกินไปอาจทำให้เกิดสารเคมีตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ผลิต ผู้บริโภคอีกด้วยและทำให้เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บทางการเกษตร เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีและปลอดภัยต่อผู้ผลิตผู้บริโภค

2. พืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae)

วงศ์กะเพรา หรือ วงศ์มินต์ (อังกฤษ:Lamiaceae เดิมคือ Labiatae) ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ เป็นไม้ล้มลุก ไม้พุ่ม หรือไม้ต้น กิ่งก้านเป็นเหลี่ยม มีกลิ่นน้ำมันหอมระเหย ใบเดี่ยวหรือใบประกอบ ออกตรงข้ามหรือออกรอบข้อ ดอกออกเป็นช่อตามง่ามใบหรือรอบข้อ ดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอก 5 กลีบ เชื่อมติดกันแยกเป็นปากบนและปากล่าง เกสรเพศผู้มี 2 อัน หรือถ้ามี 4 อันจะสั้น 2 ยาว 2 ผลแก่แล้วแตก มีเมล็ด เช่น แมงลักคา กะเพรา โหระพา (Thienhiran et al., 2010)

ประโยชน์ของพืชวงศ์กะเพราสามารถใช้ส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เมล็ด เปลือกเมล็ด ผล ผิวของผล ใบ ราก ลำต้น ฯลฯ นำมาเป็นเครื่องปรุงในอาหาร เพื่อให้ได้รสชาติ สีสัน กลิ่น หรือคุณสมบัติอื่นๆ ที่ต้องการ นอกจากนี้พืชวงศ์กะเพรายังสามารถนำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บในรูปแบบของน้ำมันหอมระเหยได้อีกด้วย เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยมีสารสำคัญซึ่งมีผลต่อโครงสร้างและออกฤทธิ์ต่อแมลงในรูปแบบต่างๆ เช่น เป็นสารสัมผัส (Contact poisons) สารรม (Fumigants) สารไล่แมลง (Repellants) สารยับยั้งการวางไข่ (Oviposition inhibition) สารยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของแมลง (Antifeedants) (Library and Science and Technology Information Center, 2010)

3. น้ำมันหอมระเหย (Essential oil)

น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) หมายถึงน้ำมันที่พืชผลิตขึ้นตามธรรมชาติ เก็บไว้ตามส่วนต่างๆ เช่น ดอก ต้นและใบที่มีสีเขียว เปลือกไม้ เนื้อไม้ ผลของเมล็ด เปลือกของเมล็ด และราก เป็นต้น (Calo et al., 2015) น้ำมันหอมระเหย เป็นสารจากธรรมชาติชั้นทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่มีกระบวนการชีวสังเคราะห์มาจากหน่วยไอโซพรีน (isoprene unit) 2-3 หน่วย เกิดเป็นสารกลุ่มโมโนเทอร์พีน (monoterpene) เซสควิเทอร์พีน (sesquiterpene) และสังเคราะห์มาจากกรดซิทอนิกเกิดเป็นสารกลุ่มฟีนิลโพรเพน (phenylpropane) พืชบางชนิดเก็บสะสมน้ำมันหอมระเหยไว้ในขนต่อน้ำมัน เช่น วงศ์โหระพา (Labiatae) พืชบางชนิดเก็บสะสมไว้ในท่อน้ำมัน เช่น วงศ์ผักชี (Umbelliferae) พืชบางชนิดเก็บสะสมไว้ในช่องว่างของเนื้อเยื่อขนาดใหญ่ เช่น วงศ์ส้ม (Rutaceae) พืชบางชนิดเก็บสะสมไว้ในเซลล์พาราเอนโคมา เช่น ดอกกุหลาบ และ ดอกมะลิ เป็นต้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์เกี่ยวกับน้ำหอม สารปรุงแต่งกลิ่นในอาหารและยา และเป็นสารฆ่าแมลง เป็นต้น (Ruangrungrongsee et al., 2007)

4. ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยของพืชวงศ์กะเพราต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ

ความเป็นพิษที่เกิดขึ้นภายหลังจากการได้รับสารในปริมาณหนึ่งเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งภายในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการทดสอบความปลอดภัยของสารเคมีที่ให้สัตว์ทดลองในระยะสั้น โดยทั่วไปแล้วนิยามของความเป็นพิษ (toxicity) จากสารต่างๆ นั้น กำหนดเป็นสากลด้วยค่า LD₅₀ (Lethal Dose 50%) ซึ่งหมายถึงปริมาณของสารเคมีที่ให้กับสัตว์ทดลองทั้งหมดเพียงครั้งเดียวแล้วทำให้กลุ่มของสัตว์ทดลอง 50% ตาย และ ค่า LC₅₀ (Lethal Concentration 50%) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศที่เป็นสาเหตุทำให้กลุ่มของสัตว์ทดลอง 50% ตาย (Sunthornchai, 2015) มีรายงานของ Germinara et al. (2017) ได้ศึกษาความเป็นพิษทางการสัมผัส การรม และการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากดอกลาเวนเดอร์ *L. angustifolia* ป้องกันกำจัดตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวสาลี *S. granaries* เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 26±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60±5% นับจำนวนแมลงตายหลังการทดสอบความเป็นพิษทางการสัมผัสที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าอัตราการตายของด้วงงวงข้าวสาลีตัวเต็มวัยหลังการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ระดับความเข้มข้น 449.05 µg/adult มีอัตราการตายสูงสุดของตัวเต็มวัยถึง 91.7 และ 100% (Table 1)

การทดสอบความเป็นพิษทางการรม พบว่าที่ความเข้มข้น 11.88 mg/L ในกรณีไม่มีข้าวสาลีบรรจุอยู่ในภาชนะทดสอบ และความเข้มข้น 47.52 mg/L ในกรณีมีข้าวสาลีบรรจุอยู่ 100 g ให้อัตรา

การตาย 100% ส่วนค่า LC_{50} และ LC_{90} ในกรณีไม่มีข้าวสาลี เท่ากับ 1.57 และ 4.12 mg/L และในกรณีมีข้าวสาลี เท่ากับ 10.89 และ 47.62 mg/L ตามลำดับ (Table 2) และพบว่าการทดสอบการไล่ที่ระดับความเข้มข้น 0.441 mg/cm² ขึ้นไปมีประสิทธิภาพในการ

Table 1 Contact toxicity of *L. angustifolia* EO against *Sitophilus granarius* adults after topical application. For each set of experiments, mean mortality values followed by different letters are significantly different at $P = 0.05$ test).

Dose (μ g/adult)	% mortality (mean $\pm$ S.E.)	
	Exposure time 24 h	Exposure time 48 h
449.05	91.7 $\pm$ 3.0 a	100.0 $\pm$ 0.0 a
224.52	81.7 $\pm$ 5.2 a	91.7 $\pm$ 3.0 a
112.26	53.3 $\pm$ 6.7 b	63.3 $\pm$ 5.4 b
56.13	46.7 $\pm$ 6.7 b	58.3 $\pm$ 5.2 b
28.06	13.3 $\pm$ 3.7 c	21.7 $\pm$ 4.6 c
Control	6.7 $\pm$ 2.8 c	11.7 $\pm$ 3.9 c
	LD ₅₀ = 8 3.8 (68.2-101.3) (95% F.L., μ g/adult)	LD ₅₀ = 58.3 (28.6-91.7) (95% F.L., μ g/adult)
	LD ₉₀ = 379.7 (283.0-580.1) (95% F.L., μ g/adult)	LD ₉₀ = 208.3 (124.3-854.4) (95% F.L., μ g/adult)

Source: Germinara et al. (2017)

เป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวสาลีมากกว่า 80% (Table 3) ตัวง้วนงวงข้าวสาลีเกิดการตายเร็วกว่าด้วงงวงข้าวสาลี ในขณะที่ด้วงงวงข้าวสาลีมีค่า LT50 อยู่ในช่วง 4.30 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นสูงสุด และ 4.93 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นต่ำสุด (Figure 3 และ Table 4) นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Souza, Carlos, Claudia & Daiany (2016) ได้ศึกษาความเป็นพิษทางการรมของน้ำมันหอมระเหย โรเซพา *O. basilicum* และสเปียร์มินต์ *M. spicata* ต่อมอดข้าวเปลือก *R. dominica* บันทึกผลการตายของแมลงหลังจากทดสอบที่ 48 ชั่วโมงตามวิธีการของ

Table 2 Fumigant toxicity of *L. angustifolia* EO against *Sitophilus granarius* adults in the absence and the presence of food substrate (100 g wheat grains).

Dose (mg/L volume)	% mortality (mean $\pm$ S.E.)	
	Substrate absence	Substrate present
47.52	100.0 $\pm$ 0.0 a	100.0 $\pm$ 0.0 a
23.76	100.0 $\pm$ 0.0 a	46.7 $\pm$ 1.7 b
11.88	100.0 $\pm$ 0.0 a	20.0 $\pm$ 2.9 c
5.94	93.3 $\pm$ 3.3 a	10.0 $\pm$ 0.0 d
2.97	33.3 $\pm$ 6.0 b	10.0 $\pm$ 2.9 d
1.49	28.3 $\pm$ 6.0 b	5.0 $\pm$ 2.9 dc
0.74	6.7 $\pm$ 1.7 c	1.7 $\pm$ 1.7 dc
Control	1.7 $\pm$ 1.7 c	0.0 $\pm$ 0.0 c
	LD ₅₀ = 5.57 (1.05-2.37) (95% F.L., μ g/adult)	LD ₅₀ = 10.89 (5.45-40.60) (95% F.L., μ g/adult)
	LD ₉₀ = 4.12 (2.66-10.89) (95% F.L., μ g/adult)	LD ₉₀ = 47.62 (18.89-1897.4) (95% F.L., μ g/adult)

Notes: For each set of experiments, mean mortality values followed by different letters are significantly different at $P = 0.05$ test).

Source: Germinara et al. (2017)

Coitinho, Jose, Manoel & Claudio (2011) หาค่าความเป็นพิษ (TR) โดยใช้ค่า LC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยที่มีความเป็นพิษน้อยที่สุด และ LC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยที่เหลืออยู่ เพื่อหาค่าความเข้มข้นทำให้เกิดการตาย (LC_{50} และ LC_{100}) พบว่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยโรเซพาที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการตายมอดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้น 30 และ 40 μ L/L air ทำให้อัตราการตาย 100% ส่วนน้ำมันหอมระเหยสเปียร์มินต์ทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงจนถึง 20 μ L/L air โดยเกิดการตายถึง 70% (Figure 1B)

Table 3 Percent repellency (PR) ($\pm$ S.E.) of *L. angustifolia* EO against *Sitophilus granarius* adults in filter paper disc bioassays after different exposure times.

Dose (mg/cm ²)	Exposure time (min)			
	30	60	90	120
3.531	95.0 $\pm$ 5.0 a	100.0 $\pm$ 0.0 a	100.0 $\pm$ 0.0 a	95.0 $\pm$ 5.0 a
1.765	95.0 $\pm$ 5.0 a	100.0 $\pm$ 0.0 a	95.0 $\pm$ 5.0 a	100.0 $\pm$ 0.0 a
0.883	100.0 $\pm$ 0.0 a	95.0 $\pm$ 5.0 a	100.0 $\pm$ 0.0 a	95.0 $\pm$ 5.0 a
0.441	85.0 $\pm$ 9.6 ab	100.0 $\pm$ 0.0 a	90.0 $\pm$ 5.8 a	90.0 $\pm$ 5.8 a
0.221	55.0 $\pm$ 12.6 b	60.0 $\pm$ 0.0 b	55.0 $\pm$ 12.6 b	45.0 $\pm$ 17.1 c
0.110	60.0 $\pm$ 8.2 b	25.0 $\pm$ 9.6 c	15.0 $\pm$ 12.6 c	5.0 $\pm$ 9.6 c
0.055	20.0 $\pm$ 8.2 c	25.0 $\pm$ 9.6 c	25.0 $\pm$ 9.6 bc	20.0 $\pm$ 11.6 c
F	15.65	41.68	25.73	18.81
Df	6	6	6	6
P	<0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Notes: Values in the same column followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$ (Tukey HSD test).

Source: Germinara et al. (2017)

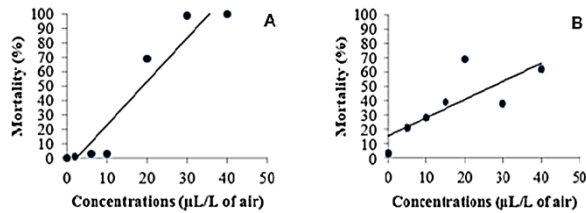


Figure 1 Mortality of *Rhyzopertha dominica* following fumigation with different concentrations of the essential oil of *Ocimum basilicum*: (A); *Mentha spicata*: (B). Source: Souza, Carlos, Claudia & Daiany (2016)

Singh (2016, pp. 2249-4626) ได้ทดสอบความเป็นพิษทางการสัมผัสในการเป็นสารฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ *R. officinalis* ป้องกันกำจัดตัวเต็มวัยเพลี้ยและเพลี้ยของด้วงถั่วเขียว *C. maculatus* และมอดแป้ง *T. castaneum* ที่ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 100 μL/mL บันทึกผลการทดสอบที่ 24 ชั่วโมงพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 60 μL/mL ทำให้เกิดการตายของมอดแป้ง 100% มีค่า LC_{50} เท่ากับ 35 μL/mL ในขณะที่ความเข้มข้นสูงสุด 100 μL/mL ของน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ให้อัตราการตายของด้วงถั่วเขียวเพียง 50% และให้อัตราการตายลดลง 22% ที่ระดับความเข้มข้น LC_{50} (Figure 2)

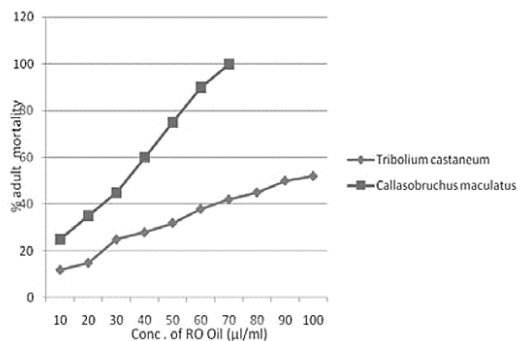


Figure 2 Contact toxicity of essential oils of *Rosmarinus officinalis* against *Callosobruchus maculatus* and *Tribolium castaneum*. 24 h after.

Source: Souza, Carlos, Claudia & Daiany (2016)

Jarrahi, Saeid & Sohrab (2016) ได้ศึกษาความเป็นพิษทางการสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่ *T. daenensis* ป้องกันกำจัดตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว *C. maculatus* และด้วงงวงข้าวสาลี *S. granaries* ที่อุณหภูมิ $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 5\%$ ในสภาพมืด นับจำนวนแมลงที่ตายหลังทดสอบที่ 24 ชั่วโมง เพื่อประเมินค่า LC_{50} และ LC_{90} ซึ่งอัตราการตายที่ได้รับการทดสอบที่ความเข้มข้นต่างกัน (28.12, 40.62, 53.12 และ 65.62 μL/L air) และเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าที่ความเข้มข้นสูงสุด (65.62 μL/L air) ทำให้เกิดการตายของด้วงถั่วเขียวถึง 90% หลังการสัมผัส 3 ชั่วโมง ในขณะที่อัตราการตายของด้วงงวงข้าวสาลีมีเพียง 60% เวลาที่แมลงทดสอบได้รับสารพิษเข้าไปแล้วทำให้เกิดการตาย 50% (LT_{50}) พบว่า

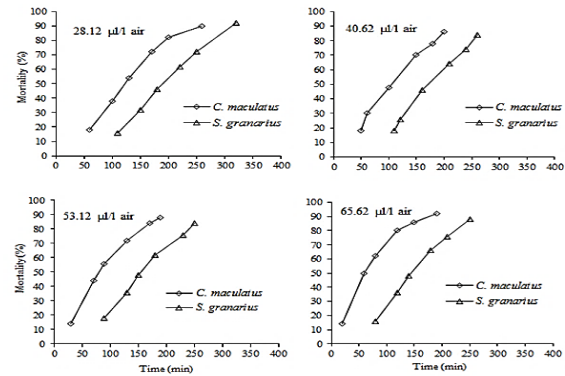


Figure 3 Percentage mortality of *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus granarius* exposed to essential oil from *Thymus daenensis* for various periods.

Table 4 LT_{50} s of *Thymus daenensis* essential oil against *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus granarius*.

Insect species	Concentration (μL/L air)	LT_{50} (h) ¹	Slope $\pm$ SE	Chi-square (χ^2) df = 4
<i>C. maculatus</i>	28.12	1.93 (1.71 - 2.14)	3.55 $\pm$ 0.41	0.71
	40.62	1.61 (1.42 - 1.82)	3.02 $\pm$ 0.35	1.05
	53.12	1.28 (1.09 - 1.46)	2.79 $\pm$ 0.32	0.37
	65.62	0.94 (0.78 - 1.10)	2.52 $\pm$ 0.28	0.49
<i>S. granarius</i>	28.12	3.07 (2.84 - 3.30)	4.93 $\pm$ 0.58	1.4
	40.62	2.82 (2.60 - 3.04)	4.66 $\pm$ 0.56	0.77
	53.12	2.54 (2.32 - 2.76)	4.25 $\pm$ 0.55	0.41
	65.62	2.36 (2.15 - 2.56)	4.30 $\pm$ 0.52	0.53

Notes: ¹95% lower and upper fiducial limits are shown in parenthesis.

Source: Jarrahi, Saeid & Sohrab (2016)

การหาค่าความเป็นพิษของน้ำมันที่ใช้ในการรม และระยะเวลา ค่าเฉลี่ยที่มีผลต่อการทำให้เกิดการตายในแมลงที่ใช้ทดสอบ 50% (LT_{50}) ทดสอบด้วงถั่วเขียวโดยหาค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 2.18, 2.81, 3.43, 4.06, 5.00 และ 6.25 μL/L air นับจำนวนด้วงที่ตายหลังการทดสอบ 1-10 ชั่วโมง ขณะที่ด้วงงวงข้าวสาลีตัวเต็มวัยใช้น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 5.31, 5.93, 6.56, 7.18 และ 7.81 μL/L สำหรับชุดควบคุม (Control) ใช้ชุดเปล่า พบว่าด้วงถั่วเขียวอ่อนแอต่อน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่มากกว่าด้วงงวงข้าวสาลี (LC_{50} = 4.22 และ 6.55 μL/L air ตามลำดับ LC_{90} = 8.21 และ 8.73 μL/L air ตามลำดับ) (Table 5)

Saeidi & Saeid (2013) ได้ศึกษาการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ *R. officinalis* และ มินต์ *M. longifolia* ต่อมอดแป้ง *T. confusum* บันทึกผลหลังทดสอบที่ 4 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยมีประสิทธิภาพในการไล่มอดแป้งที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (50 μL/L air) จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ของน้ำมันหอมระเหยมีประสิทธิภาพมากกว่าน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (Table 6)

Table 5 LC₅₀ and LC₉₀ values of *Thymus daenensis* essential oil to *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus granarius*.

Insect species	LC ₅₀ (µL/L air) ¹	LC ₉₀ (µL/L air)	Slope ± SE	df	Chi-square (χ ²)	P-Value
<i>C. maculatus</i>	4.22 (3.90 - 4.63)	8.21 (6.95 - 10.72)	4.44 ± 0.56	4	2.68	0.612
<i>S. granarius</i>	6.55 (6.30 - 6.81)	8.73 (8.11 - 9.90)	10.27 ± 1.50	3	1.07	0.783

Notes: ¹95% lower and upper fiducial limits are shown in parenthesis.

Source: Jarrahi, Saeid & Sohrab (2016)

Table 6 Percent repellency (mean ± SE) of the essential oils from *Artemisia khorassanica*, *Rosmarinus officinalis* and *Mentha longifolia* on *Tribolium confusum* adults using treated filter paper test.

Plant species	Concentration of essential oil (µL/food)		
	50	75	100
<i>R. officinalis</i>	9.00 ± 0.58a (B)	11.50 ± 0.50b (B)	16.50 ± 1.26b (A)
<i>M. longifolia</i>	7.50 ± 0.50a (B)	29.00 ± 3.00a (A)	24.00 ± 0.82a (A)

Notes: ¹Means followed by the same letter in a column (small letters) and within a row (capital letters) are not significantly different using Tukey's test at p < 0.01.

Source: Saeidi & Saeid (2013)

สรุป

การใช้น้ำมันหอมระเหยจากกลาเวนเดอร์ มีความเป็นพิษทางการสัมผัสต่อด้วงงวงข้าวสาลี หลังการทดสอบที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 449.05 µg/adult มีความเป็นพิษทางการรมในกรณีไม่มีข้าวสาลีบรรจุอยู่เท่ากับ 11.88 mg/L และในกรณีมีข้าวสาลีบรรจุอยู่ 100 g เท่ากับ 47.52 mg/L ซึ่งมีอัตราการตาย 100% และมีความเป็นพิษทางการไล่ด้วงงวงข้าวสาลีมากกว่า 80% ที่ความเข้มข้น 0.441 mg/cm² ขึ้นไป สำหรับน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ 60 µL/mL ก่อให้เกิดการตายของมอดแป้ง 100% และด้วงถั่วเขียว 50% ส่วนประสิทธิภาพการเป็นสารรมฆ่าของน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ที่ความเข้มข้น 28.12 µL/L air ทำให้ด้วงถั่วเขียวตายสูงถึง 90% แต่พบการตาย 75% สำหรับด้วงงวงข้าวสาลี หลังจากการสัมผัส 4.5 ชั่วโมง ทั้งนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพา 30 และ 40 µL/L air ก่อให้เกิดการตาย 100% ของมอดข้าวเปลือก น้ำมันหอมระเหยสเปียร์มินต์ 20 µL/L air ก่อให้เกิดการตาย 70% ของมอดข้าวเปลือก สำหรับน้ำมันหอมระเหยมินต์ 50 µL/L air มีประสิทธิภาพในการไล่มอดแป้ง จากรายงานข้างต้นพืชวงศ์กะเพราเป็นพืชที่มีศักยภาพและสามารถนำมาพัฒนาใช้ในการเป็นสารฆ่าแมลงได้ เพื่อลดหรือทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่เป็นอันตราย อย่างไรก็ตามจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อการควบคุมป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

References

Coitinho, R.L.B.C, Oliveira, J.V. de, Gondim Junior, M.G.C., & Câmara, C.A.G. de (2011). Toxicity by fumigation, contact and ingestion of essential oils in *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885

(Coleoptera: Curculionidae). *Ciencia e Agrotecnologia*, 35(1), 172-178.

Calo, J.R., Philip, G.C., Corliss, O.B. & Steve, R. (2015). Essential oils as antimicrobials in food systems-A review. *Food Control*, 54, 111-119.

Emekci, M. (2010). Quo Vadis the fumigants? In: *Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product Protection*, 27 June to 2 July 2010 Estoril, Portugal (pp.303-313).

Germinara, G.S., Maria, G.D.S., Laura, D.A., Sandra, P., Sebastiano, D., Antonio, D.C. & Giuseppe, R. (2017). Bioactivities of *Lavandula angustifolia* essential oil against the stored grain pest *Sitophilus granaries*. *Bulletin of Insectology*, 70(1), 129-138.

Jarrahi, A., Saeid, M. & Sohrab, I. (2016). Chemical composition and fumigant toxicity of essential oil from *Thymus daenensis* against two stored product pests. *Journal of Crop Protection*, 5(2), 243-250.

Keitaa, S.M., Charles, V., Jean, P.S., John, T.A. & Andre, B. (2001). Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *Journal of Stored Products Research*, 37, 339-349.

Khngseri, N., Jaruwan, B., Kanya, H., Sunanta, W., Watcharee, S., Phulsri, S. & Siriwan, T. (2004). *Quality and inspection of Thai Hom Mali Rice*. Kasetsart university press. (in Thai)

Library and Science and Technology Information Center. (2010). *Pesticides and natural plant essential oils*. <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR9.pdf>. (in Thai)

Lu, J.H. & Ya, Q.H. (2010). Fumigant toxicity of *Ailanthus altissima* Swingle, *Atractylodes lancea* (Thunb.) DC. and *Elsholtzia stauntonii* Benth extracts on three

- major stored-grain insect. *Industrial Crops and Products*, 32, 681-683.
- Odeyemi, O.O., Masika, P. & Afolayan, A.J. (2008). Insecticidal activities of essential oil from the leaves of *Mentha longifolia* L.subsp. capensis against *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). *African Entomology*, 16(2), 220-225.
- Oka, Y., Nacar, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z. & Spiegel, Y. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology*, 90(7): 710-715.
- Ruangrungrsee, N., Thewan, T., Surapot, W., Pimporn, L., Jongkchaporn, P., Chwida, S., Siphir, P., Yingsak, J., Chanida, P., Somnuek, S., Vajana, S., Winay, K. & Prani, L. (2007). *Academic textbook of aromatherapy*. Printing Business Office War Veterans Organization of Thailand. Bangkok. 355pp. (in Thai)
- Saeidi, M., & Saeidi, M. (2013). Insecticidal and repellent activities of *Artemisia khorassanica*, *Rosmarinus officinalis* and *Mentha longifolia* essential oils on *Tribolium confusum*. *Journal of Crop Protection*, 2(1), 23-31.
- Singh, V. (2016). Phytotoxic efficacy of rosemary oil against *Tribolium Castaneum* and *Callasobruchus maculatus*. *Global Journal of Science Frontier Research: C Biological Science*, 16(3), 2249-4626.
- Soonil, K., Yoon, J., Jung, J., Hong, K., Ahn, Y. & Kwon, H. (2010). Toxicity and repellency of organum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 13(4), 369-373.
- Souza, V.N.D., Carlos, R.F.D.O., Claudia, H.C.M. & Daiany, K.F.D.A. (2016). Fumigation toxicity of essential oils against *Rhyzopertha dominica* (F.) in stored maize grain. *Revista Coatinga*, 29(2), 435-440.
- Sunthornchai, S. (2015). The acute toxicity of chemicals based international system GHS. *Journal of Safety and Health*, 8(30), 39-40. (in Thai)
- Thienhiran, S., Thani, P., Noppom, T., Wima, S., Suthilak, R., Sirikan, P. & Kannikarn, A. (2010). *Community Self-Study Guide on Plant Biodiversity*. Agricultural Cooperative Association of Thailand Printing House. (in Thai)
- Ukeh, D. A., Sylvia, B.A.U., Alan, S.B., Jennifer, M.L.A., John, A.P. & Michael, A. B. (2012). Alligator pepper, *Aframomum melegueta* and ginger, *Zingiber officinale*, reduce stored maize infestation by the maize weevil, *Sitophilus zeamais* in traditional African granaries. *Crop Protection*, 32, 99-103.
- Wildwood C. (1996). *The encyclopedia of aromatherapy*. Rochester: Healing Arts Press.
- Wisathananon, P., Phanphen, H., Cithip, A., Rangsimma, K., Kannika, P., Jiraporn, T., Dwngsmr, S., Lakhana, R., Phawinee, H. & Atchara, P. (2005). *Insects found in agricultural products and their control*. Printing House Agricultural Cooperatives of Thailand Ltd. (in Thai)
- Youngrum, J., Wanida, A. & Angsumal, J. (2014). Efficacy of essential oils to control maize grain weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). in: *Proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference: Plants*. Bangkok: Kasetsart University, 125-132 pp. (in Thai).

Review article

Toxicity of essential oils from Lamiaceae against stored product pests

Bunyaporn Satongrod* and Ruchuon Wanna

Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mueang, Mahasarakham, 44150, Thailand

ARTICLE INFO

Article history

Received: 9 February 2021

Revised: 19 April 2021

Accepted: 30 May 2021

Online published: 28 June 2021

Keyword

Toxicity

Lamiaceae

Storage insect pest

ABSTRACT

The use of essential oils from Lamiaceae that have toxicities by contact, fumigant and repellency, are another option for protection in various stored insect pests, including wheat weevil, red flour beetle, cowpea weevil, lesser grain borer. The study of the toxicity of essential oils from Lamiaceae such as lavender, rosemary, thyme, basil, spearmint and mint. It was found that the lavender essential oil had contact toxicity to wheat weevil at 48 hours, with 449.05 µg/adult. It had fumigant toxicity in the absence of wheat contained with 11.88 mg/L and in the case of containing 100 g of wheat with 47.52 mg/L. They gave 100% of mortality. And then, it had repellent toxicity more than 80% on wheat weevil, with 0.441 mg/cm² or more. For 60 µL/mL of rosemary essential oil found to cause mortalities with 100% of red flour beetle and 50% of cowpea weevil. As for the fumigant efficiency of thyme essential oil with 28.12 µL/L air was the killing agent which caused 90% of cowpea weevil mortality but the mortality of wheat weevil was 75% after 4.5 hours of exposure. It also found that 30 and 40 µL/L air of basil essential oil gave 100% of lesser grain borer mortality. The spearmint essential oil with 20 µL/L air caused only 70% of wheat weevil mortality. For mint essential oils with 50 µL/L air had repellency effective on red flour beetle. It can be seen that some of Lamiaceae essential oils have the potential to prevent stored insect pests. It can be used to develop insecticides and to replace the use of harmful synthetic chemicals.

*Corresponding author

E-mail address: satongrod.b30@gmail.com (B. Satongrod)

Online print: 28 June 2021. Copyright © 2021. This is an open access article, production and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.14>

- Extending indigenous knowledge on organic soil management to reduce Papaya Ringspot Virus in Maha Sarakham Province, Thailand
- การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของอ้อยโคลอนดีเด่น ภายใต้สภาวะให้น้ำและอาศัยน้ำฝน
- ผลของปริมาณน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของแตงโมอินทรีย์พันธุ์กินรีในโรงเรือน
- ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเมล็ดถั่วเหลืองและสับปะรดในการเพิ่มผลผลิตคะน้า
- ประสิทธิภาพของธาตุอาหารที่เคลือบบนเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์
- การประเมินการหมักจากกล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* (TISTR 864, TISTR 877) ต่อคุณภาพส้มผักกาดเขียวปลี (ผักกาดเขียวตองอีสาน)
- การเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของไวน์ข้าว (สาโท) จากสูตรข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมือง 4 ชนิด
- การวิเคราะห์ความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่าง จากของเหลวในกระเพาะหมักของโคนมเจาะกระเพาะ ด้วยวิธีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี
- อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกบนาในกระชังในช่วงฤดูหนาว
- ศักยภาพการผลิต และผลกระทบในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ของเกษตรกร ผู้เลี้ยงไก่ดำเขาหลัก จังหวัดตรัง
- ความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงาน โครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ ในจังหวัดขอนแก่น
- การวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานฟาร์มของเกษตรกรรุ่นใหม่ จังหวัดมหาสารคาม
- การประเมินความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเข็ญ อำเภอนาคู จังหวัดชัยนาท

บทความปริทัศน์

- ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ