



วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE AND MANAGEMENT
วารสารวิชาการของคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2566

การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของผลละโวคาโดพันธุ์พื้นเมือง 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ บุษ-7 เรืองศักดิ์ กมขุนทด และดรฤณี ถาวรเจริญ.....	7
ศักยภาพการทำสวนไม้ผลในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง : กรณีศึกษาเปรียบเทียบสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินในเขตรากพืชระหว่าง สวนมังคุดในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ และในเขตภาคใต้ จ.นครศรีธรรมราช พรชัย ไพบูลย์ และพรฤณี ชื่นนกร.....	14
การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะทนร้อนในประชากรข้าวหอมที่พัฒนาขึ้นใหม่ ธัญลักษณ์ จำปา โจนาลีชา แอล เชียงหลิว ชนษฎี ม้าลำพอง และวัชรวิรณ แจ่มบุญศรี.....	24
การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกรในจังหวัดลพบุรี ปาริชาติ ทาบุตร นาริรัตน์ สี่ระสาร และจรรยา สิงห์คำ.....	33
สถานการณ์การระบาดของโรคพืชในกระบวนการผลิตมันฝรั่งฤดูแล้งของเกษตรกรจังหวัดนครพนม ธิดารัตน์ พูนประสิทธิ์ วนาลัย วิริยะสุธี นิยม ไช้มุกข์ นาริรัตน์ สี่ระสาร และธำรงเจต พัฒนา.....	46
Genome-Wide Association Study (GWAS) Reveals an SNP Associated with Downy Mildew Resistance in Maize Nay Nay Oo. , Vinitchan Ruanjaichon, Kularb Laosatit, Theerayut Toojinda and Jintana Unartngam.....	60
ผลของการฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิวประเภทเวตโคตติงซิลิโคนและสารลดแรงตึงผิวประเภท N70 ต่อประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยทางใบของ ฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณ ธรรมธัช แสงงาม ไยใหม่ ช่วยหนู อาถนิตี เสงเจริญ ศิริสุดา บุตรเพชร และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย.....	71
ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี โยธา ชุมนิรมย์ นาริรัตน์ สี่ระสาร และบำเพ็ญ เขียวหวาน.....	81
ความต้องการการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกรในอำเภอโกสุมพินคร จังหวัดกำแพงเพชร พนิดา เปรมจิตติบัณฑิต นาริรัตน์ สี่ระสาร และสินีนุช ครูฑะเมือง แสนเสริม.....	92
การประเมินความทนร้อนของพริกกะเหรี่ยงโดยวิธี Membrane Thermal Stability ณัฐกานต์ สุขเจริญ วิมลศิริ พันธ์ขมภู อัญมณี อาวูซันนัท และปิยะณัฐ ฝักมาศ.....	103
การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลเป็นแหล่งโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง รุ่งนภา จำปาทอง ชัยสิทธิ์ ทองจุ วัชชัย อินทร์บุญช่วย อัญธิชา พรมเมืองคุก จุฑามาศ ร่มแก้ว พงษ์เพชร พงษ์ศิวาภัย ณัชชา ศรีหิรัญ และธีรยุทธ คล้าชื่น.....	112
ความต้องการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี วรัญญา บุญขวัญ นาริรัตน์ สี่ระสาร และเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ.....	124
แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักในพื้นที่จังหวัดนครปฐม จิรัฐนาถ ถังเงิน คณิรัตน์ คำมณี และพันธิตต์ สีเหนียง.....	135

ISSN 2586-9655

ISSN 2697-5378 (online)

การเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษา เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. **การพิมพ์** พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษ A4 ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรม ไมโครซอฟท์เวิร์ด ตัวอักษร Cordia New ขนาด 14 ขนาด 14 ตัวอักษรต่อนิ้ว ความยาวไม่ควรเกิน 10 หน้า (รวมบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)

3. การเรียงลำดับเนื้อหา

3.1 **ชื่อเรื่อง (Title)** ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 **ชื่อผู้เขียนและหน่วยงานที่สังกัด (Author names and affiliations)** ชื่อผู้เขียน ให้ใช้ชื่อเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ หากผู้เขียนมีหลายคน และมีที่อยู่หรือสังกัดแตกต่างกัน ให้ใช้เลขตัวยก (superscript) ที่ต่างกัน กำกับไว้ท้ายนามสกุลของผู้เขียนที่มีที่อยู่ต่างกันนั้น หากมีผู้เขียนคนเดียว หรือหลายคนที่มีที่อยู่หรือสังกัดเดียวกัน ไม่ต้องใช้เลขตัวยกกำกับท้ายนามสกุลของผู้เขียน และให้ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) กำกับไว้ท้ายนามสกุลของผู้เขียนที่ติดต่อ (corresponding author) ด้วย

ที่อยู่หรือสังกัดของผู้เขียน ให้พิมพ์เป็นเชิงอรรถ (footnote) ในหน้าแรกของบทความ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมกับระบุจังหวัด และรหัสไปรษณีย์ หากที่อยู่มีหลายแห่ง ให้พิมพ์ภาษาไทยของที่อยู่แห่งแรกก่อน แล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ จากนั้นพิมพ์ภาษาไทยของที่อยู่แห่งที่สองแล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ สลับกันในลักษณะนี้เรื่อยไป ในกรณีผู้เขียนเป็นนิสิตนักศึกษา ให้ระบุที่อยู่ตามที่อยู่หรือสังกัดของอาจารย์ที่ปรึกษาเท่านั้น นอกจากนี้บรรทัดถัดจากที่อยู่ ให้พิมพ์ที่อยู่อีเมล (email address) ของผู้เขียนที่ติดต่อ (corresponding author) ด้วย

3.3 **บทคัดย่อ (Abstract)** มีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ควรมีเนื้อหาที่สั้น ชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยรวมเหตุผลในการศึกษาวิจัย อุปกรณ์ วิธีการ ตลอดจนผลการศึกษาและสรุปด้วย บทคัดย่อควรมีความยาวไม่เกิน 250 คำ และให้ระบุคำสำคัญ (keywords) ไว้ท้ายบทคัดย่อแต่ละภาษาด้วย คำสำคัญไม่ควรเกิน 5 คำ และไม่ควรซ้ำซ้อนกับคำที่ปรากฏในชื่อเรื่อง ต้นฉบับที่เป็นภาษาไทยให้พิมพ์บทคัดย่อ ภาษาอังกฤษก่อนบทคัดย่อภาษาไทย หากต้นฉบับเป็นภาษาอังกฤษ ให้พิมพ์บทคัดย่อภาษาไทยก่อนบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

3.4 **คำนำ (Introduction)** แสดงความเป็นมาและเหตุผลที่นำไปสู่การศึกษาวิจัย รวมถึงการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

3.5 **อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)** ให้บรรยายละเอียดของวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ ในการทดลอง ตลอดจนวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ และแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจนและสมบูรณ์

3.6 **ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง (Results)** ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางหรือภาพประกอบได้โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด และต้องมีการอ้างถึงตารางหรือภาพนั้นในเนื้อหาด้วย โดยระบุเป็นภาษาอังกฤษ ต่อท้ายข้อความ เช่น (Table 1) หรือ (Figure 1)

3.7 **วิจารณ์ (Discussion)** ควรเชื่อมโยงกับผลการศึกษาว่าสอดคล้องกับสมมติฐาน หรือแตกต่างไปจากผลงานวิจัยที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่อย่างไร และด้วยเหตุผลใด โดยมีพื้นฐานการอ้างอิงที่เชื่อถือได้ วิจารณ์อาจนำไปรวมกับผลการศึกษา เป็น ผลการศึกษาและวิจารณ์ (Results and Discussion)

3.8 **สรุป (Conclusion)** ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่า เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อาจมีข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

3.9 **กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)** อาจมีหรือไม่ก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ให้ทุนวิจัย หรือผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

3.10 เอกสารอ้างอิง (References)

3.10.1 **ในเนื้อเรื่อง** ไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้อง

3.10.2 **บัญชีเอกสารอ้างอิง** ให้เรียงลำดับเอกสารอ้างอิงภาษาไทยมาก่อนเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษ โดยเรียงลำดับเอกสารอ้างอิงตามลำดับตัวอักษรของชื่อผู้เขียนชื่อแรก สำหรับเอกสารอ้างอิงภาษาไทย ให้เรียงลำดับอักษรตามชื่อตัว-ชื่อสกุล ส่วนเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษ ให้เรียงตามลำดับอักษรตามชื่อสกุล-ชื่อตัว ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

1) วารสาร (Journals)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร (ใช้ชื่อเต็ม) ปีที่(ฉบับที่): เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสิ้นสุด.

นุชจิรา ไชยวัน, รุจ มรกต และจิรายุ รอดดี. 2562. การเปลี่ยนแปลงประชากรตามฤดูกาลของแมลงศัตรูมะลอน. แก่นเกษตร 47(1): 937-946.

มณีนัย ชยานนท์กุล และนันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว. 2563. ชนิดของเพลี้ยอ่อน (Hemiptera: Aphididae) กับพืชอาหารและมดที่อยู่ร่วมกันในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 3(2): 63-69.

Bhanuvally, M., Y.M. Ramesha and H. Yogeeshappa. 2017. Effect of slow releasing nitrogen fertilizers on growth and yield of sugarcane. International Journal of Current Microbiology and Applied Science 6(10): 570-577.

Watada, A.E. and L. Qi. 1999. Quality of fresh-cut produce. Postharvest Biology and Technology 15: 201-205. ในกรณีที่เป็นการวารสารออนไลน์ไม่สามารถระบุเลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสิ้นสุดได้ ให้ระบุเป็น doi แทน

Bukhari, T., W. Takken and C.J.M. Koenraad. 2011. Development of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* formulations for control of malaria mosquito larvae. Parasites & Vectors 4: 23, doi: 10.1186/1756-3305-4-23.

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ/ตำรา. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

สุรินทร์ปิยะโชคณากุล. 2552. เครื่องหมายดีเอ็นเอ: จากพื้นฐานสู่การประยุกต์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 269 หน้า.

Gullan, P.J. and P.S. Cranston. 2005. The Insects: An Outline of Entomology. 3rd ed. Blackwell Publishing, Malden. 505 p

ดูคำแนะนำรูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทยและการส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์ได้ในปกหลัง



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	Publisher	Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen Kasetsart University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ / 1 ปี) คือ ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม	Publication	Tri-annually Issue 1 January-April Issue 2 May-August Issue 3 September-December
วัตถุประสงค์	เพื่อส่งเสริม พัฒนา และยกระดับ การผลิต ผลงานวิจัย ตลอดจนเพิ่ม ทางเลือกให้กับบุคลากรวิจัยและ นิสิตในการพิจารณาผลงานวิจัย ลงตีพิมพ์/ เผยแพร่	Objective	To disseminate academic knowledge in agricultural science and management
ที่ปรึกษา บรรณาธิการ	คณบดีคณะเกษตร กำแพงแสน รศ.ดร.ชเนษฎี ม้าลำพอง	Editor	Assoc. Prof. Chanate Malumpong Kasetsart University
รองบรรณาธิการ	ผศ.ดร.ชัยสิทธิ์ ทองจุ	Vice Editor	Assist. Prof. Dr. Chaisit Thongjoo Kasetsart University
กองบรรณาธิการฝ่ายวิชาการ		Editorial Board (Academic)	
ผศ.ดร.ลพ ภาวภูตานนท์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.สนธิชัย จันทน์ไพบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.ยงยุทธ โอสสถภา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.ธงชัย มาลา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.วิชัย ไสสิตรัตน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.กฤษณา กฤษณพุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.รัชนี ฮงประยูร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.จิระเดช แจ่มสว่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผศ.ดร.วิสุทธิ วีรสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.พิสสวรรณ เจียมสมมติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.สาวิตรี รังสิภัทร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.อำนาจ ชิดไธสง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์		Assist. Prof. Dr. Lop Phawaphutanon Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Sonthichai Chanprem Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Yongyuth Osotsapar Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Thongchai Mala Kasetsart University Prof. Dr. Wichai Kositratana Kasetsart University Prof. Dr. Krisana Krisanapook Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Ratchanee Hongprayoon Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Chiradej Chamsawarn Kasetsart University Assist. Prof. Dr. Visoot Verasan Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Pissawan Chiemsombat Kasetsart University Assoc. Prof. Savitree Rangsihaht Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Amnat Chidthaisong Kasetsart University	



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

รศ. ดร. นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. พงศ์ศักดิ์ ชลธนะสวัสดิ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. อัญธิชา พรมเมืองคุก
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. ประกิจ สมท่า
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. ศุภริดา อับดุลลากาซิม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. ศิริพร ดอนเหนือ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. ภาคพร สาทลาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. อรประพันธ์ ส่งเสริม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. ยูวเรศ เรืองพานิช
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. พันธุ์จิตต์ สีเหนียง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. สรณยา สำเนาทอง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. เชิดพงษ์ ชีระจิตต์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. ศุภชัย อำคา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. วรณวิไล อินทนู
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. จำเนียร ชมภู
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. นภาพร พันธุ์กมลศิลป์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. คณิศร์ คำนวณ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. ศกร คุณวุฒิมุขิธริน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. ปิยะพันธุ์ ผกามาศ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. สุรพงษ์ คำรงกิตติกุล
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Assoc. Prof. Dr. Nantasak Pinkaew
Kasetsart University
Assoc. Prof. Pongsak Chontanaswat
Kasetsart University
Dr. Aunthicha Phommuangkhu
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Prakrit Somta
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Supatida Abdullakasim
Kasetsart University
Dr. Siriporn Donnua
Kasetsart University
Dr. Pakaporn Sathalalai
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Omprapun Songserm
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Yuwares Ruangpanit
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Panchit Seeniang
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. sonthaya sampaothong
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Cherdpong Kheerajit
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Suphachai Amkha
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Wanwilai Intanoo
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Jamnian Chompoo
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Napaporn Phankamolsil
Kasetsart University
Dr. Kanungrat Kummanee
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Skorn Koonawootrittriron
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Piyanat Phakamas
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Surapong Damrongkittikul
Kasetsart University



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

ผศ.ดร.ชามา อินซอน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.กนกวรรณ เทียงธรรม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.นงนพพร คุณนากร
ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน
ผศ.ดร.หทัยรัตน์ โชคทวีพานิชย์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.ดร.ชัยวัฒน์ โตอนันท์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ.ดร.โสธยา ร่วมรังสี
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.อภิรัฐ บัณฑิต
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.จักรพงษ์ พวงงามชื่น
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รศ.ดร.ยศ บริสุทธิ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ปิ่น จันจุฬา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.ภาณุพล หงษ์ภักดี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ
มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ
มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สมศักดิ์ ครามโชติ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.พีรชัย กุลชัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.ทิพวรรณ ลิ้มงูร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Assist. Prof. Dr. Chama Inson
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Kanokwan Thiengtham
Kasetsart University
Dr. Nongnapat Kunagorn
Scientific Equipment and Research Division
Kasetsart University Research and Development
Institute Bangkhen Campus
Assist. Prof. Dr. Hathairat Chokthaweepanich
Kasetsart University
Prof. Dr. Chaiwat Toanan
Chiang Mai University
Prof. Dr. Soraya Ruamrangsri
Chiang Mai University
Assist. Prof. Dr. Dr.Saowaluck Yammuen-art
Chiang Mai University
Assist. Prof. Dr. Aphirat Bundit
Chiang Mai University
Assoc. Prof. Dr. jukkaphong Puangngamchuen
Maejo University
Assoc. Prof. Dr. Yos Borisutdhi
Khon Kaen University
Assoc. Prof. Dr. Pin Chanchula
Khon Kaen University
Asst. Prof. Dr. Panupon Hongpakdee
Khon Kaen University
Assoc. Prof. Dr. Weerathep Pongprasert
Naresuan University
Assoc. Prof. Dr. Thammasak Thongket
Naresuan University
Assist. Prof. Dr. Somsak Kramchot
King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang
Assist. Prof. Peerachai Kunlachai
King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang
Assoc. Prof. Dr. Thiphawan Limangkun
King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

รศ.ดร.สินีนุช ครูฑเมือง แสนเสริม
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
รศ.บำเพ็ญ เขียวหวาน
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผศ.ดร.นารัตน์ สิริสาร
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผศ.ดร.อรประภา เทพศิลป์พิสุทธิ
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รศ.ดร.เยาวภา จิระเกียรติกุล
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รศ.ดร.พิพัฒน์ สมภาร
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รศ.ดร.สุมาลี บุญมา
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผศ.ดร.วราพร ลักษณะม้าย
มหาวิทยาลัยรังสิต
ผศ.ดร.ชนากานต์ ลักษณะ
มหาวิทยาลัยบูรพา
รศ.ดร.ปราโมทย์ แผงคำ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ดร.พันทิพา ลิมสงวน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ธัญบุรี
ผศ.ดร.วาสนา ศิริแสน
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.สมฤดี นิลทอง
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
รศ.ดร.วัชรินทร์ ชื่นสุวรรณ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร.ปัทมา ศรีน้ำเงิน
มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี
ผศ.ดร.สายชล สุขญาณกิจ
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ดร.เสาวณีย์ คงศรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ผศ.ดร.พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร.เสาวลักษณ์ กิตติธนาวัตร
กรมวิชาการเกษตร

Assoc. Prof. Dr. Sineenuch Khutmuang Sansem
Sukhothai Thammathirat Open University
Assoc. Prof. Bumpen Keowan
Sukhothai Thammathirat Open University
Assist. Prof. Dr. Nareerat Sirasan
Sukhothai Thammathirat Open University
Assist. Prof. Dr. Onprapha Thep Silapawisut
Thammasat University, Rangsit Center
Assoc. Prof. Dr. Yaowapha Jirakiattikul
Thammasat University, Rangsit Center
Assoc. Prof. Dr. Phiphat Somphan
Thammasat University, Rangsit Center
Assoc. Prof. Dr. Sumalee Boonmar
Walailak University
Assist. Prof. Dr. Waraporn Laksanalamai
Rangsit University
Assist. Prof. Dr. Chanakan Laksana
Burapha University
Assoc. Prof. Dr. Pramote Paengkoum
Suranaree University of Technology
Dr. Pantipha Limsanguan
Rajamangala University of Technology
Thanyaburi
Assist. Prof. Dr. Vatsana Sirisan
Mahasarakham University
Assist. Prof. Dr. Somrudee Nilthong
Mae Fah Luang University
Assoc. Prof. Dr. Watcharin Soonsuwan
Prince of Songkla University
Assist. Prof. Dr. Pattama Srinamngoen
Burapha University, Chanthaburi Campus
Assist. Prof. Dr. Saichon Sukyanakij
Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University
Dr. Saowanee Kongsri
Nakhon Pathom Rajabhat University
Assist. Prof. Dr. Phisit Poolpasert
Phibunsongkhram Rajabhat University
Dr. Saowaluck Kittithanawat
Department of Agriculture



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

ดร.พนัญญา พบสุข
กรมวิชาการเกษตร
ดร.นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด
สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร
ดร.ปิยรัตน์ ธรรมกิจวัฒน์
สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
กรมวิชาการเกษตร
ดร.ปาริชาติ เบิร์นส์
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

Dr. Pananya Pobsuk
Department of Agriculture
Dr. Nuchanart Tangjitsomkid
Biotechnology Research and Development
Bureau, Department of Agriculture
Dr. Piyarat Thammakitwat
Biotechnology Research and Development
Bureau, Department of Agriculture
Dr. Parichart Burns
National Center for Genetic Engineering
and Biotechnology

กองบรรณาธิการฝ่ายการจัดการ

นางชลณัฐชา ตันทอง
งานแผนและวิชาการ
คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม

Editorial Board (Management)

Mrs. Chonnatcha Tantong
Planning and Technical Division
Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen,
Kasetsart University
Nakhon Pathom Province



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ (Journal of Agricultural Science and Management) เป็นวารสารที่มีผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) มีการตีพิมพ์ 3 ฉบับต่อปี ทุก 4 เดือน ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม และ ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม ครอบคลุมเนื้อหาวิชาการทุกสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ ได้แก่ เกษตรกลวิธีฐาน สัตวบาล ภูมิวิทยา ปฐพีวิทยา โรคพืช พืชสวน พืชไร่ นา ส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร เพื่อส่งเสริม พัฒนา และยกระดับการผลิตผลงานวิจัย ตลอดจนเพิ่มทางเลือกให้กับบุคลากรวิจัยรุ่นใหม่ และนิสิตในการส่งผลงานวิจัยลงตีพิมพ์ เผยแพร่ โดยผ่านความเห็นและได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งจากภายในและภายนอกหน่วยงาน เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการส่ง และเสนอผลงานวิจัยเข้ารับการพิจารณาตีพิมพ์

คณะเกษตร กำแพงแสนได้เห็นความสำคัญของการพัฒนาและส่งเสริมผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่เชิงบูรณาการให้มีคุณภาพ เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง สำหรับฉบับนี้สืบบทความวิจัยด้วยกัน 13 เรื่อง ประกอบด้วย สาขาพืชสวน 3 เรื่อง สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร 6 เรื่อง สาขาปฐพีวิทยา 2 เรื่อง สาขาพืชไร่ นา 2 เรื่อง ซึ่งกองบรรณาธิการขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่าน ที่ได้กรุณาแบ่งปันข้อมูลดีๆ ที่เป็นประโยชน์ เพื่อเผยแพร่สู่สาธารณะต่อไป

รศ.ดร.ชนเชษฐ ม้าลำพอง

บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของผลอะโวคาโดพันธุ์พื้นเมือง 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ บุษ-7

Study on Fruit Characteristics of 6 Local Avocado Cultivars and Booth-7 Cultivar
(*Persea americana* Mill.)

เรืองศักดิ์ กมขุนทด^{1*} และดรุณี ถาวรเจริญ¹

Ruangsak Komkhuntod^{1*} and Darunee Thawornchareon¹

Received: October 21, 2022

Revised: November 10, 2022

Accepted: November 11, 2022

Abstract: Study on fruit characteristics of six cultivars of local avocado (*Persea americana* Mill.) namely, 0001 ST, 0007 ST, 0001 RS, 0002 RS, 0001SS and 0001 PJ and Booth-7 cultivar in order to compare some characteristics of fruit. The result of this study showed that all seven cultivars had no statistical difference on fruit presence of neck and ripening period. Characteristics of fruit shape, fruit shape at stalk end, fruit shape at styler region, fruit position of stalk, fruit glossiness, fruit surface, pedicel shape, mature peel color, fruit diameter, fruit length, mature fruit weight, ripe peel color, color of flesh, color of layer next to skin, conspicuousness of fiber flesh, consistency of flesh, shape in longitudinal section, ripe fruit weight, peel fruit weight, seed weight showed statistical difference. Four internal fruit traits were evaluated. The 0001 ST, 0007 ST and 0001 PJ cultivars were excellent in two characteristics. The 0001 RS, 0002 RS and 0001 SS were excellent in one characteristics and Booth-7 cultivar outstanding characteristics were not found.

Keywords: local cultivar, avocado, characteristics, comparison

บทคัดย่อ: การศึกษาลักษณะของผลอะโวคาโดพื้นเมืองจำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่สายพันธุ์รหัส 0001 ST, 0007 ST, 0001 RS, 0002 RS, 0001 SS และ 0001 PJ กับพันธุ์ บุษ-7 เพื่อเปรียบเทียบลักษณะบางประการของผล พบว่า ลักษณะที่ไม่แตกต่างกันคือ การมีจุดผลบริเวณใกล้ขั้ว อายุการสุก ลักษณะที่ต่างกันคือ รูปร่างผล รูปร่างผลบริเวณใกล้ขั้ว รูปร่างปลายผล ตำแหน่งขั้วผล ความมันวาว ลักษณะผิวผล รูปร่างขั้วผล สีเปลือกผลแก่ เส้นผ่านศูนย์กลางผล ความยาวผล น้ำหนักผลแก่ สีเปลือกผลสุก สีเนื้อ สีชั้นระหว่างเนื้อและเปลือก เส้นใยในเนื้อ น้ำในเนื้อ รูปร่างเมล็ด น้ำหนักผลสุก น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเมล็ด จากการเปรียบเทียบคุณภาพผล 4 ลักษณะ พบว่า มีสายพันธุ์ดีเด่นที่สุดคือ 0001 ST, 0007 ST และ 0001 PJ ซึ่งมีลักษณะดีเด่น 2 ลักษณะ และรองลงมาคือ 0001 RS, 0002 RS และ 0001 SS มีลักษณะดีเด่น 1 ลักษณะ และพันธุ์บุษ-7 ไม่พบลักษณะดีเด่น

คำสำคัญ: พันธุ์พื้นเมือง อะโวคาโด ลักษณะประจำพันธุ์ การเปรียบเทียบ

¹ สถานีวิจัยปากช่อง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครราชสีมา 30130

¹ Pakchong Research Station, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Nakhon Ratchasima, 30130

*Corresponding author: ijsrsk@ku.ac.th

คำนำ

อะโวคาโดเป็นไม้ผลยืนต้นจัดอยู่ในวงศ์ Lauraceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Persea americana* Mill. มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา แถบประเทศเม็กซิโก กัวเตมาลา และแถบหมู่เกาะเวสอินดิส สำหรับในประเทศไทยมีการปลูกอะโวคาโดมานานแล้ว แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักและยอมรับมากนักในด้านการบริโภค ถึงแม้ว่าจะมีคุณสมบัติมากมายต่อร่างกายมนุษย์ โดยในเนื้อผลสุกมีแป้งและน้ำตาลน้อย ให้ค่าพลังงานสูง วิตามินมากถึง 11 ชนิด แร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย 14 ชนิด รวมทั้งธาตุเหล็กและทองแดง (ชลอชัย, 2534) พันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยมีมากมายหลากหลายพันธุ์เป็นพันธุ์นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น พันธุ์แฮส (Hass) พันธุ์บูช-7 (Booth-7) พันธุ์ปีเตอร์สัน (Peterson) พันธุ์บัคคาเนีย (Buccanear) และพันธุ์พังก์เคอร์ตัน (Pinkerton) ซึ่งแต่ละพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกัน (ขวัญหทัย, 2565) สำหรับสายพันธุ์พื้นเมืองเป็นพันธุ์ปลูกที่เกิดจากการเพาะเมล็ด ซึ่งไม่ทราบชื่อพันธุ์ ปัจจุบันพบว่ามีต้นปลูกจากการเพาะเมล็ดที่มีอายุระหว่าง 10-30 ปี จำนวนมาก ซึ่งให้ผลผลิตแล้วในพื้นที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี รวมทั้งมีพื้นที่ปลูกที่สำคัญอื่นๆ อีก เช่น พื้นที่อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย พื้นที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก เป็นต้น ทำให้มีความหลากหลายแตกต่างกันทาง ด้านลักษณะประจำพันธุ์ เช่น ทรงต้น ใบ ดอก ผล และรสชาติของเนื้อผลสุก เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาพันธุ์ที่ดีเด่นกว่าพันธุ์การค้าในปัจจุบัน ได้แก่ พันธุ์บูช-7 ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าที่นิยมปลูกในทุกพื้นที่ปลูกอะโวคาโดของประเทศไทย โดยการคัดเลือกสายพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะดีเด่นจากแปลงเกษตรกรที่ปลูก และให้ผลผลิตแล้ว สำหรับใช้ในการส่งเสริมเป็นพันธุ์ปลูกแก่เกษตรกร รวมทั้งเป็นแหล่งเชื้อพันธุ์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์อะโวคาโดในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บผลอะโวคาโดพื้นเมือง สายพันธุ์คัดเลือกที่พบในแปลงปลูกของเกษตรกรพื้นที่อำเภอปากช่อง

จังหวัดนครราชสีมา และอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกพันธุ์เบื้องต้น 4 ลักษณะคือ 1) น้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 300-1000 กรัมต่อผล 2) รูปทรงผลสมบูรณ์ ผิวเรียบมีความมันวาว 3) รสชาติดีมีความมันหืนหรือมันออกหวาน และ 4) ติดผลง่าย และดก จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์รหัส 0001 ST, 0007 ST, 0001 RS, 0002 RS, 0001 SS, 0001 PJ และพันธุ์บูช-7 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ รวมจำนวน 7 พันธุ์หรือสายพันธุ์ โดยเก็บข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของผลจำนวน 5 ผลต่อพันธุ์ รวมทั้งหมด 26 ลักษณะแยกเป็นลักษณะผลแก่ (mature fruit) และลักษณะผลสุก (ripe fruit) ดังนี้คือ ลักษณะผลแก่ 13 ลักษณะ ได้แก่ รูปร่างผล รูปร่างผลบริเวณใกล้ขั้ว รูปร่างปลายผล การปรากฏจากผลบริเวณใกล้ขั้ว ตำแหน่งขั้วผล ความมันวาวของผิวผล ลักษณะผิวผล รูปร่างขั้วผล สีเปลือกผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล ความยาวผล น้ำหนักผล (กรัม) และอายุการสุก (วัน) สำหรับลักษณะผลสุก 13 ลักษณะ เช่นกัน ได้แก่ สีเปลือกสีเนื้อ สีชั้นระหว่างเนื้อและเปลือก เส้นใยในเนื้อ น้ำในเนื้อ รูปร่างเมล็ด น้ำหนักผล (กรัม) น้ำหนักเปลือก (กรัม) น้ำหนักเมล็ด (กรัม) ความหนาเปลือก (มิลลิเมตร) ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ (% recovery) ความแน่นเนื้อ (fruit firmness) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

การบันทึกข้อมูล

บันทึกลักษณะต่างๆ ตามหลักเกณฑ์ของสำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืช ตามแบบบันทึกรายละเอียดในการตรวจ สอบลักษณะของพันธุ์พืชที่ขอจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่ตามชนิดพืชที่ได้ประกาศให้เป็นพันธุ์พืชใหม่ที่จะได้รับการคุ้มครองตามมาตรา 14 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 (สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืช, 2562) ดังนั้นแบบบันทึกลักษณะประจำพันธุ์อะโวคาโด (บางส่วน)

ลักษณะประจำพันธุ์ของผล (characteristics)

1. ลักษณะผลแก่ (Mature fruit) 13 ลักษณะ

- รูปร่างผล (fruit shape): กลมแบน (oblate) กลม (round) รี (oval) ไข่กลับ (obovoid) ลูกแพร์ (pear) ยาว (long)

- รูปร่างผลบริเวณใกล้ขั้ว (fruit shape of stalk end): แหลม (pointed) กลมแคบ (narrowly rounded) กลมกว้าง (broadly rounded) ลู่ง (truncate)
- รูปร่างปลายผล (fruit shape at styler region): แหลม (pointed) กลม (rounded) เรียบ (flattened) บุ่ม (slightly depressed) บุ่มมาก (deeply depressed)
- การปรากฏของผลบริเวณใกล้ขั้ว (fruit presence of neck): ไม่ปรากฏ (absent) ปรากฏ (present)
- ตำแหน่งขั้วผล (fruit position of stalk): ตรง (along axis) เอียงเล็กน้อย (slightly oblique) เอียงมาก (strongly oblique)
- ความมันวาว (fruit glossiness): ไม่ปรากฏหรือปรากฏน้อย (absent or weak) ปานกลาง (medium) มาก (strong)
- ลักษณะผิวผล (fruit surface): เรียบมาก (very smooth) เรียบ (smooth) ปานกลาง (medium) ขรุขระ (rough) ขรุขระมาก (very rough)
- รูปร่างขั้วผล (pedicel shape): ทรงกระบอก (cylindrical) ทรงกรวย (conical) ทรงกลม (rounded)
- สีเปลือกผล (green peel color): สีเขียวเหลือง (yellow green) เขียวอ่อน (light green) เขียว (medium green) เขียวเข้ม (dark green) แดง (red dish) ม่วง (medium purple) ม่วงเข้มหรือดำ (dark purple or black)
- เส้นผ่านศูนย์กลางผล (fruit diameter): เล็กมาก (very small) เล็ก (small) ปานกลาง (medium) ใหญ่ (large) ใหญ่มาก (very large)
- ความยาวผล (fruit length): สั้นมาก (very short) สั้น (short) ปานกลาง (medium) ยาว (long) ยาวมาก (very long)
- น้ำหนักผล (green fruit weight) ซึ่งน้ำหนักต่อผล โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (กรัม)
- อายุการสุกหลังเก็บเกี่ยว (ripening period) โดยเริ่มนับหลังจากเก็บเกี่ยวถึงวันสุกพร้อมทาน (วัน)

2. ลักษณะผลสุก (Ripe fruit) 13 ลักษณะ

- สีเปลือก (ripe peel color): สีเขียวเหลือง (yellow green) เขียวอ่อน (light green) เขียว (medium green) เขียวเข้ม (dark green) แดง (reddish) ม่วง

(medium purple) ม่วงเข้มหรือดำ (dark purple or black)

- สีเนื้อ (color of flesh): สีขาว (whitish) ครีม (cream) เหลือง (yellow) เขียวอ่อน (light green)
- สีชั้นระหว่างเนื้อและเปลือก (color of layer next to skin): สีเขียวอ่อน (light green) เขียว (medium green) เขียวเหลือง (yellow green)
- เส้นใยในเนื้อ (conspicuousness of fibers in flesh): ไม่ชัดเจน (inconspicuous) ชัดเจน (conspicuous)
- น้ำในเนื้อ (consistency of flesh): ฉ่ำ (watery) คล้ายเนย (buttery)แห้ง (dry) เนื้อทราย (granular)
- รูปร่างเมล็ด (shape in longitudinal section): สามเหลี่ยม (triangular) ไข่ (ovate) รี (elliptic) กลม (circular) กลมแบน (oblate) กลมแบนและบุ่ม (depressed oblate)
- ความหนาเปลือก (thickness of skin): วัดโดยใช้ Vernier calipers (มิลลิเมตร)
- น้ำหนักผล (ripe fruit weight) ซึ่งน้ำหนักต่อผล (กรัม)
- น้ำหนักเปลือก (peel fruit weight) ซึ่งน้ำหนักต่อผล (กรัม)
- น้ำหนักเมล็ด (seed weight) ซึ่งน้ำหนักต่อเมล็ด (กรัม)
- ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ (% recovery) คำนวณจากสูตร = $\frac{\text{น้ำหนักผลที่รับประทานได้}}{\text{น้ำหนักผลทั้งหมด}} \times 100$
- ความแน่นเนื้อ (fresh firmness) วัดโดยใช้เครื่อง penetrometer ขนาดหัวกดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร โดยลอกเปลือกบริเวณด้านข้างของผล สุกออกแล้วกดด้วยหัวกดลงบนตัวอย่างอ่านค่า และแปลงหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นนิวตัน ด้วยการคูณด้วยค่า 9.807 (Kader, 1985)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) วัดโดยใช้ hand refractometer (องศาบริกซ์) (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช, 2562)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design : CRD) จำนวน 7 ทรีตเมนต์ (สายพันธุ์) มี 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 1 ตัวอย่าง (ผล)

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ด้วยโปรแกรม Statistical Package for Social Science (SPSS) โดยวิเคราะห์ทางสถิติ 4 ลักษณะ ได้แก่ ความหนาเปลือก ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการบันทึกลักษณะของผลอะโวคาโดพันธุ์พื้นเมืองทั้ง 6 พันธุ์เปรียบเทียบกับ บุษ-7 ทั้งหมด 26 ลักษณะ ตามแบบบันทึกลักษณะประจำพันธุ์อะโวคาโดในการตรวจสอบลักษณะพันธุ์พืชที่ขอจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่ ตามชนิดพืชที่ได้ประกาศให้เป็นพันธุ์พืชใหม่ที่จะได้รับความคุ้มครองมาตรา 14 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 ชนิดพืชอะโวคาโด (*Persea americana* Mill.) พบว่า ลักษณะของผลแก่ (mature fruit) (Figure 1) จำนวน 13 ลักษณะ มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ การปรากฏมีจุดผลบริเวณใกล้ขั้ว (fruit presence of neck) ทุกสายพันธุ์ และอายุการสุกของผลหลังการเก็บเกี่ยว (ripening period) ใกล้เคียงกัน โดยอยู่ระหว่าง 7-8 วัน (Table 1) ส่วนลักษณะที่เหลือนั้นเหมือนกัน ได้แก่ น้ำหนักผล (fruit weight) โดยน้ำหนักผล ซึ่งเป็นลักษณะที่เกษตรกรให้ความสนใจจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า มีน้ำหนักต่างกัน โดยสายพันธุ์ 0001 SS มีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 834.80 กรัมต่อผล และน้อยที่สุดคือ สายพันธุ์ 0002 RS เท่ากับ 370.00 กรัมต่อผล ส่วนพันธุ์บุษ-7 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมีน้ำหนักผลเท่ากับ 499.00 กรัมต่อผล (Table 1) ใกล้เคียงกับ สายพิน (2527) ที่เคยศึกษาลักษณะประจำพันธุ์บุษ-7 ว่าเป็นพันธุ์ที่มีผลกลม ผิวผลสีเขียวอมเหลือง ขนาดผลใหญ่น้ำหนักเฉลี่ย 416.33 กรัม/ผล ลักษณะของผลสุก (ripe fruit) (Figure 2) จำนวน 13 ลักษณะส่วนมากมีลักษณะต่างกัน เช่น สีเปลือก สีเนื้อ สีชั้นระหว่างเนื้อและเปลือก เส้นใยในเนื้อ น้ำในเนื้อ รูปร่างเมล็ด น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเมล็ด จากการวิเคราะห์ทางสถิติ 4 ลักษณะ พบว่า ความแน่นเนื้อไม่มีความแตกต่าง

กันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 9.81-10.59 นิวตัน ส่วนความหนาเปลือก ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดย (Table 2)

- ความหนาเปลือก (thickness of skin) ซึ่งเป็นลักษณะที่เด่น เนื่องจากว่าหากเปลือกหนาจะช่วยป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช เช่น แมลงวันทองได้ ทั้งยังช่วยลดการบอบช้ำจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต การขนส่ง โดยพบว่าสายพันธุ์ 0001 ST มีความหนาเปลือกมากที่สุด เท่ากับ 2.00 มิลลิเมตร แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ 0001 PJ และ สายพันธุ์ 0007 ST ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.94 และ 1.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือพันธุ์บุษ-7 และสายพันธุ์ 0001 SS มีความหนาเปลือก 1.66 มิลลิเมตรเท่ากัน และพบว่าสายพันธุ์ 0001 RS มีความหนาเปลือกน้อยที่สุดเท่ากับ 1.38 มิลลิเมตร โดยความหนาเปลือกของพันธุ์บุษ-7 มีค่าใกล้เคียงกับ สายพิน (2527) ที่เคยศึกษาไว้มีความหนาเปลือกอยู่ที่ 1.67 มิลลิเมตร (Table 2)

- ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ (% recovery) สายพันธุ์ 0001 RS มีปริมาณเนื้อที่รับประทานได้มากที่สุด เท่ากับ 81.73% แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ 0007 ST, 0001 SS, 0001 PJ และ 0002 RS มีค่าเท่ากับ 80.20%, 78.22%, 74.76% และ 74.48% ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 0001 ST มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 70.38% แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ บุษ-7 ที่มีค่าเท่ากับ 71.00% (Table 2)

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) สายพันธุ์ 0001 ST มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดเท่ากับ 11.00 องศาบริกซ์ รองลงมาคือสายพันธุ์ 0002 RS และ 0001 RS มีค่าเท่ากับ 9.46 และ 9.44 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ บุษ-7 มีค่าน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 7.7 องศาบริกซ์ แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ 0007 ST, 0001 SS และ สายพันธุ์ 0001 PJ (Table 2)

จากการวิจัยพบว่า อะโวคาโดสายพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะดีเด่นมากกว่าพันธุ์ บุษ-7 ทุกสายพันธุ์ ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ในการค้นหาพันธุ์ใหม่ ที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์การค้าเดิมที่เป็นพันธุ์

นำเข้ามาจากต่างประเทศ ดังนั้น สายพันธุ์พื้นเมืองที่คัดเลือกได้จึงเป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นพันธุ์การค้า และเป็นเชื้อพันธุ์ในการพัฒนาพันธุ์ต่อไปในอนาคต แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้อง

มีการศึกษาเพิ่มเติมทางด้านคุณภาพผล การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตในพื้นที่ต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการขอขึ้นทะเบียนพันธุ์ต่อไป



Figure 1 Characteristics of mature fruit

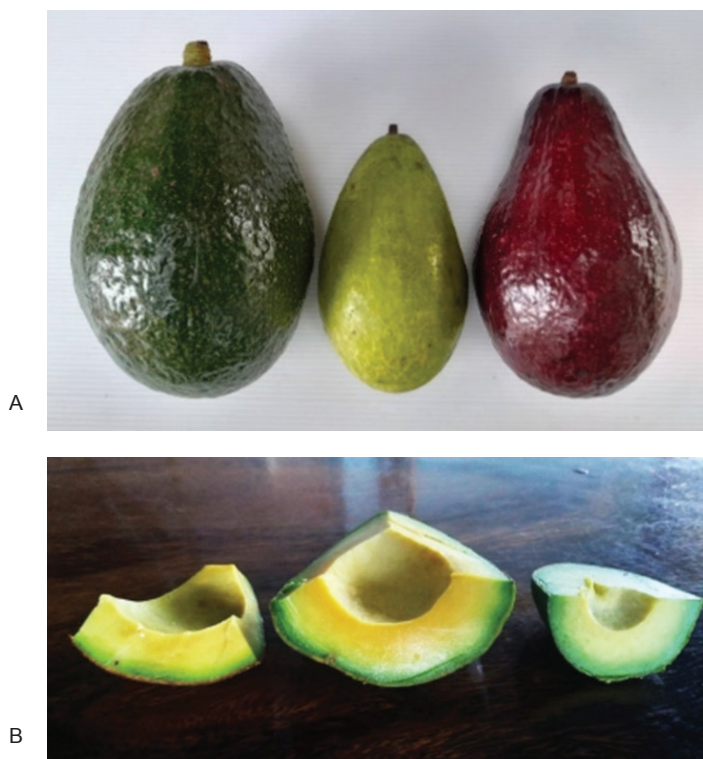


Figure 2 Characteristics of ripe fruit, A) ripe peel color and B) color of flesh

Table 1 Characteristics of fruit shape, fruit shape of of stalk end, fruit shape at stylar region, fruit presence of neck, fruit position of stalk, fruit glossiness, fruit surface, pedicel shape, green peel color, fruit diameter, fruit length, green fruit weight and ripening period of mature fruit.

Cultivars	Fruit shape	Fruit shape of stalk end	Fruit shape at stylar region	Fruit presence of neck	Fruit position of stalk	Fruit glossiness	Fruit surface	Pedicel shape	Green peel color	Fruit diameter	Fruit Length	Green fruit weight (g)	Ripening period (days)
0001 ST	round	broadly rounded	rounded	present	alongaxis	strong	smooth	rounded	medium green	large	short	582.00	8
0007 ST	pear	pointed	rounded	present	alongaxis	medium	smooth	cylindrical	medium green	medium	long	661.00	7
0001 RS	obovoid	pointed	slightly depressed	present	slightly oblique	strong	smooth	cylindrical	medium green	small	medium	375.40	7
0002 RS	round	broadly rounded	slightly depressed	present	alongaxis	strong	very smooth	cylindrical	light green	small	short	370.00	8
0001 SS	obovoid	truncate	rounded	present	alongaxis	strong	smooth	rounded	dark green	large	medium	834.80	8
0001 PJ	pear	pointed	rounded	present	alongaxis	strong	smooth	conical	light green	medium	medium	452.00	8
Booth-7	round	broadly rounded	rounded	present	alongaxis	strong	smooth	rounded	medium green	medium	short	499.00	7

Table 2 Characteristics of ripe peel color, color of flesh, color of layer next to skin, conspicuousness of fiber in flesh, consistency of flesh, shape in longitudinal section, ripe fruit weight, Peel fruit weight, seed fruit weight, thickness of skin, % recovery, fresh firmness and TSS of ripe fruit.

Cultivars	Ripe peel color	Color of flesh	Color of layer next to skin	Conspicuousness of fiber in flesh	Consistency of flesh	Shape in longitudinal section	Ripe fruit weight (g)	Peel fruit weight (g)	Seed fruit weight (g)	Thickness of skin (mm)	%Recovery (%)	Fresh firmness (N)	TSS ("Brix)
0001 ST	medium green	yellow	medium green	inconspicuous	buttery	oblate	552.20	53.60	110.40	2.00 ^a	70.38 ^b	10.59	11.00 ^a
0007 ST	medium green	yellow	Light green	inconspicuous	buttery	ovate	590.00	62.40	55.00	1.88 ^{ab}	80.20 ^a	10.40	8.30 ^c
0001 RS	yellow green	yellow	green	inconspicuous	buttery	circular	352.00	27.00	37.40	1.38 ^d	81.73 ^a	9.81	9.44 ^b
0002 RS	reddish	cream	green	inconspicuous	buttery	circular	344.20	28.40	38.80	1.5 ^{cd}	74.48 ^{ab}	10.20	9.46 ^b
0001 SS	dark green	yellow	green	inconspicuous	buttery	elliptic	738.60	72.20	88.40	1.66 ^{bc}	78.22 ^{ab}	9.81	8.16 ^c
0001 PJ	reddish	yellow	green	conspicuous	granular	thiangular	424.80	46.00	63.00	1.94 ^a	74.76 ^{ab}	9.81	8.00 ^c
Booth-7	medium green	yellow	green	inconspicuous	buttery	depressed oblate	461.80	47.80	85.60	1.66 ^{bc}	71.00 ^b	10.00	7.7 ^c
F-test	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**	ns	**
C.V. (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.67	7.29	8.62	8.46

Mean with different letters in the same column are significantly different at $P < 0.01$ by DMRT.

สรุป

อะโวคาโดทั้ง 7 พันธุ์หรือสายพันธุ์มีลักษณะที่เหมือนกันคือ การมีจุดใกล้ขั้วผล และอายุการสุกหลังเก็บเกี่ยว ส่วนลักษณะอื่นๆ ที่ศึกษาไม่เหมือนกันคือ รูปร่างผล รูปร่างผลบริเวณใกล้ขั้ว รูปร่างปลายผล ตำแหน่งขั้วผล ความมันวาว ลักษณะผิวผล รูปร่างขั้วผล สีเปลือกผลแก่ เส้นผ่านศูนย์กลางผล ความยาวผล น้ำหนักผลแก่ สีเปลือกผลสุก สีเนื้อ สีชั้นระหว่างเนื้อและเปลือก เส้นใยในเนื้อ น้ำในเนื้อ รูปร่างเมล็ด จากการวิเคราะห์ทางสถิติ 4 ลักษณะคือ ความหนาเปลือก ความแน่นเนื้อ เปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ สายพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะดีเด่นมากกว่าพันธุ์บุช-7 ในทุกสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ 0001 ST, 0007 ST และ 0001 PJ มีลักษณะดีเด่นที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญหทัย ทะนงจิตร์. 2565. การปลูกอะโวคาโดอย่างมืออาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สถาบันวิจัยปากช่อง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 58 หน้า.
- ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2534. อะโวคาโด. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 42 ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 33 หน้า.
- สายพิน ศรีอนงค์. 2527. การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของอะโวคาโด พันธุ์บุช-7 และลูล่า. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 16 หน้า.
- สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืช. 2562. รายละเอียดในการตรวจสอบลักษณะของพันธุ์พืชที่ขอจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่ ตามชนิดพืชที่ได้ประกาศให้เป็นพันธุ์พืชใหม่ที่จะได้รับการคุ้มครองตามมาตรา 14 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542. แหล่งที่มา: <https://www.doa.go.th/pvp/>, เข้าถึงเมื่อ 1 ตุลาคม 2565.

ศักยภาพการทำสวนไม้ผลในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง : กรณีศึกษาเปรียบเทียบ
สภาพอากาศและสถานะของน้ำในดินในเขตรากพืชระหว่างสวนมังคุด
ในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ และในเขตภาคใต้ จ.นครศรีธรรมราช

The Potential of Fruits Orchard Cultivation in the Mekong River region : Comparative Case
Study of Mangosteen Orchard Microclimate and Root Zone Soil Water Status in the Mekong
River Region, Bueng Kan and Southern Region, Nakhon Si Thammarat Province

พรชัย ไพบูลย์^{1,2} และพรณี ชื่นนคร^{1,2*}

Pornchai Paiboon^{1,2} and Pannee Chuennakorn^{1,2*}

Received: October 20, 2022

Revised: November 11, 2022

Accepted: November 14, 2022

Abstract: Since 2015, the Thai government has been driving policy on control nationwide para rubber tree plantation due to the falling global rubber prices. Fruit trees farming is an alternative policy to replace rubber trees. This study evaluated the potential in growing fruit crops in region along the Mekong River. The microclimate data and soil water of mangosteen root zone data were analyzed to compare Bueng Kan with the southern Province, Nakhon Si Thammarat, the largest site for mangosteen production. During 2018–2020, Bueng Kan showed up a critical 6–month rainfall shortage (October–March) causing the severe dryness of soil profile 0–100 cm as soil matric potential (Ψ_m) of –100 to –200 kPa. Air vapor pressure deficit (VPD_{air}) was higher of 2–6 kPa inducing stomata closure and limiting leaf photosynthesis and transpiration. The optimal hour for photosynthesis was low of 1–4 hours per day throughout drought period covering the flowering to fruit set stages. Whereas rainy period (April–September) the optimal hour was high of 4–10 hours per day covering the fruit development to harvest stages. For Nakhon Si Thammarat, the annual rainfall was over 2,000 mm with higher rainfall frequency. However, the continual rainfall limited average radiation intensity below $500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and maximized relative humidity (RH) to 100% almost every day. This condition limited the optimal hours for photosynthesis to be 2–6 hours per day throughout the year. According to the favorable climate and soil water in rainy period, the region along the Mekong River, Bueng Kan is remarked to be the potential site for growing mangosteen to replace para rubber tree.

Keywords: Radiation, Rainfall, VPD, Soil matric potential, Photosynthesis

¹ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

¹ Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

² ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10900

² Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/MHESI), Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding author: pannee.c@ku.ac.th

บทคัดย่อ: ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - ปัจจุบัน รัฐบาลมีนโยบายลดพื้นที่ปลูกยางพาราทั่วประเทศ และได้ส่งเสริมการปลูกไม้ผลยืนต้นแทนยางพารา การศึกษานี้เพื่อประเมินศักยภาพการทำสวนไม้ผลในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง โดยวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินในสวนมังคุดของเกษตรกรในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ เปรียบเทียบกับข้อมูลจากสวนมังคุดของเกษตรกรในเขตภาคใต้ จ.นครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นแหล่งปลูกมังคุดแหล่งใหญ่ของประเทศ จากผลการทดลองพบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2561-2563 จ.บึงกาฬ มีฝนทิ้งช่วงติดต่อกันนานถึง 6 เดือน (ตุลาคม-มีนาคม) ทำให้ดินในเขตรากมังคุด คือที่ความลึกระหว่าง 0-100 เซนติเมตร แห้ง มีค่าพลังงานความดันของน้ำในดิน (soil matrix potential, Ψ_m) ต่ำมาก คือมีค่าอยู่ในช่วง -100 ถึง -200 กิโลปาสคาล และทำให้มีค่าแรงดึงระเหยน้ำของอากาศ (air vapor pressure deficit, VPD_{air}) สูงในช่วง 2-6 กิโลปาสคาล ซึ่งเป็นระดับวิกฤตที่ชักนำไปสู่ปากใบมังคุดปิดแคบ จำกัดกระบวนการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำของใบ จึงส่งผลให้มีจำนวนชั่วโมงที่สภาพอากาศเอื้อให้ใบมังคุดทำงานเต็มที่ (optimal hour) ต่ำเพียง 1-4 ชั่วโมงต่อวัน ช่วงแล้งนาน 6 เดือนนี้ตรงกับช่วงการออกดอกและระยะแรกของการพัฒนาผลมังคุดในพื้นที่นี้ แต่ในช่วงที่มีฝน (เมษายน-กันยายน) มี optimal hour 4-10 ชั่วโมงต่อวัน ตรงกับช่วงการพัฒนาผลถึงระยะเก็บเกี่ยว ขณะที่สภาพอากาศ ในสวนมังคุด จ.นครศรีธรรมราช แม้มีปริมาณฝนสะสมตลอดทั้งปีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร และมีการกระจายของฝนดีเกือบตลอดทั้งปี แต่ในช่วงที่ฝนตกชุกทำให้ความเข้มแสงแดดเฉลี่ยต่ำไม่ถึง 500 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ร่วมกับอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 100% ได้แทบทุกวันตลอดทั้งปี เป็นปัจจัยจำกัดกระบวนการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำของใบมังคุด ทำให้สวนมังคุด จ.นครศรีธรรมราช มี optimal hour ในช่วง 2-6 ชั่วโมงต่อวันเกือบตลอดทั้งปี ผลการศึกษานี้แสดงว่า เขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ มีสภาพอากาศและน้ำในดินในช่วงฤดูฝนเอื้อต่อการเติบโตของต้นและการพัฒนาของผลมังคุด สามารถพัฒนาเป็นแหล่งปลูกมังคุดทดแทนยางพาราได้

คำสำคัญ: ความเข้มแสง ปริมาณและการกระจายตัวของฝน แรงดึงระเหยน้ำของอากาศ พลังงานความดันของน้ำในดิน การสังเคราะห์แสง

คำนำ

ด้วยสถานการณ์ราคายางพาราที่ตกต่ำอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกยางพารามีรายได้ลดลง และมีหนี้ครัวเรือนสูงขึ้น (กฤษณี, 2559; กฤษณี และชนิษฐา, 2559) ต่อมาในปี พ.ศ. 2558 รัฐบาลได้มีนโยบายลดพื้นที่ปลูกยางพาราทั่วประเทศ (การยางแห่งประเทศไทย, 2558) ประมาณ 5 ล้านไร่ จาก 23.3 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2559 ลงเหลือ 18.4 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2579 ตามเป้าหมายในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ยางพารา ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) (การยางแห่งประเทศไทย, 2563ก) โดยการยางแห่งประเทศไทย ได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการปลูกยางพันธุ์ดี หรือ ไม้ยืนต้นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งรวมถึงไม้ผล เช่น มังคุด ทุเรียน เงาะ และลำไย เป็นต้น เพื่อทดแทนต้นยางพาราเดิมที่มีอายุตั้งแต่ 25 ปีขึ้นไป หรือต้นยางทรุดโทรมเสียหาย หรือต้นยางที่ได้ผลผลิตน้ำยางน้อย

ไม่คุ้มค่า (การยางแห่งประเทศไทย, 2558; การยางแห่งประเทศไทย, 2559; การยางแห่งประเทศไทย, 2563ข) ทำให้พื้นที่ริมแม่น้ำโขงโดยเฉพาะจังหวัดบึงกาฬ ที่มีพื้นที่ปลูกยางพารากว่า 843,000 ไร่ ซึ่งมากเป็นอันดับ 1 ของภาคอีสาน ถูกตั้งข้อสังเกตว่า จะสามารถพัฒนาเป็นแหล่งปลูกไม้ผล เพื่อทดแทนยางพาราได้หรือไม่ ทั้งนี้ในปัจจุบันจังหวัดบึงกาฬ มีพื้นที่ปลูกไม้ผลไม่ถึง 1% หรือประมาณ 4,355 ไร่ ซึ่งกระจายอยู่ทุกอำเภอ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2564)

ในปี พ.ศ. 2561 คณะนักวิจัยของศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ลงพื้นที่สำรวจการปลูกไม้ผล และประเมินความเป็นไปได้ในการพัฒนาพื้นที่ริมแม่น้ำโขงให้เป็นแหล่งปลูกไม้ผลแหล่งใหม่ของประเทศ ซึ่งพบว่า เกษตรกรในพื้นที่ จ.บึงกาฬ ได้ทดลองปลูกไม้ผลหลายชนิดรวมอยู่ในพื้นที่เดียวกันและให้ผลผลิตแล้ว ได้แก่ มังคุด ลำไย ลิ้นจี่ ทุเรียน เงาะ ลองกอง ส้มโอ ละมุด ชมพู

มะไฟ ขนุน กล้วย มะม่วง สับปะรด ปาล์มน้ำมัน และกะทอน ทั้งนี้ยังพบว่า เกษตรกรบางรายเคยเป็นแรงงานเกษตรในพื้นที่สวนไม้ผลใน จ.จันทบุรี มาก่อน จึงได้นำประสบการณ์ทำสวนมาใช้กับพื้นที่ตนเองใน จ.บึงกาฬ แต่เกษตรกรเหล่านั้นยังขาดหลักวิชาการที่เป็นปัจจุบันและแม่นยำในการจัดการสวนมังคุด ผลผลิตมังคุดที่ได้จึงมีปริมาณน้อย คือมีเพียง 10–20 กิโลกรัม/ต้น และคุณภาพต่ำ คือมีสัดส่วนของอาการยางไหล/เนื่อแก้วอยู่ในระดับสูงมากถึง 50% (พรชัย และคณะ, 2564) ส่งผลให้เกษตรกรขายมังคุดได้เฉพาะในพื้นที่ ทั้งที่มีความต้องการซื้อมังคุดสูง แต่การที่มีปริมาณมังคุดไม่เพียงพอจำหน่ายกลับทำให้เกษตรกรขายได้ราคาใกล้เคียงกับมังคุดที่มาจากจังหวัดอื่น นอกจากนี้ ผลการประเมินขั้นต้นสะท้อนว่า จ.บึงกาฬ น่าจะมีศักยภาพในการพัฒนาให้เป็นแหล่งปลูกไม้ผล เช่น มังคุด ทดแทนยางพาราได้แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่เคยปรากฏรายงานการศึกษาหรือเปรียบเทียบว่า พื้นที่ริมแม่น้ำโขง มีสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินที่เอื้อต่อการเติบโต และให้ผลผลิตของต้นไม้ผลมากน้อยเพียงใด แตกต่างจากแหล่งปลูกไม้ผลในภูมิภาคอื่น เช่น ภาคใต้ ซึ่งเป็นแหล่งปลูกไม้ผลแหล่งใหญ่ของประเทศหรือไม่อย่างไร งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและเปรียบเทียบข้อมูลสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินในเขตรากพืช จากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินที่ได้ติดตั้งในสวนมังคุดของเกษตรกรในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ และในเขตภาคใต้ จ.นครศรีธรรมราช ที่ร่วมในโครงการวิจัยต่างๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2561–2563

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานีตรวจวัดสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินในเขตภาคใต้ ตั้งอยู่ในสวนมังคุดของเกษตรกร ต.ทอนหงส์ อ.พรหมคีรี จ.นครศรีธรรมราช (N8° 35.458' E99° 49.545') จำนวน 1 สถานี ตรวจวัดสภาพอากาศและสภาวะน้ำในดินในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2561–กันยายน พ.ศ. 2562 (พรชัย และคณะ, 2562) เกษตรกรรายนี้ปลูกมังคุดปี พ.ศ. 2536 จำนวน 100 ต้นบนพื้นที่สวน 10 ไร่

พื้นที่สวนเป็นพื้นที่ราบ ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนถึงดินร่วนปนดินเหนียว

ส่วนสถานีตรวจวัดสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินในเขตริมแม่น้ำโขง ตั้งอยู่ในสวนมังคุดของเกษตรกร ต.โป่งเปือย อ.เมืองบึงกาฬ จ.บึงกาฬ (N18° 20.343' E103° 30.860') จำนวน 1 สถานี ตรวจวัดสภาพอากาศและสภาวะน้ำในดินในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561–ธันวาคม พ.ศ. 2563 (พรชัย และคณะ, 2564) เกษตรกรรายนี้ทดลองปลูกมังคุดปี พ.ศ. 2551 จำนวน 13 ต้นบนพื้นที่สวน 1 ไร่ พื้นที่สวนเป็นพื้นที่ราบ ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย

ข้อมูลสภาพอากาศที่ตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ (T_{air}) ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ (RH_{air}) ความเข้มแสงแดดในช่วงความยาวคลื่น 400–700 นาโนเมตร ที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Photon Flux Density, PPFD) ปริมาณฝน (rainfall) ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ รุ่น Watchdog 1450 และ 2475 ของบริษัท Spectrum Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ติดตั้งในบริเวณกลางแจ้งของสวนมังคุดที่ระดับความสูง 2 เมตรจากพื้นดิน และข้อมูลสภาวะของน้ำในดินในเขตรากพืช ได้จากสถานีตรวจวัดค่าพลังงานความดันของน้ำในดิน (Ψ_m) ด้วยหัววัด Watermark ของบริษัท Spectrum Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ฝังในเขตรากต้นมังคุดใน 7 ระดับความลึกในช่วง 10–100 เซนติเมตร ห่างจากต้นมังคุด 2 เมตร หัววัดแต่ละหัวต่อเข้ากับเครื่องอ่านและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ (datalogger รุ่น Watchdog 2800 ของบริษัท Spectrum Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่กำหนดให้วัดและบันทึกข้อมูลสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินโดยอัตโนมัติทุก 15 นาที ตลอดทั้งปี

ข้อมูลสภาพอากาศที่ได้ นำมาคำนวณค่าแรงดึงระเหยน้ำของอากาศ (VPD_{air}) (Licor, 1990) และประเมินจำนวนชั่วโมงที่สภาพอากาศเอื้อให้ใบมังคุดทำงานเต็มที่ในแต่ละวัน (optimal hour) โดยกำหนดเกณฑ์ของค่าพารามิเตอร์ (criteria)

จำนวน 2 เกษตรกรที่ได้จากผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของใบมังคุดที่ศึกษาก่อนหน้านี้ใน จ.จันทบุรี โดยนับจำนวนชั่วโมงที่ใบมังคุดได้รับความเข้มแสงแดดตั้งแต่ 500 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ขึ้นไป ซึ่งความเข้มแสงแดดตั้งแต่ระดับนี้จะกระตุ้นให้ใบมังคุดสังเคราะห์แสงได้เต็มที่ และมีค่า VPDair ในช่วง 0.1–2.0 กิโลปาสกาล ซึ่งจะเอื้อให้ปากใบมังคุดเปิดเต็มที่ (สุนทร และพรณี, 2550)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปริมาณและการกระจายตัวของฝน และสถานะของน้ำในดินในเขตรากมังคุด

ช่วงปี พ.ศ. 2561–2563 สวนมังคุด อ.เมือง จ.บึงกาฬ มีฝนตกนาน 6 เดือน คือในช่วงเดือนเมษายน–กันยายน (figure 1a) โดยมีปริมาณฝนสะสม 1,675–2,085 มิลลิเมตรต่อปี มีจำนวนวันที่ฝนตก 104–116 วันต่อปี และมีฝนทิ้งช่วงนานถึง 6 เดือน ในช่วงเดือนตุลาคม–มีนาคม ทำให้สถานะของน้ำในดินในเขตรากมังคุดที่ระดับความลึก 0–100 ซม. จากผิวดิน มีสภาพแห้งมากตลอดทั้งหน้าตัดดิน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไป โดยมีค่าพลังงานความดันของน้ำในดิน (Ψ_m) ในช่วง -160 ถึง -200 kPa (แสดงด้วยสีน้ำตาลเข้มใน figure 1b) ในช่วงแล้งนาน 6 เดือนของปี พ.ศ. 2561–2562 เกษตรกรเริ่มมีการให้น้ำแก่ต้นมังคุดตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม

พ.ศ. 2562 ทำให้ดินที่ระดับความลึก 0–50 เซนติเมตร ชื้นขึ้น มีค่า Ψ_m ในช่วง -60 ถึง -120 กิโลปาสกาล (แสดงด้วยสีเขียวอ่อนและเหลืองใน figure 1b) ในช่วงเดือนมกราคม–เมษายน พ.ศ. 2562) ช่วงแล้งปี พ.ศ. 2562–2563 เกษตรกรยังคงให้น้ำแก่ต้นมังคุดตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2563 แต่ไม่มากพอที่จะให้หัววัดและแสดงค่าว่าดินมีความชื้นมากขึ้น จึงแสดงสภาพแห้งตลอดทั้งหน้าตัดดิน ในช่วงที่มีฝนนาน 6 เดือน ไม่ปรากฏสภาพจะตลอดชื้นหน้าตัดดินสถานะของน้ำในดินส่วนใหญ่มีค่า Ψ_m ในช่วง -20 ถึง -60 กิโลปาสกาล (แสดงด้วยสีเขียวเข้มและเขียวอ่อนใน figure 1b) สลับกับมีช่วงแห้งสั้นๆ ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร สะท้อนว่า รากมังคุดอาศัยอยู่หนาแน่นบริเวณนี้และดูดใช้น้ำจากดินได้ดี สอดคล้องกับผลการติดตามถ่ายภาพระบบรากของต้นมังคุดในหลายช่วงอายุต้นตั้งแต่ 28–45 ปี ในสวนมังคุดของเกษตรกรใน อ.เมือง จ.จันทบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2554–2555 และใน อ.หลังสวน จ.ชุมพร ในช่วงปี พ.ศ. 2560–2561 ที่บริเวณกิ่งกลางทรงพุ่มและชายพุ่มที่ระดับความลึก 0–100 เซนติเมตร ด้วยเครื่อง In-Situ Root Imager (รุ่น CI-600, CID Bio-Science Inc., U.S.A.) ผ่านท่ออะคริลิกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 2.5 นิ้ว ที่ฝังไว้ในดินรวม 3 สวน พบว่าระบบรากของต้นมังคุดหนาแน่นในช่วง 0–100 เซนติเมตร (พรชัย และพรณี, 2555; 2561)

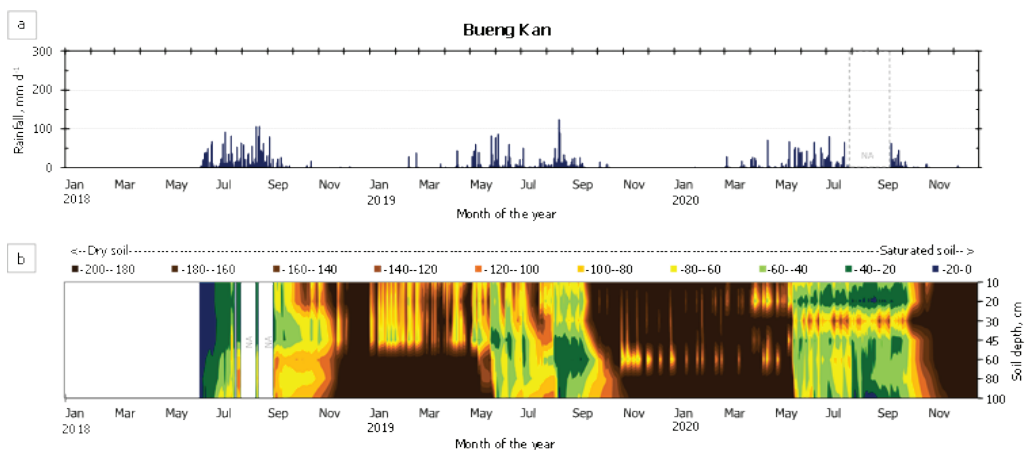


Figure 1 a) Daily rainfall and b) Soil matric potential (Ψ_m) of mangosteen tree root zone (0–100 cm) of mangosteen orchard located in Mueang district, Bueng Kan Province (N18° 20.343' E103° 30.860') during June 2018–December 2020. Ψ_m of 0 kPa represents the saturated soil water condition, less than 0 kPa represented the drier soil. NA = data not available.

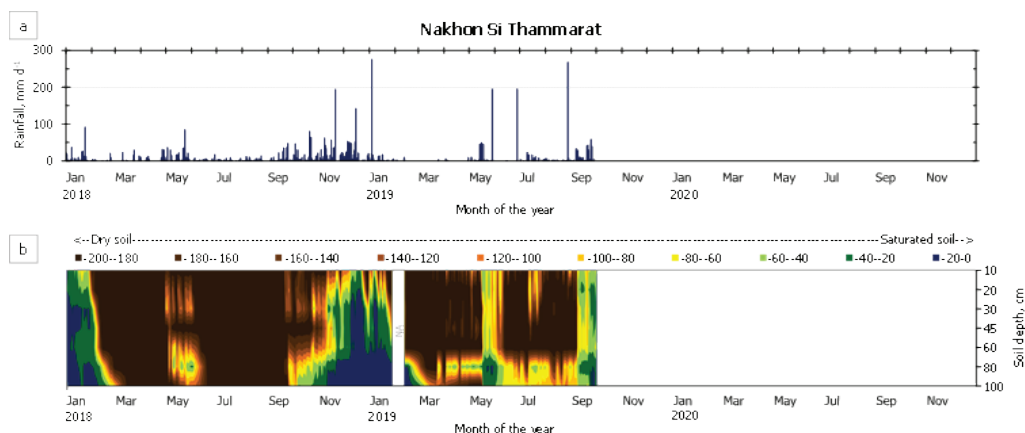


Figure 2 a) Daily rainfall and b) Soil matrix potential (Ψ_m) of mangosteen tree root zone (0–100 cm) of mangosteen orchard located in Phrom Khiri district, Nakhon Si Thammarat Province (N8° 35.458' E99° 49.545') during January 2018 –September 2019 , the end of southern project . NA = data not available.

ส่วนสภาพอากาศและสภาวะของน้ำในดินในสวนมังคุด อ.พรหมคีรี จ.นครศรีธรรมราช ที่เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 จนถึงสิ้นสุดโครงการในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 พบว่า ปี พ.ศ. 2561 มีปริมาณฝนสะสมสูงถึง 2,840 มิลลิเมตร มีจำนวนวันที่ฝนตก 218 วัน การกระจายตัวของฝนดีตลอดทั้งปี มีช่วงแล้งที่ฝนทิ้งช่วงสั้นไม่เกิน 2 สัปดาห์ (figure 2a) ส่วนปี พ.ศ. 2562 (มกราคม–กันยายน) มีปริมาณฝนสะสม 1,719 มิลลิเมตร มีช่วงแล้งที่ฝนทิ้งช่วงนาน 3 เดือน (กุมภาพันธ์–เมษายน) (figure 2a) ถึงแม้จะมีฝนตกกระจายตัวดีตลอดทั้งปี แต่สภาวะของน้ำในดินในเขตรากมังคุด ส่วนใหญ่มีสภาพแห้งตลอดชั้นความลึก 0–100 เซนติเมตร ซึ่งมีค่า Ψ_m ในช่วง -100 ถึง -200 กิโลปาสกาล (แสดงด้วยสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม ใน figure 2b) ทั้งนี้ดินของสวนมังคุดนี้ซึ่งมีลักษณะเป็นดินทรายมีการระบายน้ำได้เร็ว และ/หรือรากมังคุดดูดใช้น้ำได้ดี ยกเว้น ในช่วงที่ฝนตกชุกและมีปริมาณฝนสูง 100–276 มิลลิเมตรต่อวัน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน–มกราคม ทำให้ดินเกือบตลอดทั้งหน้าตัดอยู่ในสภาพแฉะ มีค่า Ψ_m ในช่วง 0 ถึง -10 กิโลปาสกาล (แสดงด้วยสีน้ำเงินใน figure 2b) ติดต่อกันนาน 3 เดือนในช่วงพฤศจิกายน–มกราคม ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในเขตรากมีระดับจำกัด ทำให้

กระบวนการหายใจของเซลล์รากลดลง จำกัดการสร้างพลังงาน ATP และกระบวนการต่างๆ เช่น การสังเคราะห์โปรตีน (Taiz *et al.*, 2018, Pan *et al.*, 2021)

2. จำนวนชั่วโมงที่สภาพอากาศเอื้อให้ใบมังคุดทำงานเต็มที่ (optimal hour)

สภาพอากาศกลางแจ้งที่ตรวจวัดได้ในสวนมังคุด อ.เมือง จ.บึงกาฬ พบว่า มีความเข้มแสงแดดสูงสุด 2,500 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และพบว่ามีความเข้มแสงแดดเฉลี่ย (6.00–18.00 น.) สูงกว่า 500 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาทีเกือบทุกวันตลอดทั้งปี (Figure 3a) ซึ่งเป็นระดับที่มากพอให้ใบมังคุดที่อยู่บริเวณด้านนอกทรงพุ่มสังเคราะห์แสงได้เต็มที่ (สุนทรี และพรรณี, 2550) ขณะที่อุณหภูมิอากาศมีความผันผวนตามฤดูกาล โดยพบว่า ในช่วงกลางวันของเดือนกุมภาพันธ์–เมษายน มีอากาศร้อนจัด อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 35–42 องศาเซลเซียส และในช่วงกลางคืนของเดือนพฤศจิกายน–กุมภาพันธ์ มีอากาศเย็นจัด มีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ระหว่าง 5–20 องศาเซลเซียส (Figure 4a) การที่ จ.บึงกาฬ ตั้งอยู่ทางตอนบนของภาคอีสานทำให้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดมาจากไซบีเรียผ่านประเทศจีนในช่วงเดือนพฤศจิกายน–กุมภาพันธ์ของทุกปี ซึ่งเป็นอากาศที่มีลักษณะเย็นและแห้ง ทำให้มีฝนทิ้งช่วงต่อเนื่อง

จนถึงฤดูร้อนนานถึง 6 เดือนนอกจากทำให้ดินแห้งแล้วยังทำให้อากาศแห้ง และส่งผลให้มีความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ต่ำ ในช่วง 10–50% (Figure 5a) เมื่อนำค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศที่วัดได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ มาคำนวณค่าแรงดึงระเหยน้ำของอากาศ (VPD_{air}) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่สะท้อนระดับความแห้งของอากาศ พบว่า VPD_{air} สูงสุดมีค่าอยู่ระหว่าง 2–6 กิโลปาสคาล (Figure 6a) ซึ่งเป็นระดับที่แห้งรุนแรงเกินระดับวิกฤตของใบมังคุดอากาศที่แห้งส่งผลชักนำให้ปากใบมังคุดปิดแคบลงเพื่อลดอัตราการเสียน้ำในกระบวนการคายน้ำของใบ (สุนทร และ พรหมณี, 2550) ทำให้สวนมังคุด จ.บึงกาฬ มีจำนวนชั่วโมงที่สภาพอากาศเอื้อให้ใบมังคุดทำงานเต็มที่ (optimal hour) ลดต่ำลงมาก เหลือเพียง 1–4 ชั่วโมงต่อวัน แทบทุกวันตลอดช่วงแล้งนาน 6 เดือน (Figure 7a) ซึ่งตรงกับระยะออกดอก (เดือนมีนาคม) และเริ่มพัฒนาผลมังคุดของพื้นที่นี้ อีก 6 เดือนต่อมาที่

มีฝนตกต่อเนื่อง (เมษายน–กันยายน) ทำให้อากาศชื้น มีค่า VPD_{air} สูงสุดไม่เกิน 2 กิโลปาสคาล ทำให้มี optimal hour สูง 4–10 ชั่วโมงต่อวัน (Figure 7a) ระยะนี้ตรงกับช่วงพัฒนาของผลจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนกรกฎาคม

สำหรับภาคใต้ ฝนที่ตกต่อเนื่องเกือบตลอดทั้งปีของสวนมังคุด อ.พรหมคีรี จ.นครศรีธรรมราช ทำให้ความชื้นแสงแดดต่ำ มีความชื้นแสงแดดเฉลี่ยไม่ถึง 500 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ในหลายวันของปี (Figure 3b) จำกัดกระบวนการสังเคราะห์แสงของใบมังคุด ร่วมกับอากาศมีความชื้นสูงมีค่า RH สูงสุด 100% (Figure 5b) ทำให้ VPD_{air} ต่ำสุดเป็นศูนย์ (Figure 6b) ได้แทบทุกวันตลอดทั้งปี สภาพอากาศเช่นนี้ทำให้ใบมังคุดคายน้ำได้ในอัตราต่ำถึงไม่คายน้ำ (สุนทร และ พรหมณี, 2550) พื้นที่นี้จึงมี optimal hour ต่ำ 2–6 ชั่วโมงต่อวัน เกือบตลอดทั้งปี (Figure 7b)

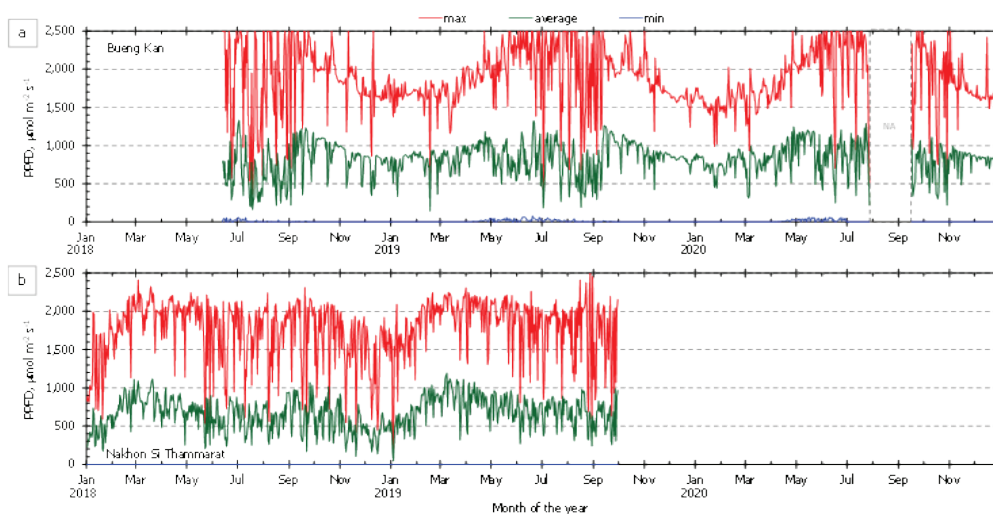


Figure 3 Photosynthetic photon flux density of mangosteen orchard located in a) Mueang district, Bueng Kan Province during June 2018–December 2020 and b) Phrom Khiri district, Nakhon Si Thammarat Province during January 2018 – September 2019, the end of southern project. Red line is the maximum value, green line is the average value and blue line is the minimum value of the day. NA = data not available.

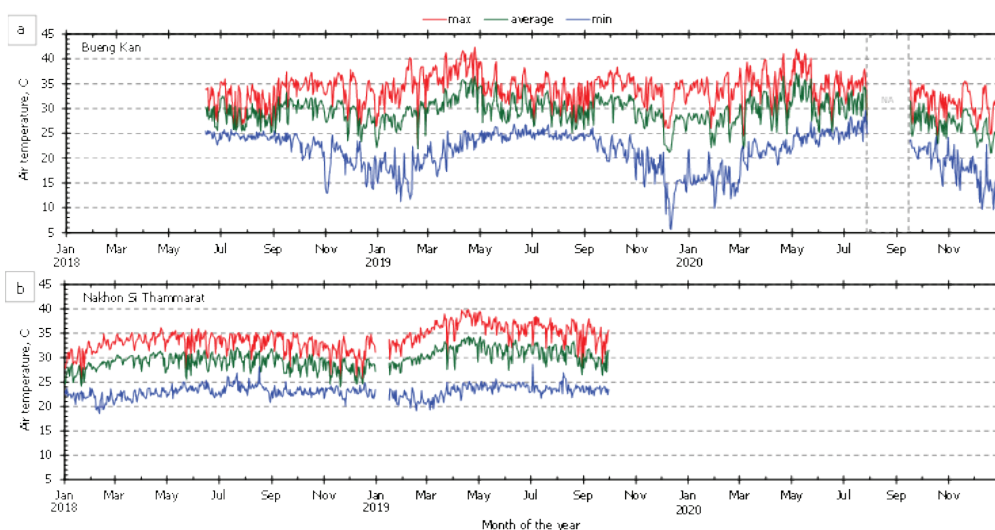


Figure 4 Air temperature of mangosteen orchard located in a) Mueang district, Bueng Kan Province during June 2018–December 2020 and b) Phrom Khiri district, Nakhon Si Thammarat Province during January 2018 – September 2019, the end of southern project. Red line is the maximum value, green line is the average value and blue line is the minimum value during daytime period (6 AM-6 PM). NA = data not available.

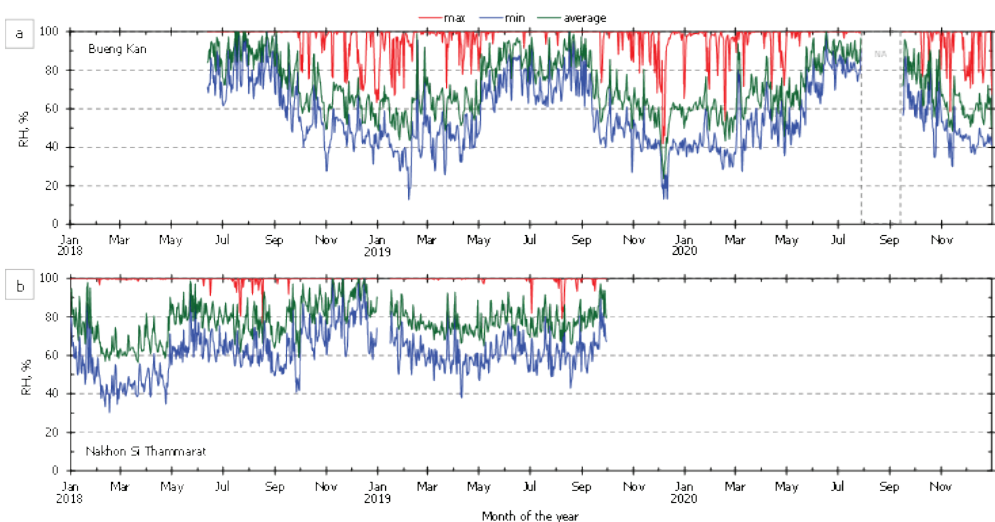


Figure 5 Relative Humidity of mangosteen orchard located in a) Mueang district, Bueng Kan Province during June 2018–December 2020 and b) Phrom Khiri district, Nakhon Si Thammarat Province during January 2018 – September 2019, the end of southern project. Red line is the maximum value, green line is the average value and blue line is the minimum value during daytime period (6 AM-6 PM). NA = data not available.

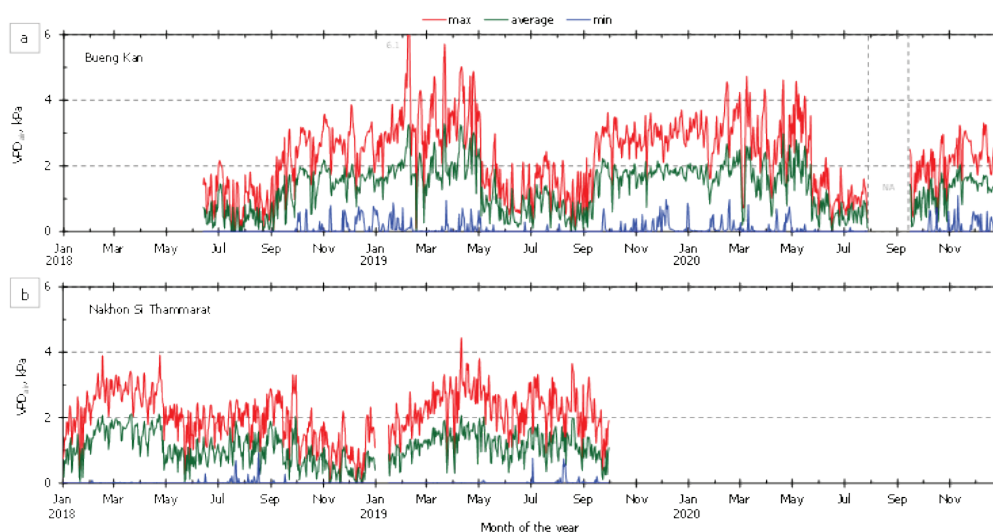


Figure 6 Air vapor pressure deficit of mangosteen orchard located in a) Mueang district, Bueng Kan Province during June 2018–December 2020 and b) Phrom Khiri district, Nakhon Si Thammarat Province during January 2018 – September 2019, the end of southern project. Red line is the maximum value, green line is the average value and blue line is the minimum value during daytime period (6 AM-6 PM). NA = data not available.

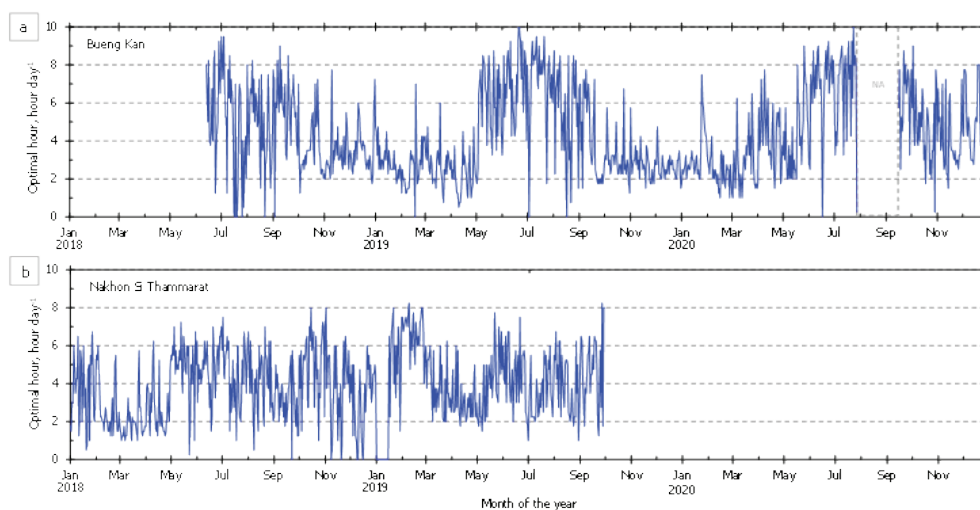


Figure 7 Daily optimal hour for leaf photosynthesis and stomata opening of mangosteen orchard located in a) Mueang district, Bueng Kan Province during June 2018–December 2020 and b) Phrom Khiri district, Nakhon Si Thammarat Province during January 2018 – September 2019, the end of southern project. NA = data not available.

สรุป

สวนมังคุด จ.นครศรีธรรมราช มีการกระจายตัวของฝนดีตลอดทั้งปี มีช่วงแล้งที่ไม่มีฝนสั้นเพียง 2 สัปดาห์ - 3 เดือน แต่ฝนที่ตกชุกทำให้มีความชื้นแสงแดดต่ำกว่า 500 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำไม่เพียงพอกระตุ้นให้ใบมังคุดสังเคราะห์แสงได้เต็มที่ ร่วมกับมีความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงเป็นปัจจัยจำกัดการกระบวนการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำของใบมังคุด พื้นที่นี้จึงมีสภาพอากาศที่เอื้อให้ใบมังคุดทำงานเต็มที่เพียง 2-6 ชั่วโมงต่อวัน เกือบตลอดทั้งปี

ขณะที่พื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ มีความชื้นแสงแดดเพียงพอเกือบทุกวันตลอดทั้งปี และในช่วงที่ฝนตกต่อเนื่องในเดือนเมษายน-กันยายน ยังมีค่า VPD_{air} สูงสุดไม่เกิน 2 กิโลปาสคาล ทำให้ จ.บึงกาฬ มีสภาพอากาศที่เอื้อให้ใบมังคุดทำงานเต็มที่สูง 4-10 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งตรงกับช่วงพัฒนาผลถึงระยะเก็บเกี่ยวมังคุด ดังนั้น พื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ จึงสามารถพัฒนาเป็นแหล่งปลูกมังคุดทดแทนยางพาราได้

ข้อเสนอแนะ

ใน จ.นครศรีธรรมราช ความชื้นแสงแดดที่ต่ำและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่สูงเป็นปัจจัยจำกัดกระบวนการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำของใบมังคุด ด้วยเหตุนี้ คณะนักวิจัยจึงแนะนำให้เกษตรกรผู้ปลูกมังคุดภาคใต้ตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมังคุดเป็นประจำทุกปี เพื่อให้ทรงพุ่มโปร่ง ใบมังคุดได้รับความชื้นแสงแดดที่สูงขึ้นลมสามารถพัดพาความชื้นออกจากทรงพุ่ม กระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำของใบให้สูงขึ้นได้

ขณะที่พื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ แม้จะมีสภาพอากาศที่เอื้อต่อการเติบโตและพัฒนาผลในช่วงที่มีฝน แต่เกษตรกรจำเป็นต้องมีการสำรองน้ำให้เพียงพอเพื่อเลี้ยงระบบรากให้มีชีวิตรอดตลอดช่วงฤดูแล้งนาน 6 เดือน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ศูนย์

เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (AG-BIO/MHESI) และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ขอขอบพระคุณ ศ.ดร. สุนทรีย ชัยสวัสดิ์ รศ.ดร. สมิตรา ภู่วโรดม รศ.ดร. พงศ์เทพ อัครธนกุล คุณสุนทร เหมทานนท์ และคุณสุจินต์ สิทธิวนกุล สำหรับคำแนะนำและข้อมูลเชิงพื้นที่ และขอขอบคุณ คุณจรรยา สายทอง เกษตรกรเจ้าของสวนมังคุด อ.เมือง จ.บึงกาฬ และคุณสุนทร ภูหลาบวรรณ เจ้าของสวนมังคุด อ.พรหมคีรี จ.นครศรีธรรมราช ที่ให้เข้าใช้พื้นที่สวนมังคุดเพื่อทำงานวิจัยและให้ข้อมูลการจัดการสวนมังคุด

เอกสารอ้างอิง

- การยางแห่งประเทศไทย. 2558. คู่มือสำหรับประชาชน : การขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการปลูกแทน กรณีบุคคลธรรมดา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 16 หน้า.
- การยางแห่งประเทศไทย. 2559. ประกาศคณะกรรมการการยางแห่งประเทศไทย เรื่อง กำหนดยางพันธุ์ดี พ.ศ.๒๕๕๙. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- การยางแห่งประเทศไทย. 2563ก. ยุทธศาสตร์ยางพาราระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 88 หน้า.
- การยางแห่งประเทศไทย. 2563ข. ประกาศคณะกรรมการการยางแห่งประเทศไทย เรื่อง กำหนดไม้ยืนต้นชนิดอื่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ พ.ศ.๒๕๖๓. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2564. แนวทางการส่งเสริมการเกษตรที่เหมาะสม ตามฐานข้อมูลแผนที่เกษตรเชิงรุก AGRI-MAP จังหวัดบึงกาฬ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 46 หน้า.
- กฤษฎี พิสิฐศุภกุล. 2559. สถานการณ์ยางพารา ปี 2558 และแนวโน้มราคาปี 2559. ธนาคารแห่งประเทศไทย. สำนักงานภาคใต้.

- กฤษฎี พิสิฐสุภกุล และชนิษฐา วนะสุข. 2559. ทางออกเกษตรกรชาวสวนยางช่วงราคายางตกต่ำ. ธนาคารแห่งประเทศไทย. สำนักงานภาคใต้. 3 หน้า.
- พรชัย ไพบูลย์ และพรณี ชื่นนคร. 2555. การติดตามถ่ายภาพระบบรากของต้นมังคุด จ.จันทบุรี. ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 หน้า.
- พรชัย ไพบูลย์ และพรณี ชื่นนคร. 2561. การติดตามถ่ายภาพระบบรากของต้นมังคุด จ.ชุมพร. ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 60 หน้า. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/search_detail/result/20015801 (1 ตุลาคม 2565).
- พรชัย ไพบูลย์, พรณี ชื่นนคร และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2562. สภาพอากาศและน้ำในดิน ประจำสวนมังคุดต้นแบบในพื้นที่ภาคใต้ จ.ชุมพร และ จ.นครศรีธรรมราช ปี 2561-2562. ใน: รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการประยุกต์เทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรมการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน และเพิ่มผลผลิตคุณภาพมังคุดในเขตพื้นที่ภาคใต้. ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 307 หน้า.
- พรชัย ไพบูลย์, พรณี ชื่นนคร, สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์ และสมิตรา ภู่วโรดม. 2564. สภาพอากาศและสถานะของน้ำในดินในสวนไม้ผลพื้นที่ริมแม่น้ำโขง จ.บึงกาฬ และเขตพื้นที่อื่นที่ไม่ได้ปลูกไม้ผลยืนต้นเพื่อการค้า. ใน: รายงานความก้าวหน้า โครงการการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเชิงบูรณาการจากไม้ผล/ประมง/ปศุสัตว์ : ทางเลือกใหม่ให้เกษตรกรสวนยางในเขตพื้นที่ริมแม่น้ำโขง. ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 หน้า.
- สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์ และพรณี ชื่นนคร. 2550. ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของมังคุดของจันทบุรี. รายงานโครงการพัฒนาวิชาการ. ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กำแพงแสน. 60 หน้า. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/search_detail/result/20015801 (1 ตุลาคม 2565).
- Licor. 1990. LI-6262 CO₂/H₂O Analyzer: Instruction Manual. Publication No. 9003-59. Licor Inc., Nebraska, U.S.A. 120 p.
- Pan, J., R. Sharif, X. Xu and X. Chen. 2021. Mechanisms of waterlogging tolerance in plants: research progress and prospects. *Frontiers in Plant Science*. 11: 1-16.
- Taiz, L., E. Zeiger, I.M. Moller and A. Murphy. 2018. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Oxford University Press, U.S.A., 761 p.

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะทนร้อนใน ประชากรข้าวหอมที่พัฒนาขึ้นใหม่

Validation of a Molecular Marker for Heat Tolerance Selection in Improved Aromatic Rice (*Oryza sativa* L.)

ธัญลักษณ์ จำปา¹ โจนาลิซ่า แอล เซียงหลิว² ชเนษฎ์ ม้าลำพอง¹ และ
วัชรวิวรรณ แจ่มบุญศรี^{2*}

Thanyalak Jampa¹, Jonaliza L. Siangliw², Chanate Malumpong¹ and Watchareewan Jamboonsri²

Received: October 26, 2022

Revised: November 17, 2022

Accepted: November 18, 2022

Abstract: The validation of a molecular marker for heat tolerance selection was conducted in 13 BC₂F₃ rice lines derived from a backcrossing between the aromatic recipient parent 'RGD13215-MS13-MS19-10-4-MS26' (RGD) and the well-known heat tolerance donor 'Nagina-22' (N22). The experiments were carried out under greenhouse condition at 30-52 °C and natural field condition at 22-37 °C. At the reproductive stage, three developing panicles/plant/replication were tagged when the length between the flag leaf and the second leaf was 5 cm. The same panicles were counted for seed set after harvesting. We used spikelet fertility (SF) as the heat-tolerant index in this study. The results showed that the SF of the seven introgression lines with N22 allele at the targeted locus were significantly higher than that of the six lines with RGD allele in both conditions. This suggested that the newly developed marker was effective and trustable for heat tolerance selection from N22 in this background. The marker will be validated in other populations with different backgrounds and in germplasm accessions for its potential in application in broader germplasm.

Keywords: Rice, Heat tolerance, Breeding, Spikelet fertility, Molecular marker

บทคัดย่อ: การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะทนร้อนได้รับการประเมินในประชากร BC₂F₃ จำนวน 13 สายพันธุ์ ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมกลับโดยใช้ข้าวเจ้าหอม RGD13215-MS13-MS19-10-4-MS26 (RGD) เป็นสายพันธุ์รับและข้าวพันธุ์ Nagina-22 (N22) เป็นพันธุ์ให้ลักษณะทนร้อน การทดลองนี้ประเมินทั้งภายใต้สภาพโรงเรือนที่อุณหภูมิ 30-52 องศาเซลเซียส และสภาพแปลงที่อุณหภูมิ 22-37 องศาเซลเซียส ในระยะเจริญพันธุ์รวงจะได้รับการติดฉลากเมื่อใบธงอยู่ห่างจากใบถัดไประยะ 5 เซนติเมตร

¹ ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140

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

² กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพพืชและการจัดการแบบบูรณาการ, ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค), สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จ.ปทุมธานี 12120

Integrative Crop Biotechnology and Management Research Group, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC), National Science and Development Agency (NSTDA), Pathum Thani 12120, Thailand.

*Corresponding author: watchareewan@biotec.or.th

จำนวน 3 รวง/ต้น/ข้า้ นับการติดเมล็ดในทุกรวงหลังการเก็บเกี่ยว โดยใช้ความสามารถในการติดเมล็ดเป็นดัชนีความทนร้อน พบว่า สายพันธุ์ที่มีอัลลีลแบบเดียวกับ N22 ในตำแหน่งเป้าหมาย จำนวน 7 สายพันธุ์มีความสามารถติดเมล็ดสูงกว่าสายพันธุ์ที่มีอัลลีลแบบ RGD จำนวน 6 สายพันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลง แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการใช้คัดเลือกลักษณะการติดเมล็ดภายใต้อุณหภูมิสูงในฐานะพันธุ์กรรมข้าว RGD เครื่องหมายโมเลกุลนี้จะได้รับการทดสอบประสิทธิภาพในประชากรอื่นๆ ที่มีฐานพันธุ์กรรมแตกต่างกันและในเชื้อพันธุ์กรรมอื่นๆ เพื่อให้เห็นศักยภาพในการนำไปใช้ในวงกว้างขึ้น

คำสำคัญ: ข้าว, ทนร้อน, ปรับปรุงพันธุ์, การติดเมล็ด, เครื่องหมายโมเลกุล

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารหลักและทวีปเอเชียเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญของโลก โดยในปีค.ศ. 2017 สามารถผลิตข้าวคิดเป็น 90% จากผลผลิตทั่วโลก (FAOSTAT, 2017) จาก The IPCC 4th Assessment Report (2007) กล่าวว่าปัญหาสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลกระทบอย่างมากต่อผลผลิตข้าว โดยอุณหภูมิทั่วไปของโลกมีการเพิ่มขึ้นประมาณ 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียสในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา (IPCC, 2012) อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลโดยตรงต่อการลดลงของผลผลิตข้าวในพื้นที่การเกษตรของทวีปเอเชีย (Catherine *et al.*, 2012) โดยส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงในช่วงของระยะเจริญพันธุ์ โดยในระยะดอกบาน (flowering stage) เป็นระยะที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด (Osada *et al.*, 1973; Satake and Yoshida, 1978) มีอุณหภูมิวิกฤติเริ่มที่ 33 องศาเซลเซียส (Jagadish *et al.*, 2007) โดยข้าวจะมีผลผลิตลดลง 10% เมื่อค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก 1 องศาเซลเซียส (Asian Development Bank, 2009)

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนร้อนในอดีตใช้การปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐานสำหรับพัฒนาพันธุ์ข้าวทนร้อน และใช้การประเมินลักษณะการติดเมล็ดเพื่อคัดเลือกพันธุ์ทนร้อนในการพัฒนาพันธุ์ (Prasad *et al.*, 2006) ต่อมาได้มีการศึกษา Quantitative trait loci (QTL) ของลักษณะทนร้อนเพิ่มขึ้น และมีการระบุตำแหน่งยีนที่คาดว่ามีความเกี่ยวข้องกับลักษณะทนร้อนหลายบริเวณ พบว่า ลักษณะทนร้อนของข้าวเป็น

ลักษณะเชิงปริมาณ ถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่ง ซึ่งตำแหน่ง QTL ที่พบยังคงมีข้อจำกัดจากความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม ในปี 2010 ได้มีการนำ Single nucleotide polymorphism (SNP) มาช่วยในการทำ QTL ที่ระยะดอกบานของคู่ผสมระหว่างข้าวพันธุ์ IR64 และพันธุ์ N22 ซึ่งพบว่าสายพันธุ์ที่มีความทนร้อนสูงนั้นสามารถระบุอัลลีลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทนร้อนได้บนโครโมโซมที่ 4 เป็นอัลลีลที่ได้จาก Nagina 22 (N22) ซึ่งเป็นพันธุ์ทนร้อน และบนโครโมโซมที่ 1 เป็นอัลลีลที่ได้จาก IR64 (Ye *et al.*, 2012) ต่อมาได้มีการศึกษา Genome-wide association study (GWAS) ที่ระยะดอกบานในข้าวจำนวน 167 พันธุ์ พบยีนที่คาดว่าเกี่ยวข้องกับบนโครโมโซมที่ 1 และ 4 คือ qHTSF1.1 (30,476,158 bp) และ qHTSF4.1 (17,876,533 bp) ตามลำดับ (Lafarge *et al.*, 2017) จากองค์ความรู้ดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่จำเพาะกับยีน qHTSF1.1 และ qHTSF4.1 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการคัดเลือกลักษณะการติดเมล็ดภายใต้อุณหภูมิสูงของประชากรข้าวที่ได้รับลักษณะพันธุกรรมทนร้อนจาก N22 ด้วยความร่วมมือกันระหว่างประเทศของโครงการ SEA-EU-NET Project โดย The French Agricultural Research Centre for International Development (CIRAD, ประเทศฝรั่งเศส) ได้พัฒนาเครื่องหมายโมเลกุล Ht4.2 ที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะทนร้อนบนยีน qHTSF4.1 ใช้สำหรับตรวจตำแหน่งบนโครโมโซมที่ 4 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพ

ของเครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวในการคัดเลือกประชากรลูกผสมระหว่างพันธุ์รับ (recipient parent) ข้าวเจ้าหอมสายพันธุ์ RGD13215-MS13-MS19-10-4-MS26 (RGD) กับพันธุ์ให้ (donor parent) Nagina-22 (N22) ที่มีความสามารถติดเมล็ดที่อุดมสมบูรณ์สูง เพื่อพัฒนาข้าวเจ้าหอมสายพันธุ์ใหม่ให้มีศักยภาพในการติดเมล็ดภายใต้สภาพอากาศร้อนและประเมินลักษณะการติดเมล็ดภายใต้อุดมสมบูรณ์สูงเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะทนร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

สายพันธุ์ข้าวที่ใช้ทดสอบ

ประชากร BC_2F_3 จำนวน 13 สายพันธุ์ที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง N22 เป็นพันธุ์ให้กับสายพันธุ์ RGD เป็นพันธุ์รับ โดย N22 มีความสามารถติดเมล็ดในอุดมสมบูรณ์สูง เป็นข้าวกลุ่ม aus-type rice มีลักษณะรากลึก ลำต้นสูง และเมล็ดสั้น RGD มีลักษณะทนน้ำท่วมฉับพลัน (ยีน *sub1C*) ต้านทานโรคไหม้ (ยีน *Pikm2*) โรคขอบใบแห้ง (ยีน *xa5*, *Xa21* และ *xa33*) และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (ยีน *Bph32*) ได้รับการพัฒนาจากหน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว (RGDU) มีฐานพันธุกรรมจากข้าวพันธุ์ IR57514 และใช้พันธุ์สินเหล็กเป็นพันธุ์อ่อนแอต่ออุดมสมบูรณ์สูง

สถานที่ทดลอง คือ โรงเรียนควมคุมอุดมภูมิและแปลงนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

การพัฒนาประชากร

ประชากร BC_2F_3 ได้รับการพัฒนาจากแผนการผสมพันธุ์แบบผสมกลับร่วมกับการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายโมเลกุล (Figure 1) โดยมีการคัดเลือกในประชากร BC_1F_1 , BC_2F_1 และ BC_2F_2 ตรวจสอบลักษณะพันธุกรรมจากการสกัดดีเอ็นเอของตัวอย่างใบข้าวโดยใช้ชุดสำเร็จสำหรับสกัดดีเอ็นเอ (Magnetic beads, กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพพืชและการจัดการแบบบูรณาการ) เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในตำแหน่งเป้าหมายด้วยเทคนิค PCR ด้วยเทคโนโลยี KASP™ (Kompetitive Allele Specific PCR, LGC Biosearch Technologies) และ TaqMan™ (Applied Biosystems™) และอ่านผลลักษณะพันธุกรรมด้วยเครื่อง QuanStudio 12K flex (Applied Biosystems™) เครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะทนร้อนเป็นแบบ SNP คือ Ht4.2 ใช้สำหรับตรวจตำแหน่งบนโครโมโซมที่ 4 ได้รับการพัฒนาขึ้นภายใต้ความร่วมมือกันระหว่างประเทศของโครงการ SEA-EU-NET Project โดย The French Agricultural Research Centre for International Development (CIRAD, ประเทศฝรั่งเศส)

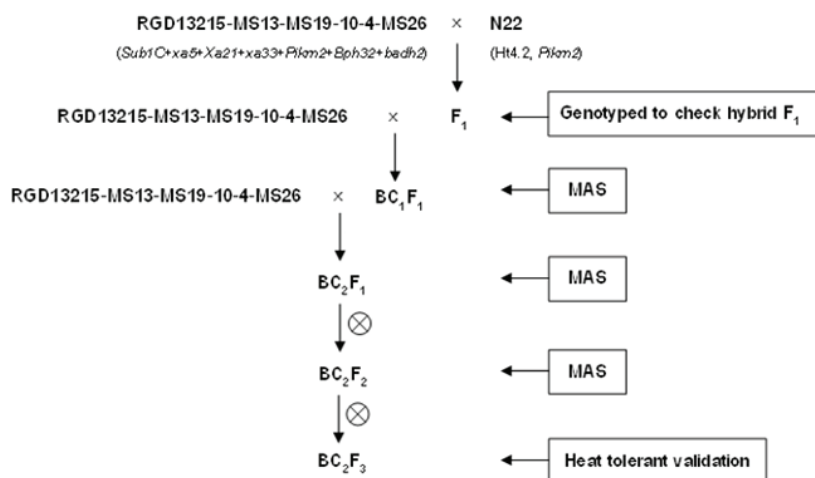


Figure 1 Breeding scheme to develop germplasm of RGD13215-MS13-MS19-10-4-MS26.

การประเมินความทนร้อน

การประเมินความทนร้อนใช้ประชากร BC₂F₃ ที่ได้รับการคัดเลือกไว้จำนวน 13 สายพันธุ์ แบ่งเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับตำแหน่งทนร้อนจาก N22 (N22 allele) จำนวน 7 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ที่มี

อัลลีลเหมือน RGD (RGD allele) จำนวน 6 สายพันธุ์ (Table 1) โดยทั้ง 13 สายพันธุ์ ได้รับการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายโมเลกุล *Sub1C*, *xa5*, *Xa21*, *xa33*, *Pikm2*, *Bph32* และ *badh2* ที่ให้มีลักษณะเหมือนสายพันธุ์ RGD

Table 1 The genotype of BC₂F₃ introgression lines and parents at Ht4.2

Line/Variety	SNP at Ht4.2	Allele type
RGD13215-MS13-MS19-10-4-MS26 (Recipient)	T/T	RGD
N22 (Donor)	C/C	N22
RGD20004-MS1-MS199	C/C	N22
RGD20004-MS1-MS251	C/C	N22
RGD20004-MS1-MS252	C/C	N22
RGD20004-MS3-MS140	C/C	N22
RGD20004-MS14-MS242	C/C	N22
RGD20004-MS38-MS176	C/C	N22
RGD20004-MS38-MS178	C/C	N22
RGD20004-MS3-MS207	T/T	RGD
RGD20004-MS3-MS222	T/T	RGD
RGD20004-MS14-MS235	T/T	RGD
RGD20004-MS38-MS174	T/T	RGD
RGD20004-MS38-MS185	T/T	RGD
RGD20004-MS38-MS211	T/T	RGD

การประเมินความทนร้อนในสภาพโรงเรือน ในต้นข้าวระยะตั้งท้อง โดยย้ายกระถางเข้าโรงเรือน เมื่อข้าวมีระยะการตั้งท้องวัดความยาวจากใบธงถึงใบถัดไปได้ 5 เซนติเมตร จดบันทึกวันข้าวตั้งท้องและผูกป้ายติดตามรวงจำนวน 3 รวงต่อต้น บันทึกข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นด้วยเครื่อง WatchDog ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 6 ซ้ำ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์ RGD ที่เป็นพันธุ์รับ พันธุ์ N22 ใช้เป็นพันธุ์ที่มามาตรฐาน และพันธุ์สินเหล็กใช้เป็นพันธุ์อ่อนมาตรฐาน

การประเมินความทนร้อนในสภาพแปลง ในต้นข้าวระยะตั้งท้อง โดยการติดตามรวงข้าวและเก็บบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นด้วยวิธีเดียวกับการทดลองในโรงเรือน ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ใช้พันธุ์ตรวจสอบเช่นเดียวกับในสภาพโรงเรือน

เก็บข้อมูลร้อยละการติดเมล็ดที่ระยะเก็บเกี่ยวจากรวงที่มีการติดตามรวงจำนวน 3 รวงต่อต้น และนับจำนวนเมล็ดดี-ลีบ จากนั้นคำนวณร้อยละการติดเมล็ดเพื่อใช้เป็นดัชนีในการประเมินความทนร้อนจากสูตร

$$\text{ร้อยละการติดเมล็ด} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดดี}}{(\text{จำนวนเมล็ดดี} + \text{จำนวนเมล็ดลีบ})} \times 100$$

ข้อมูลได้รับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม R stat (version 4.1.0) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองและวิจารณ์ การประเมินความทนร้อนในสภาพโรงเรือน การประเมินความทนร้อนในโรงเรือน

ถูกดำเนินการในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม 2565 โดยข้าวเริ่มตั้งท้องตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเมษายน ในช่วงข้าวตั้งท้องมีอุณหภูมิ 30-52 ของเครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวในการคัดเลือก (Figure 2A) ช่วงกลางวันมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิระหว่างวันสูงกว่า 35 ของเครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวในการคัดเลือก ในช่วงเวลา 10.00 น. และเริ่มลดลงหลังจาก 16.00 น. นับเป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน (Figure 2B)

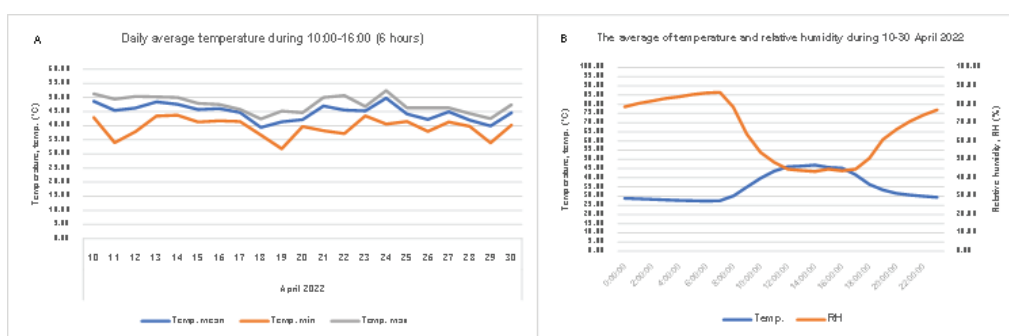


Figure 2 Greenhouse condition during the experiment: (A) Minimum, mean and maximum temperature during 10:00-16:00 hr. (B) Hourly temperature and relative humidity.

จากการประเมินความทนร้อนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงในสภาพโรงเรือน (Figure 3) พบว่า N22 มีร้อยละการติดเมล็ดสูงที่สุด โดยพันธุ์สินเหล็กที่เป็นพันธุ์ตรวจสอบความอ่อนแอ มีร้อยละการติดเมล็ดน้อยที่สุด ในประชากร BC₂F₃ 13 สายพันธุ์ พบว่ากลุ่ม N22 allele จำนวน 7 สายพันธุ์ มีค่าเฉลี่ย

ร้อยละการติดเมล็ดสูงกว่ากลุ่ม RGD allele จำนวน 6 สายพันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่ม N22 allele มีค่าการติดเมล็ดสูงกว่าสายพันธุ์แม่ (RGD) 34% และน้อยกว่า N22 34% โดยกลุ่ม N22 allele มีร้อยละการติดเมล็ดอยู่ในช่วง 33-51%

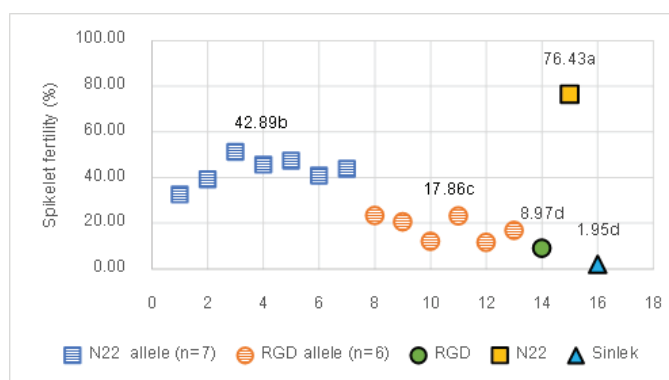


Figure 3 The spikelet fertility of introgression lines and check varieties in greenhouse condition.

การประเมินความทนร้อนในสภาพแปลง

การประเมินความทนร้อนในสภาพแปลงถูกดำเนินการช่วงเดียวกับในโรงเรือน โดยข้าวเริ่มตั้งท้องตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเมษายน ในช่วงข้าว

ตั้งท้องมีอุณหภูมิ 22-37 °C (Figure 4A) ในช่วงกลางวันค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นช่วง 8.00 น. และสูงที่สุดช่วง 16.00 น. จากนั้นจึงเริ่มลดลงในเวลา 18.00 น. (Figure 4B)

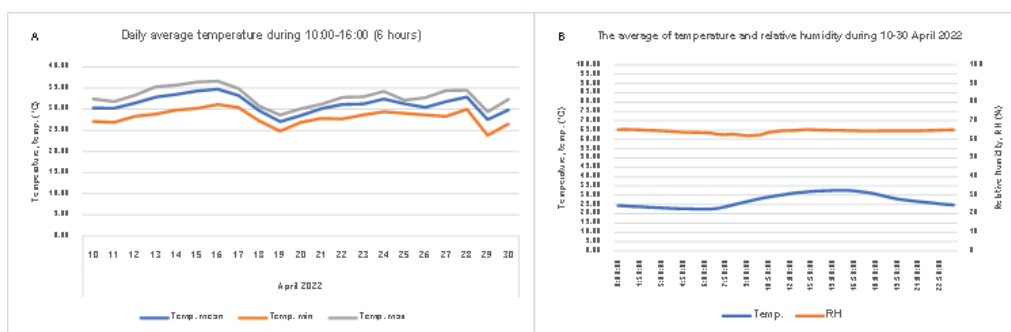


Figure 4 Natural field condition during the experiment: (A) Minimum, mean and maximum temperature during 10:00-16:00 hr. (B) Hourly temperature and relative humidity.

จากการประเมินความทนร้อนในสภาพแปลง (Figure 5) สอดคล้องกับการประเมินความทนร้อนในสภาพโรงเรือน โดยกลุ่ม N22 allele มีค่าเฉลี่ยร้อยละการติดเมล็ดสูงกว่ากลุ่ม RGD allele อย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าการติดเมล็ดสูงกว่าสายพันธุ์แม่ (RGD) 30% และน้อยกว่า N22 23% โดยกลุ่ม N22 allele มีร้อยละการติดเมล็ดอยู่ในช่วง 61-71%

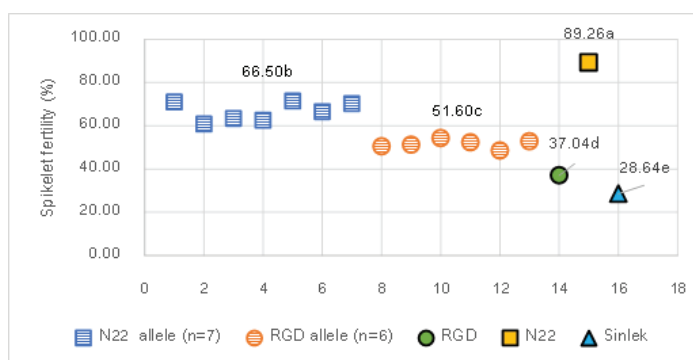


Figure 5 The spikelet fertility of introgression lines and check varieties on natural field condition.

ตำแหน่งทนร้อนจาก N22 ที่คัดเลือกด้วยเครื่องหมายโมเลกุล Ht4.2 ในงานวิจัยนี้มีตำแหน่งอยู่บนยีน qHTSF4.1 ซึ่งได้รับการรายงานจากงานวิจัยของ Ye *et al.* (2012 และ 2015) จากการศึกษา QTL ด้วยเครื่องหมาย SNP ในพันธุ์กรรมทนร้อนจาก N22 และในปี 2017

ได้มีการรายงานตำแหน่งเดียวกันในการศึกษา GWAS จากข้าวจำนวน 167 สายพันธุ์ โดยยีน qHTSF4.1 อยู่บนโครโมโซม 4 มีตำแหน่ง 17,600,000 – 18,000,000 bp มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะการติดเมล็ดภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง (38 องศาเซลเซียส) ที่ระยะดอกบาน

(flowering stage) (Lafarge *et al.*, 2017) แต่เนื่องด้วยลักษณะทนร้อนเป็นลักษณะเชิงปริมาณ มีการรายงานอื่นที่เกี่ยวข้องไว้หลายตำแหน่ง แต่ยังไม่สามารถระบุได้แน่ชัด และตำแหน่งที่มีการรายงานยังคงไม่สามารถใช้ได้กับลักษณะพันธุกรรมที่หลากหลายจากประชากรที่แตกต่างกัน (Cao *et al.*, 2003; Zhao *et al.*, 2006; Chen *et al.*, 2008; Kui *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2008; Jagadish *et al.*, 2010; Xiao *et al.*, 2011a; Ye *et al.*, 2012) ดังนั้น แม้ว่าในตำแหน่งทนร้อนจาก N22 บนโครโมโซม 4 จะสามารถเพิ่มความสามารถในการติดเมล็ดให้สายพันธุ์ลูกผสมสูงกว่าสายพันธุ์แม่ได้ ก็ยังคงมีค่าร้อยละการติดเมล็ดต่ำกว่า N22 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่ามีตำแหน่งอื่นที่ควบคุมลักษณะการติดเมล็ดภายใต้อุณหภูมิสูงนอกเหนือจากตำแหน่งที่ใช้ในการคัดเลือกในงานวิจัยนี้

สรุป

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุล Ht4.2 ซึ่งเป็นแบบ SNP ที่พัฒนาขึ้นใหม่โดยใช้ข้อมูลจากงานวิจัยที่มีมาก่อน ใช้สำหรับคัดเลือกลักษณะการติดเมล็ดในสภาพอุณหภูมิสูงที่มีตำแหน่งบนโครโมโซมที่ 4 ในประชากร BC₂F₃ จำนวน 13 สายพันธุ์ ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายโมเลกุลพบว่า 7 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ตำแหน่งทนร้อนเหมือนพันธุ์ N22 มีความสามารถในการติดเมล็ดสูงขึ้น และสูงกว่าสายพันธุ์ RGD ซึ่งเป็นพันธุ์รับ และสูงกว่าอีก 6 สายพันธุ์ ที่มีอัลลีลแบบ RGD อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการใช้คัดเลือกลักษณะการติดเมล็ดภายใต้อุณหภูมิสูงในฐานพันธุกรรมข้าว RGD ถือเป็นการประดิษฐ์ใหม่ซึ่งขณะนี้อยู่ระหว่างการขอขึ้นจดคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา เครื่องหมายโมเลกุลนี้จะได้รับการประเมินในประชากรอื่นๆ ที่มีฐานพันธุกรรมแตกต่างกันและในเชื้อพันธุกรรมอื่นๆ เพื่อให้เห็นศักยภาพในการนำไปใช้ในวงกว้างขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการ SEA-EU-NET Project รหัสโครงการ

P-18-51392 และโครงการทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (Thailand Graduate Institute of Science and Technology : TGIST) ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนไว้ในวิทยานิพนธ์ตลอดระยะเวลาเงินทุน (สัญญาเลขที่ SCA-CO-2561-7062TH)

เอกสารอ้างอิง

- Asian Development Bank. 2009. The economics of climate change in southeast Asia: a regional review. Manila: Asian Development Bank. 223 p.
- Cao, L. Y., J.G. Zhao, , X.D. Zhan, D.L. Li, L.B. He and S.H. Cheng. 2003. Mapping QTLs for heat tolerance and correlation between heat tolerance and photosynthetic rate in rice. Chinese Journal of Rice Science 17(3): 223-227.
- Catherine, C., N.D. Gemma, and Victoria te Velde of Aguilhas. 2012. Managing climate extremes and disasters in Asia: lessons from the IPCC SREX reports. Climate and Development Knowledge Network. pp 12-15.
- Chen, Q.Q., S.B. Yu, C.H. Li and T.M. Mou. 2008. Identification of QTLs for heat tolerance at flowering stage in rice. Scientia Agricultura Sinica 41: 315-321.
- FAOSTAT. 2017. Crops and Livestock Products. (Online). Available Source: <https://www.fao.org/faostat/>. (January 20, 2022).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller, eds.

- Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 996 p.
- IPCC. 2012. Summary for policy makers. In: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, P.M. Midgley. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation A Special Report of Working Groups I and II of the Inter-Governmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp 1-19.
- Jagadish, S.V., P.Q. Craufurd and T.R. Wheeler. 2007. High temperature stress and spikelet fertility in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Experimental Botany 58: 1627-1635.
- Jagadish, S.V.K., R. Mathurajan, R. Oane, T.R. Wheeler, S. Heuer, J. Bennett and P.Q. Carufurd. 2010. Physiological and proteomic approaches to address to address heat tolerance during anthesis in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Experimental Botany 61: 143-156.
- Kui, L.M., L.B. Tan, J. Tu, Y.X. Lu and C.Q. Sun. 2008. Identification of QTLs associated with heat tolerance of Yuanjiang common wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.) at flowering stage. Journal of Agricultural Biotechnology 16: 461–464.
- Lafarge, T., C. Bueno, J. Frouin, L. Jacquin, B. Courtois and N. Ahmadi. 2017. Genome-wide association analysis for heat tolerance at flowering detected a large set of genes involved in adaptation to thermal and other stresses. PLOS ONE 12(2): e0171254. doi:10.1371/journal.pone.0171254.
- Osada, A., V. Sasiprada, M. Rahong, S. Dhammanuvong and M. Chakrabandhu. 1973. Abnormal occurrence of empty grains of indica rice plants in the dry, hot season in Thailand. Proceedings of the Crop Science Society of Japan 42(1): 103-109.
- Prasad, P.V.V., K.J. Boote, L. Allen, J. Sheehy and J.M.G. Thomas. 2006. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. Field Crops Research 95: 398-411.
- Satake, T. and S. Yoshida. 1978. High temperature induced sterility in indica rices at flowering. Japanese Journal of Crop Science 47: 6-17.
- Ye, C., M. Argayoso, E. Redoña, S. Sierra, M. Laza, C. Dilla and J. Hernandez. 2012. Mapping QTL for heat tolerance at flowering stage in rice using SNP markers. Plant Breeding 131: 33–41.
- Xiao, Y.H., Y. Pan, L.H. Luo, H.B. Deng, G.I. Zhang, W.B. Tang and L.Y. Chen. 2011. Quantitative trait loci associated with seed set under high temperature stress at the flowering stage in rice (*Oryza sativa* L.). Euphytica 178: 331-338.
- Ye, C., F. Tenorio, E. Redoña, P. Morales-Cortezano, G. Cabrega, K.V. Jagadish and G. Gregorio. 2015. Fine-mapping and validating qHTSF4.1 to increase spikelet fertility under heat stress at flowering in rice. Theoretical and Applied Genetics 128:1507–1517.

Zhang, T., L. Yang, K.F. Jang, M. Huang, Q. Sun, W.F. Chen, and J.K. Zheng. 2008. QTL mapping for heat tolerance of the tassel period of rice. *Molecular Plant Breeding* 6: 867-873.

Zhao, Z.G., L. Jiang, Y.H. Xiao, W.W. Zhang, H.Q. Zhai and J.M. Wan. 2006. Identification of QTLs for heat tolerance at the booting stage in rice (*Oryza sativa* L.). *Acta Agronomica Sinica* 32: 640-644.

การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกรในจังหวัดลพบุรี Adoption of Mung Bean Seed Production Technology of Farmers in Lopburi Province

ปาริชาติ ทาบุตร^{1*} นาริรัตน์ ซีระสาร¹ และจรรยา สิงห์คำ¹
Parichard Tarbud^{1*}, Nareerut Seerasarn¹ and Junya Singkum¹

Received: October 12, 2022

Revised: November 16, 2022

Accepted: November 18, 2022

Abstract: The objectives of this research were to study 1) social and economic conditions of farmers 2) condition of mung bean seed production 3) adoption of mung bean seed production technology of farmers and 4) problems and recommendations with adoption of mung bean seed production technology of farmers. The sample of this research was farmers who produce mung bean seed and who passed the training with the Department of Agriculture, year 2021/2022 in Lopburi province. Structured interviews were used for data collection. Statistics used were data with descriptive statistics frequency i.e. percentage, mean, minimum, maximum, standard deviation and ranking. The results indicated that 1) most of the farmers are male, average age 52.46 years old, graduated Junior high school, average of experience in mung bean seeds production 9.31 years. Average area mung bean seed production 21.04 rai. The average cost of mung bean seeds production was 2,000.00 baht per rai. The average income from mung bean seed production 77,059.70 baht. The average production price 25.13 baht per kg. 2) The farmers used Chainat 84-1 mung bean seeds. The rate of utilization of mung bean seed was 8.36 kg per rai. The farmers who produce mung bean seeds do not apply fertilizer, watering in seedling stage. The species were examined during the pod stage, harvesting using a combine harvester. The average yield was 140.69 kg per rai. 3) Farmers had of acceptance of mung bean seed production technology a high level, on the issue of harvesting and improving conditions and planting area selection and soil preparation. 4) The problems with adoption of mung bean seed production technology, maintenance, on the issue of lack of knowledge on the use of chemicals to prevent diseases and insects at the highest level. Farmer's suggestions should be supported, factors of production such as seeds, chemical fertilizers should have a price guarantee.

Keywords: Production technology, Mung bean seeds, Technology adoption

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร 2) สภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว 3) การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกร และ

¹ วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

¹ Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120.

*Corresponding author: Parichard_22@hotmail.com

4) ปัญหาและข้อเสนอนี้เกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่างคือ เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ในจังหวัดลพบุรี ที่ผ่านการอบรมกับกรมวิชาการเกษตร ปี 2564/65 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 134 ราย โดยวิธีสุ่มแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการจัดอันดับ ผลการวิจัยพบว่า 1) เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 52.46 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสบการณ์ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 9.31 ปี มีพื้นที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเฉลี่ย 21.04 ไร่ ต้นทุนในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 2,000.00 บาทต่อไร่ มีรายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 77,059.70 บาท ราคาผลผลิต เฉลี่ย 25.13 บาทต่อกิโลกรัม 2) เกษตรกรมีการใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ขนานา 84-1 มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 8.36 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวไม่มีการใส่ปุ๋ย มีการให้น้ำในระยะกล้า มีการตรวจพันธุ์ปนในระยะติดฝัก การเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด มีปริมาณผลผลิต เฉลี่ย 140.69 กิโลกรัมต่อไร่ 3) เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวอยู่ในระดับมาก ในประเด็นด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพ และด้านการเลือกพื้นที่ปลูกและการเตรียมดิน 4) ปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ด้านการดูแลรักษา ในประเด็นขาดความรู้ในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงในระดับมากที่สุด ข้อเสนอแนะของเกษตรกรควรได้รับการสนับสนุน ปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยเคมี ควรมีการประกันราคาผลผลิต

คำสำคัญ: เทคโนโลยีการผลิต เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว การยอมรับเทคโนโลยี

คำนำ

ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่วมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย แหล่งเพาะปลูกที่สำคัญ ได้แก่ เมียนมาร์ อินเดีย จีน อินโดนีเซีย พื้นที่ปลูกทั่วโลกประมาณ 7.3 ล้านเฮกตาร์ ผลผลิตรวม 5.3 ล้านตัน (World vegetable centre, 2017) ภาครัฐจึงมีมาตรการส่งเสริมเป็นพืชทางเลือกให้เกษตรกรปลูกทดแทนการปลูกข้าวนาปรัง หรือพืชไร่ สำหรับพื้นที่ปลูกถั่วเขียวพบว่ามีแนวโน้มลดลงโดย ในปีเพาะปลูก 2562/63 มีพื้นที่ปลูก 803,522 ไร่ มีผลผลิต 115 กิโลกรัมต่อไร่ ลดลงจากปี 2561/62 และปี 2560/61 ที่มีพื้นที่เพาะปลูกและ 813,847 ไร่ และ 831,674 ไร่ มีผลผลิต 119 กิโลกรัมต่อไร่ และ 132 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ พื้นที่การผลิตลดลงมีสาเหตุมาจากต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ขาดแคลนแรงงาน เมล็ดพันธุ์ไม่เพียงพอและผลตอบแทนที่เกษตรกรได้รับจากการปลูกถั่วเขียวน้อยกว่าพืชชนิดอื่นๆ ส่งผลให้เกษตรกรปลูกพืชอื่นที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าความต้องการใช้ถั่วเขียวภายใน

ประเทศเพิ่มมากขึ้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการในภาคอุตสาหกรรม ทั้งการบริโภคเมล็ดโดยตรงหรือนำไปแปรรูป เช่น ถั่วชิกพอด แป้งถั่วเขียว วุ้นเส้น หรือนำไปเพาะต้นอ่อนเพื่อบริโภค เป็นต้น

พื้นที่เพาะปลูกถั่วเขียวในเขตภาคกลางมีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 28,020.25 ไร่ จำนวน 1,672 ครัวเรือน ผลผลิตเฉลี่ย 163.24 กิโลกรัมต่อไร่ (ระบบสารสนเทศการผลิตทางการเกษตร, 2564) ในจังหวัดลพบุรีมีสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวทั้งในสภาพไร่และสภาพนา อีกทั้งยังมีแหล่งรวบรวมผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของภาคเอกชนหลายแห่ง ส่วนใหญ่เกษตรกรผลิตถั่วเขียวเพื่อการค้า เพื่อส่งผู้รวบรวมส่งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป บางส่วนผลิตเพื่อจำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ซึ่งในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเกษตรกรจะพบปัญหาด้านต่างๆ เช่น ปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ การใช้สารเคมีกำจัดแมลงที่ไม่เหมาะสม ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น รวมถึงปัญหาด้านคุณภาพผลผลิตต่อไร่ต่ำ ผลผลิตไม่ได้คุณภาพโดยการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว

จะช่วยให้เกษตรกรมีองค์ความรู้ในการแก้ไขปัญหา
ในด้านการผลิต การดูแลรักษา การลดต้นทุนการผลิต
รวมถึงทำให้ได้คุณภาพผลผลิตขึ้นอีกด้วย

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาการยอมรับ
เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกร
ในพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่การยอมรับ
เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวที่มีคุณภาพ
สร้างรายได้และเพิ่มความมั่นคงด้านอาชีพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกร
ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในพื้นที่จังหวัดลพบุรี ที่
ผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากกรมวิชาการเกษตร
ปี 2564/65 จำนวน 200 คน กำหนดขนาดของกลุ่ม
ตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane
(Yamane, 1973) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05
ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 134 ราย และสุ่มตัวอย่าง
เกษตรกรตามสัดส่วนแต่ละอำเภอ ใช้วิธีการสุ่ม
อย่างง่ายแล้วเก็บข้อมูลจนกว่าจะครบตามจำนวน
ของแต่ละอำเภอ เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลคือแบบ
สัมภาษณ์ ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของ
แบบสัมภาษณ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ
ครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่า
ความเชื่อมั่นจากสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช
มีค่าความเชื่อมั่นที่ 0.803

ค่าความเที่ยงที่แนะนำโดยทั่วไปนั้น ควร
จะมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.80 ดังนั้น แบบสอบถามที่จะใช้
ในการวิจัยในครั้งนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาที่อยู่ใน
เกณฑ์ที่เหมาะสม จึงสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลจาก
กลุ่มตัวอย่างได้ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่
ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน และการจัดอันดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบ
สัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถามปลาย
เปิด และปลายปิด แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 สภาพทางสังคมและสภาพ
ทางเศรษฐกิจของเกษตรกร ได้แก่ เพศ อายุ ระดับ
การศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ประสบการณ์

ในการผลิตถั่วเขียว ตำแหน่งในชุมชน และ การอบรม
ทางด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว แรงงานในการ
ทำการเกษตร พื้นที่ถือครองการเกษตร พื้นที่ผลิต
เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ต้นทุนในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว
รายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว อัตราการใช้
เมล็ดพันธุ์ และราคาผลผลิต

ตอนที่ 2 สภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว
ของเกษตรกร

ประกอบด้วย สภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์
ถั่วเขียว ได้แก่ การเตรียมเมล็ดพันธุ์ การเลือกพื้นที่
การเตรียมดิน การปลูกและการดูแลรักษา การป้องกัน
กำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช การเก็บเกี่ยว การปรับปรุง
สภาพ การตรวจสอบคุณภาพ ปริมาณผลผลิตและ
ลักษณะการจำหน่ายผลผลิต

ตอนที่ 3 การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ด
พันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกร

ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับระดับความ
สำคัญต่อการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์
ถั่วเขียวของเกษตรกร จำนวน 19 คำถาม ได้แก่
1) การเลือกพื้นที่ปลูกและการเตรียมดิน มีจำนวน 3
คำถาม 2) การเตรียมเมล็ดพันธุ์ มีจำนวน 3 คำถาม
3) การปลูกและการดูแลรักษา มีจำนวน 4 คำถาม
4) การตรวจพันธุ์ป็น มีจำนวน 3 คำถาม 5) การ
เก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพ มีจำนวน 3 คำถาม
และ 6) การเก็บรักษา มีจำนวน 3 คำถาม ซึ่งได้กำหนด
ข้อคำถาม ปลายเปิด พร้อมประเมินค่าระดับที่มีผล
ต่อการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว
ของเกษตรกร 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง
น้อย และน้อยที่สุด คะแนนเท่ากับ 5 4 3 2 และ 1
ตามลำดับ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายโดย
ใช้เกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 คะแนน
หมายความว่า น้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 คะแนน
หมายความว่า น้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 คะแนน
หมายความว่า ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 คะแนน
หมายความว่า มาก

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 คะแนน
หมายความว่า มากที่สุด

ตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวของเกษตรกร

ประกอบด้วยคำถามปัญหาและข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวของเกษตรกร ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับระดับความสำคัญต่อการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกร จำนวน 16 คำถาม ได้แก่

- 1) การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว มีจำนวน 3 คำถาม
- 2) การเตรียมเมล็ดพันธุ์ มีจำนวน 3 คำถาม
- 3) การดูแลรักษา มีจำนวน 3 คำถาม
- 4) การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ มีจำนวน 3 คำถาม และ 5) ด้านอื่นๆ มีจำนวน 4 คำถาม ซึ่งได้กำหนดข้อคำถาม ปลายเปิด พร้อมประเมินค่าระดับปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกร 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ เช่นเดียวกับตอนที่ 3

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร (Table 1)

สภาพทางสังคม พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ร้อยละ 76.87 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 52.46 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 5 คน ประสบการณ์ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเฉลี่ย 9.31 ปี เกษตรกร

ร้อยละ 79.85 ไม่มีตำแหน่งในชุมชน มีจำนวนการเข้ารับการอบรมทางด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเฉลี่ย 1.28 ครั้งต่อปี เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ร้อยละ 100.00 เข้ารับการฝึกอบรมโดยกรมวิชาการเกษตร

สภาพทางเศรษฐกิจ พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว มีแรงงานในการทำเกษตรเฉลี่ย 2.65 คน มีพื้นที่ถือครองของตนเองเฉลี่ย 21.90 ไร่ และมีพื้นที่เช่าถือครองเฉลี่ย 2.89 ไร่ เกษตรกรมีพื้นที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเฉลี่ย 21.04 ไร่ มีต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเฉลี่ย 2,000.00 บาท/ไร่ แตกต่างจากงานวิจัยของภิรมย์ (2557) พบว่า ต้นทุนการผลิตต่อไร่ เฉลี่ย 2,852.40 บาท เนื่องจากพืชต่างชนิดกันมีวิธีการปฏิบัติดูแลรักษาแตกต่างกัน มีรายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเฉลี่ย 77,059.70 บาท/ปี เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ร้อยละ 47.01 มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวอยู่ในช่วง 7-8 กิโลกรัม เฉลี่ย 8.36 กิโลกรัมต่อไร่ สอดคล้องกับงานวิจัยของชนิษฐา (2562) พบว่า เกษตรกรมีการใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ เฉลี่ย 8.08 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้เครื่องหว่านติดท้ายแทรกเตอร์ในการปลูกทำให้มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน ราคาจำหน่ายเฉลี่ย 25.13 บาท/กิโลกรัม

Table 1 Economic status of mung bean seed farmers in Lopburi province

(n = 134)

Item	Frequency	Percentage
1. Agricultural workforce (people)		
2	72	53.73
3	38	28.36
4	23	17.16
5	1	0.75
Min = 2 Max = 5 $\bar{X}$ = 2.65 SD = 0.788		
2. Agricultural holding area (rai)		
Own area (rai)		
≤ 15	19	14.18
16 - 25	82	61.19
≥ 26	33	24.63
Min = 11 Max = 37 $\bar{X}$ = 21.90 SD = 5.419		

Table 1 (continued).

(n = 134)

Item	Frequency	Percentage
Rental area (rai)		
≤ 10	117	87.31
11 – 15	8	5.97
≥ 16	9	6.72
Min = 10 Max = 25 $\bar{x}$ = 2.89 SD = 6.225		
3. Mung bean seed production area (rai)		
≤ 10	3	2.24
11 - 15	25	18.66
16 - 20	34	25.37
21 - 26	50	37.31
≥ 26	22	16.42
Min = 10 Max = 45 $\bar{x}$ = 21.04 SD = 5.558		
4. Cost of mung bean seed production (Baht)		
$\leq 1,700$	32	23.88
1,701 – 1,900	29	21.64
1,901 – 2,100	25	18.66
2,101 – 2,300	24	17.91
$\geq 2,301$	24	17.91
Min = 1,400 Max = 2,700 $\bar{x}$ = 2,000 SD = 327.671		
5. Income from mung bean seed production (Baht)		
$\leq 55,000$	19	14.18
55,001 – 70,000	29	21.64
70,001 – 85,000	40	29.85
85,001 – 100,000	36	26.87
$\geq 100,001$	10	7.46
Min = 30,000 Max = 170,000 $\bar{x}$ = 77,059.70 SD = 21456.990		
6. Seed use rate (kg)		
≤ 6	18	13.43
7 - 8	63	47.01
≥ 9	53	39.55
Min = 6 Max = 15 $\bar{x}$ = 8.36 SD = 1.670		
7. Average production price (Baht)		
≤ 24	31	23.13
25	70	52.24
≥ 26	33	24.63
Min = 23 Max = 29 = 25.13 SD = 1.002		

2. สภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวร้อยละ 57.46 มีการใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 84-1 เกษตรกรมีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเฉลี่ย 1.05 ครั้งต่อปี เกษตรกรร้อยละ 52.99 มีการให้ปุ๋ยทางใบ จำนวน 1 ครั้ง เกษตรกรร้อยละ 89.55 ใช้เครื่องหว่านติดท้ายรถแทรกเตอร์ เกษตรกรร้อยละ 69.66 มีการคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เกษตรกรร้อยละ 56.72 มีลักษณะของดินในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเป็นดินเหนียว เกษตรกรร้อยละ 73.13 ไม่เคยส่งตัวอย่างดินเพื่อตรวจวิเคราะห์ เกษตรกรร้อยละ 79.10 ไม่เคยใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เกษตรกรร้อยละ 96.27 ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้น เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 174.63 กิโลกรัม/ไร่ เกษตรกรร้อยละ 57.46 มีการให้น้ำในระยะกล้า เกษตรกรร้อยละ 70.90 มีการตรวจพันธุ์ป่นในระยะติดฝัก เกษตรกรร้อยละ 91.79 มีวิธีการกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมี เกษตรกรร้อยละ 71.64 พบการระบาดของโรคราแป้ง เนื่องจากฤดูกาลที่เกษตรกรปลูกถั่วเขียวอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ (ศุณยวิชัยพีชไร่, 2562) ในสภาพอากาศแห้งและเย็นทำให้เหมาะสมต่อการระบาดของโรคราแป้ง เกษตรกรร้อยละ 87.31 พบการระบาดของหนอนกระทุ้งฝัก สอดคล้องกับชนิษฐา (2562) พบว่า เกษตรกรเกือบทั้งหมดพบหนอนกระทุ้งฝักและมวนต่างๆ เนื่องจากหนอนกระทุ้งฝักสามารถระบาดได้ทุกฤดูปลูก (ศุณยวิชัยพีชไร่

ชยันนาท, 2561) เกษตรกรร้อยละ 52.99 มีการฉีดสารเคมีกำจัดแมลงหรือสารป้องกันกำจัดโรคพืชอยู่ในช่วง 3 – 4 ครั้ง มีการใช้สารเคมีเฉลี่ย 3.61 ครั้ง เกษตรกรร้อยละ 100.00 ใช้วิธีการเก็บเกี่ยวโดยเครื่องเกี่ยวนวด เกษตรกรร้อยละ 64.93 เก็บรวบรวมผลผลิตส่งจำหน่ายให้พ่อค้าคนกลาง เกษตรกรร้อยละ 100.00 ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เกษตรกรร้อยละ 59.70 มีปริมาณผลผลิต จำนวน 131-150 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 140.67 กิโลกรัม/ไร่ การจำหน่ายผลผลิตร้อยละ 76.87 มีคนมารับซื้อถึงไร่

3. การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกร

ผลการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของเกษตรกรในจังหวัดลพบุรีพบว่า ในภาพรวมเกษตรกรมีการยอมรับในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.20) เมื่อแยกรายประเด็นพบว่าเกษตรกรมีการยอมรับด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.51) รองลงมา การยอมรับด้านการเลือกพื้นที่ปลูกและการเตรียมดิน (ค่าเฉลี่ย 3.45) การยอมรับด้านการปลูกและการดูแลรักษา (ค่าเฉลี่ย 3.20) การยอมรับด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.10) การยอมรับด้านการตรวจพันธุ์ป่น (ค่าเฉลี่ย 3.00) และการยอมรับด้านการเก็บรักษา (ค่าเฉลี่ย 2.93) ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Adoption of mung bean seed production technology by farmers in Lopburi province

(n = 134)				
Item	$\bar{x}$	SD	Level	Ranking
1. Selection of planting area and soil preparation	3.45	0.715	high	2
1.1 Preparation of planting plots, space between plots of each variety is not less than 3 meters.	3.16	0.806	moderate	3
1.2 Plowing with a triple plow 1 time, 20-30 cm deep, dry the soil 7-10 days, then plow with a soil shoveling 1 time.	3.75	0.799	high	1
1.3 Rake to collect weed debris from the plot. Consistently adjust the soil	3.43	0.541	high	2

Table 2 (continued).

(n = 134)

Item	$\bar{x}$	SD	Level	Ranking
2. Preparation of seeds	3.10	0.570	moderate	4
2.1 The seed preparation has a germination of not less than 80 percentage before planting	3.34	0.505	moderate	2
2.2 Sowing use a seed rate of 5-6 kg per rai.	2.60	0.626	low	3
2.3 Planting in rows use mung bean seeds at the rate of 4 - 5 kg per rai.	3.36	0.580	moderate	1
3. Planting and care	3.20	0.637	moderate	3
3.1 Seeddressing with rhizobium bio-fertilizer	3.02	0.594	moderate	3
3.2 Mixing the seeds with chemical insecticides	3.25	0.544	moderate	2
3.3 Using chemicals to prevent diseases and insects according to the instructions.	3.53	0.701	high	1
3.4 Fertilizer application according to soil analysis	3.02	0.709	moderate	3
4. The detection of contaminants	3.00	0.503	moderate	5
4.1 The seedling stage at 2 weeks of age by checking the color of the sapling base.	2.91	0.619	moderate	3
4.2 Flowering stage, at the age of 35-40 days, will begin to gradually bloom, pod by checking the color of the petals also looking the consistency of the stem.	3.09	0.482	moderate	1
4.3 Pre-harvest stage Check when the pods begin to change color by examining them. The appearance of shape pod and pod color.	3.02	0.498	moderate	2
5. Harvesting and improving conditions	3.51	0.619	high	1
5.1 Harvested when the pods are 90 percent ripe.	3.53	0.690	high	2
5.2 Cleaning the combine harvester before harvesting	3.42	0.525	high	3
5.3 Drying reduces humidity to about 11–12 percent.	5.57	0.642	high	1
6. Storage	2.93	0.529	moderate	6
6.1 Packing mung beans in clean sacks.	3.03	0.458	high	1
6.2 The storing mung beans seed in the airy building.	2.95	0.539	moderate	2
6.3 Don't put the mung beans seed on the ground.	2.81	0.590	moderate	3
Total	3.20	0.596	moderate	

ด้านการเลือกพื้นที่ปลูกและการเตรียมดิน พบว่า เกษตรกรมีการยอมรับด้านการเลือกพื้นที่ปลูกและการเตรียมดิน ค่าเฉลี่ย 3.45 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยเกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ การไถด้วย ผานสาม 1 ครั้ง

ลึก 20 – 30 เซนติเมตร ตากดิน 7- 10 วัน แล้วพรวนด้วย ผานเจ็ด 1 ครั้ง (ค่าเฉลี่ย 3.75) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกถั่วเขียวเป็นพืชตามหลังฤดูนาปี หรือหลังการปลูกข้าวโพดทำให้มีเศษซากตอซังอยู่ในแปลง เกษตรกรจึงทำการไถกลับและไถพรวน

เพื่อเตรียมดินให้มีสภาพเหมาะสำหรับการปลูก ถั่วเขียว และ การคราดเก็บเศษซากวัชพืชออกจากแปลง ปรับหน้าดินให้สม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 3.43) ลดการระบาดของวัชพืชข้ามปีในแปลงปลูกถั่วเขียว และการปรับหน้าดินให้มีความสม่ำเสมอขึ้นเพื่อ ป้องกันน้ำท่วมขังภายในแปลง และเกษตรกรมีการ ยอมรับในระดับปานกลาง 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ การเตรียมแปลงปลูกในช่วงระหว่างแปลงแต่ละพันธุ์ ไม่น้อยกว่า 3 เมตร (ค่าเฉลี่ย 3.16) เนื่องจากมาตรฐาน แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์กำหนดให้มีการเว้นช่วงระหว่าง แปลงปลูกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนพันธุ์ระหว่างการ เก็บเกี่ยว

ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ พบว่า ภาพรวม เกษตรกรมีการยอมรับด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ ค่าเฉลี่ย 3.10 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยเกษตรกร มีการยอมรับในระดับปานกลาง 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ การปลูกเป็นแถว ใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวอัตรา 4 - 5 กิโลกรัมต่อไร่ (ค่าเฉลี่ย 3.36) เนื่องจากการ ใช้เครื่องปลูก ใช้ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร จำนวน 20-25 ต้น ต่อแถวยาว 1 เมตร ได้จำนวนต้น 64,000-80,000 ต้นต่อไร่ (ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, 2561) มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 4-5 กิโลกรัม และการเตรียมเมล็ดพันธุ์มีความงอกไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการปลูก (ค่าเฉลี่ย 3.34) เนื่องจาก เมล็ดพันธุ์ต้องมีความสมบูรณ์ ปราศจากร่องรอยการทำลายของโรคและแมลง และเกษตรกรมีการยอมรับ ในระดับน้อย 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ การปลูกแบบหว่าน ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 5-6 กิโลกรัมต่อไร่ (ค่าเฉลี่ย 2.60) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้เครื่องหว่านติด ท้ายแทรกเตอร์ทำให้อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อไร่สูงกว่าคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

ด้านการปลูกและการดูแลรักษา พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีการยอมรับด้านการปลูกและการ ดูแลรักษา ค่าเฉลี่ย 3.20 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยเกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรค และแมลงตามคำแนะนำ (ค่าเฉลี่ย 3.53) เนื่องจาก เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้เรื่องโรคและแมลง ทำให้มีการใช้สารเคมีเกินความจำเป็นจึงทำให้

เกษตรกรให้การยอมรับเทคโนโลยีด้านการใช้สารเคมี ป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามคำแนะนำ สอดคล้อง กับภิรมย์ (2557) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการ ความรู้ในเรื่องการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชใน ระดับมากที่สุด มีการยอมรับในระดับปานกลาง 3 ประเด็นย่อย ได้แก่ การคลุมเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกัน กำจัดแมลง (ค่าเฉลี่ย 3.25) เนื่องจากเพื่อป้องกันการ ระบาดของหนอนแมลงวันเจาะลำต้น หากเข้าทำลาย รุนแรงในระยะ 7-14 วันหลังออก อาจทำให้ต้นตาย การระบาดในระยะ 7-21 วันหลังออก ทำให้ต้นแคระแกร็นและผลผลิตลดลง (ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, 2561) การคลุมเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (ค่าเฉลี่ย 3.02) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการใส่ปุ๋ย เคมีเพื่อเป็นการลดต้นทุนและมีความรู้เรื่องการใช้ ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในเรื่องช่วยส่งเสริมให้พืชเจริญ เติบโต แตกต่างกับงานวิจัยของปรานอม (2557) พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 92.90 ไม่มีการคลุมเมล็ดพันธุ์ ด้วยไรโซเบียมก่อนปลูกและการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ ดิน (ค่าเฉลี่ย 3.02) เนื่องจากถั่วเขียวเป็นพืชอายุสั้น เกษตรกรจึงไม่มีการใส่ปุ๋ยและเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่เคยส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน

ด้านการการตรวจพันธุ์ปน พบว่า ภาพรวม เกษตรกรมีการยอมรับด้านการตรวจพันธุ์ปน ค่าเฉลี่ย 3.00 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยเกษตรกร มีการยอมรับในระดับปานกลาง 3 ประเด็นย่อย ได้แก่ ระยะออกดอก ที่อายุ 35-40 วัน จะเริ่ม พยอออกดอกและ ติดฝัก โดยตรวจสอบสีของกลีบดอก ความสม่ำเสมอของทรงต้น (ค่าเฉลี่ย 3.09) ระยะ ก่อนเก็บเกี่ยว ตรวจสอบเมื่อฝักเริ่มเปลี่ยนสีโดยตรวจ ลักษณะการติดฝัก รูปร่างของฝัก และสีฝัก (ค่าเฉลี่ย 3.02) และระยะต้นกล้า ที่อายุ 2 สัปดาห์ โดยตรวจ สีโคนต้นอ่อน (ค่าเฉลี่ย 2.91) เนื่องจากเกษตรกรยังไม่มีความชำนาญในการตรวจคัดพันธุ์ปน เกษตรกร จึงเลือกใช้เมล็ดพันธุ์จากแหล่งที่น่าเชื่อถือ มีลักษณะ ตรงตามพันธุ์

ด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพ พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีการยอมรับด้านการเก็บ เกี่ยวและการปรับปรุงสภาพ ค่าเฉลี่ย 3.51 ซึ่งอยู่ใน ระดับมาก โดยเกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก

3 ประเด็นย่อย ได้แก่ การตากลดความชื้นให้เหลือประมาณ 11–12 เปอร์เซ็นต์ (ค่าเฉลี่ย 3.57) การเก็บเกี่ยวเมื่อฝักสุกแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ (ค่าเฉลี่ย 3.53) เนื่องจากในปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้รถเกี่ยวหวดในการเก็บเกี่ยวทั้งแปลง เพื่อไม่ให้ผลผลิตร่วงเสียหายหรือมีฝักอ่อนติดไปมากเกินไปเกษตรกรจึงมีการประเมินความสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ด้วย สอดคล้องกับภิรมย์ (2557) พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 92.50 เก็บเกี่ยวตามช่วงอายุพันธุ์ที่ปลูก หรือเมื่อฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและ การทำความสะอาดเครื่องเกี่ยวหวดก่อนการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 3.42) เนื่องจากป้องกันไม่ให้เกิดการปนพันธุ์ของถั่วเขียวชนิดพันธุ์อื่น

ด้านการเก็บรักษา พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีการยอมรับด้านการเก็บรักษา ค่าเฉลี่ย 2.93 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยเกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ การบรรจุเมล็ดถั่วเขียวในกระสอบที่สะอาด (ค่าเฉลี่ย 3.03) เนื่องจากการเพื่อป้องกันการปนพันธุ์และป้องกันแมลงเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ เกษตรกรมีการยอมรับในระดับปานกลาง 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ โรงเก็บเป็น

อาคารโปร่ง อากาศถ่ายเทได้ดี (ค่าเฉลี่ย 2.95) และการนำวัสดุรองกระสอบ เช่น พลาสติกหรือแครงไม้ (ค่าเฉลี่ย 2.81)

4. ปัญหาและข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรมีระดับปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวของเกษตรกร ดังนี้

1. ระดับปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวของเกษตรกร ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมเกษตรกรมีระดับปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.45) เมื่อแยกประเด็น พบว่าเกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีด้านอื่นๆ ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.77) รองลงมา ด้านการดูแลรักษา (ค่าเฉลี่ย 3.73) ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.47) ด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.27) และ ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว (ค่าเฉลี่ย 3.03) ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 The problems of adoption mung beans seed production technology

(n = 134)

Item	$\bar{x}$	SD	Level	Ranking
1. Mung bean seed production	3.03	0.805	moderate	5
2. Seed preparation	3.47	0.646	high	3
3. Maintenance	3.73	0.675	high	2
4. Harvesting and seed condition improvement	3.27	0.635	moderate	4
5. Other aspects	3.77	0.752	high	1
Average	3.45	0.703	high	

ปัญหาการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรมีดังต่อไปนี้

(1) ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว พบว่า เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ค่าเฉลี่ย 3.03 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง

โดยเกษตรกรมีปัญหาด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในระดับมาก 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ การใช้เมล็ดพันธุ์ตามอัตราแนะนำ (ค่าเฉลี่ย 3.78) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้เมล็ดพันธุ์สูงกว่าอัตราคำแนะนำ เพราะจากหลังถั่วเขียวงอกมักจะมีการเข้าทำลายต้นกล้าเสียหาย เกษตรกรจึงใช้อัตราเมล็ดพันธุ์

ในการหว่านสูงกว่าคำแนะนำ การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีความยุ่งยาก (ค่าเฉลี่ย 3.52) เนื่องจากเกษตรกรใช้เครื่องหว่านติดท้ายรถแทรกเตอร์การคลุกปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมทำให้เมล็ดพันธุ์ติดเครื่องหว่าน ต้องคอยระมัดระวังอยู่เสมอทำให้ใช้เวลาในการหว่านมากขึ้น และเกษตรกรมีปัญหาด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในระดับน้อยที่สุด 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ การเลือกพื้นที่ปลูกไม่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 1.80)

(2) ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ พบว่าเกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 3.47 ซึ่งอยู่ในระดับมาก เกษตรกรมีปัญหาด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ ในระดับมาก 2 ประเด็น ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวมีราคาแพง (ค่าเฉลี่ย 3.55) เนื่องจากเกษตรกรมีความต้องการเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ มีอัตราความงอกดี ตรงตามพันธุ์ หน่วยงานภาครัฐควรให้การสนับสนุน เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกต่ำ มีพันธุ์ปน ไม่ตรงตามพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.55) เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่มีความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเป็นจำนวนมากทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี สอดคล้องกับภิรมย์ (2557) พบว่า เกษตรกร มีปัญหาในระดับมากที่สุด ได้แก่ เมล็ดพันธุ์มีราคาแพงและการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ดี และเกษตรกรมีปัญหาด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ ในระดับปานกลาง 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ การเข้าถึงแหล่งเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี (ค่าเฉลี่ย 3.31)

(3) ด้านการดูแลรักษา พบว่าเกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวด้านการดูแลรักษา ค่าเฉลี่ย 3.73 ซึ่งอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับวิภาพร (2562) พบว่าเกษตรกรมีปัญหาด้านการดูแลรักษาแปลงผลิตถั่วเขียวอยู่ในระดับมาก โดยเกษตรกรขาดความรู้ในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง (ค่าเฉลี่ย 4.24) เนื่องจากเกษตรกรไม่มีความรู้ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง พบว่าเกษตรกรใช้สารเคมีออกฤทธิ์ในการทำลายชนิดเดิมทำให้ไม่สามารถป้องกันกำจัดโรคหรือแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตรวจแปลงและคัดพันธุ์ปน (ค่าเฉลี่ย 3.75) และ การใช้ปุ๋ยตามคำวิเคราะห์ดินมีความยุ่งยาก (ค่าเฉลี่ย 3.21)

(4) ด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่า เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ค่าเฉลี่ย 3.27 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง เกษตรกรมีปัญหาการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ในระดับมาก 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ ผลผลิตมีความชื้นสูง (ค่าเฉลี่ย 3.43) เนื่องจากสภาพการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสมเกิดปัญหาด้านภัยธรรมชาติ เกษตรกรมีปัญหาด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ในระดับปานกลาง 2 ประเด็น ได้แก่ ไม่มีลานตากลดความชื้นที่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 3.29) และ ขาดโรงเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.08)

(5) ด้านอื่นๆ พบว่า เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวด้านอื่นๆ ค่าเฉลี่ย 3.77 ซึ่งอยู่ในระดับมาก เกษตรกรมีปัญหาด้านอื่นๆ ในระดับมาก 3 ประเด็นย่อย ได้แก่ ไม่มีแหล่งรับซื้อที่แน่นอน (ค่าเฉลี่ย 4.16) ราคาผลผลิตตกต่ำไม่คุ้มทุน (ค่าเฉลี่ย 3.98) และ ต้นทุนการผลิตสูง (ค่าเฉลี่ย 3.88) เนื่องจากปัญหาด้านการตลาดขึ้นอยู่กับพ่อค้าคนกลางเป็นผู้กำหนดราคารับซื้อสอดคล้องกับวิภาพร (2562) พบว่าปัญหาในระดับมากประเด็น คือ รัฐไม่มีนโยบายสนับสนุนราคา ขาดข้อมูลราคา และพ่อค้าคนกลางกดราคา เกษตรกรมีปัญหาด้านอื่นๆ ในระดับปานกลาง 1 ประเด็น ได้แก่ เจ้าหน้าที่ขาดการให้ความรู้และข่าวสารการใช้เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวอย่างต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 3.07)

2. ระดับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวของเกษตรกร ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรมีระดับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 3.86 เมื่อแยกประเด็น พบว่า เกษตรกรมีระดับข้อเสนอแนะด้านอื่นๆ ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.32) รองลงมา ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 4.30) ด้านการดูแลรักษา (ค่าเฉลี่ย 4.14) ด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.36) และ ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว (ค่าเฉลี่ย 3.16) ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 The suggestions of adoption mung beans seed production technology

(n = 134)				
Item	$\bar{x}$	SD	Level	Ranking
1. Mung bean seed production	3.16	0.917	moderate	5
2. Seed preparation	4.30	0.564	highest	2
3. Maintenance	4.14	0.729	high	3
4. Harvesting and seed condition improvement	3.36	0.660	moderate	4
5. Other aspects	4.32	0.497	highest	1
Average	3.45	0.673	high	

ผลการวิเคราะห์ระดับข้อเสนอแนะการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกร มีดังต่อไปนี้

(1) ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่าเกษตรกรมีระดับข้อเสนอแนะด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ ค่าเฉลี่ย 3.16 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง เกษตรกรมีข้อเสนอแนะด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในระดับมาก 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ ควรใช้เมล็ดพันธุ์ตามอัตราแนะนำ (ค่าเฉลี่ย 3.58) เนื่องจากเกษตรกรต้องการลดต้นทุนการผลิต โดยหน่วยงานภาครัฐควรเข้ามาสนับสนุนด้านเมล็ดพันธุ์มากยิ่งขึ้น และ เกษตรกรมีข้อเสนอแนะด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในระดับปานกลาง 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ ควรเลือกพื้นที่ปลูกให้เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 3.00) และควรใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (ค่าเฉลี่ย 2.89) เนื่องจากเกษตรกรให้เหตุผลประเด็นการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเป็นการช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีและทำให้ถั่วเขียวเจริญเติบโตได้ดี

(2) ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว พบว่าเกษตรกรมีระดับข้อเสนอแนะด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ค่าเฉลี่ย 4.30 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีข้อเสนอแนะในระดับมากที่สุด 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวควรมีราคาต่ำลง (ค่าเฉลี่ย 4.43) และ ควรมีเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวคุณภาพดี ตรงตามพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 4.32) มีข้อเสนอแนะด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในระดับมาก 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ ควรให้อาสาสมัครเข้าถึงแหล่งเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี (ค่าเฉลี่ย 4.14) หน่วยงานภาครัฐควรมีนโยบายในการจัดตั้งกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ รวมถึงบูรณาการร่วมกับภาคเอกชน เพื่อรองรับการใช้เมล็ด

พันธุ์ถั่วเขียวในพื้นที่ เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรเข้าถึงแหล่งเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีและสร้างความมั่นคงด้านอาชีพให้แก่เกษตรกรต่อไป

(3) ด้านการดูแลรักษา พบว่า เกษตรกรมีระดับข้อเสนอแนะด้านการดูแลรักษา ค่าเฉลี่ย 3.36 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีข้อเสนอแนะในระดับมากที่สุด 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ ควรให้ความรู้ในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง (ค่าเฉลี่ย 4.37) และมีข้อเสนอแนะด้านการดูแลรักษาในระดับมาก 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ ควรให้ความรู้การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (ค่าเฉลี่ย 4.10) และ ควรให้ความรู้ในการตรวจแปลง และคัดพันธุ์ปน (ค่าเฉลี่ย 3.94) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ข้อมูลข่าวสาร และ ถ่ายทอดองค์ความรู้อย่างต่อเนื่อง

(4) ด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่า เกษตรกรมีระดับข้อเสนอแนะด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ค่าเฉลี่ย 3.36 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อเสนอแนะในระดับมาก 1 ประเด็นย่อย ได้แก่ ผลผลิตมีความชื้นสูง (ค่าเฉลี่ย 3.59) เนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในสภาพไม่เหมาะสม หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ข้อมูลด้านการวางแผนการปลูก และข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศที่แม่นยำ เพื่อช่วยเกษตรกรลดความเสี่ยงที่ทำให้ผลผลิตการเกิดความเสียหายระหว่างการเก็บเกี่ยว และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ มีข้อเสนอแนะด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ในระดับปานกลาง 2 ประเด็น ได้แก่ ขาดโรงเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.28) และ ไม่มีลานตากลดความชื้นที่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 3.21)

(5) ด้านอื่นๆ พบว่า เกษตรกรมีระดับข้อเสนอแนะด้านอื่นๆ ค่าเฉลี่ย 4.32 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีข้อเสนอแนะในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น ได้แก่ ควรให้การสนับสนุนปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยเคมี (ค่าเฉลี่ย 4.69) สอดคล้องกับวิมลรัตน์ และคณะ (2562) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการในระดับมากด้านการสนับสนุนปัจจัยการผลิต และ ควรมีการประกันราคาผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.56) มีข้อเสนอแนะด้านอื่นๆ ในระดับมาก 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ ควรมีแหล่งรับซื้อที่แน่นอน (ค่าเฉลี่ย 4.19) ภาครัฐควรเข้ามามีบทบาทในการกำหนดราคาจำหน่ายผลผลิต และขับเคลื่อนกลไกตลาด และ เจ้าหน้าที่ควรให้ความรู้และข่าวสารการใช้เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวอย่างต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 3.83) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรหรือนักวิชาการเกษตรเข้าไปอบรมถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ในจังหวัดลพบุรี โดยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 52.46 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสบการณ์ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 9.31 ปี มีพื้นที่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 21.04 ไร่ ต้นทุนในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 2,000.00 บาทต่อไร่ มีรายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 77,059.70 บาทต่อปี ราคาผลผลิตเฉลี่ย 25.13 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรมีการใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชยันต 84-1 มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เฉลี่ย 8.36 กิโลกรัมต่อไร่ ใน 1 รอบการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเกษตรกรมีการให้ปุ๋ยทางใบ จำนวน 1 ครั้ง มีการให้น้ำในระยะกล้า มีการตรวจพันธุ์ป่นในระยะติดฝัก การเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด มีปริมาณผลผลิต เฉลี่ย 140.69 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวอยู่ในระดับมาก ในประเด็นด้านการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพ และด้านการเลือกพื้นที่ปลูกและการเตรียมดิน ขณะที่เกษตรกรมีปัญหา

เกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ด้านการดูแลรักษา ในประเด็นขาดความรู้ในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงในระดับมากที่สุด เนื่องจากเกษตรกรไม่มีความรู้ในการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง พบว่าเกษตรกรใช้สารเคมีออกฤทธิ์ในการทำลายชนิดเดิมทำให้ไม่สามารถป้องกันกำจัดโรคหรือแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อเสนอแนะของเกษตรกรควรได้รับการสนับสนุน ปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยเคมี ควรมีการประกันราคาผลผลิต ภาครัฐควรเข้ามามีบทบาทในการกำหนดราคาจำหน่ายผลผลิต และขับเคลื่อนกลไกตลาด และเจ้าหน้าที่ควรให้ความรู้และข่าวสารการใช้เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร

เกษตรกรควรเข้าร่วมการจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อเป็นการพัฒนาความรู้และการปฏิบัติอย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ ควรมีการจัดตั้งกลุ่มผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้และมีการจัดทำแปลงสาธิตที่ใช้เป็นแหล่งพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวคุณภาพดี

1.2 ข้อเสนอแนะต่อเจ้าหน้าที่

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรติดตามแปลงเกษตรกรอย่างสม่ำเสมอเพื่อเป็นการสร้างความสนิทสนม และเป็นการให้คำแนะนำเกี่ยวเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวไปใช้ มีการจัดกิจกรรมให้เกษตรกรได้ฝึกสำรวจคัดพันธุ์ป่นในแปลง เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพมาตรฐานตามขั้นพันธุ์ และการสำรวจโรคและแมลงในแปลง เพื่อให้เกษตรกรสามารถวินิจฉัยโรคและแมลงศัตรูพืชเบื้องต้น ทำให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ข้อเสนอแนะต่อหน่วยงาน

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการสนับสนุนการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เพื่อเป็นแรงจูงใจในการใช้และลดต้นทุนในการผลิตให้แก่เกษตรกร

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ในพื้นที่จังหวัดอื่นๆ ที่มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว เพื่อเป็นแนวทางการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ชนิษฐา สันติประชา. 2562. การปลูกถั่วเขียวหลังนา และความต้องการการส่งเสริมของเกษตรกร ในอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท. หน้า 1112 -1124. ใน: การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ปรานอม แสงจันทร์. 2557. การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงของเกษตรกรใน จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย เชียงใหม่, เชียงใหม่. 83 หน้า.
- ภิรมย์ โสฬส. 2557. การผลิตถั่วเหลืองและความ ต้องการการส่งเสริมการเกษตรของเกษตรกรใน อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 114 หน้า.
- ระบบสารสนเทศการผลิตทางการเกษตร. 2564. ถั่วเขียว. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://mis-app.oae.go.th/product/ถั่วเขียว> (11 มกราคม 2565).
- วิภาพร ศรีวิชัย. 2562. ศึกษาเรื่องความต้องการ การส่งเสริมการผลิตถั่วเหลืองหลังนาของ เกษตรกรในอำเภอบ้านหลวง จังหวัดน่าน. หน้า 1204-1215. ใน: การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- วิมลรัตน์ คำขำ ชัยชาญ วงศ์สามัญ และประภัสสร เกียรติสุรนนท์. 2562. ศึกษาความต้องการ การส่งเสริมการผลิตถั่วเหลืองในฤดูแล้งของ เกษตรกรในอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดขอนแก่น. เกษตร 47(4): 667-678.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. 2561. การผลิตเมล็ดพันธุ์ ถั่วเขียว. เอกสารวิชาการ. สถาบันวิจัยพืชไร่ และพืชทดแทนพลังงาน, ชัยนาท. 50 หน้า.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. 2562. การป้องกันกำจัดแมลง ศัตรูในถั่วเขียว. เอกสารวิชาการ. สถาบันวิจัย พืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, ชัยนาท. 104 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ถั่วเขียว. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.agriman.doe.go.th/home/news/2564/43bean> (11 มกราคม 2565).
- World vegetable centre. 2017. International mungbean improvement network. (Online). Resources: <https://avrdc.org/intl-mungbean-network/> (18 เมษายน 2565)
- Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. Third edition. New York: Harper and Row Publication. 1130 p.

สถานการณ์การระบาดและการจัดการโรคพืชในกระบวนการผลิตมันฝรั่งฤดูแล้ง
ของเกษตรกรจังหวัดนครพนม

Epidemic Situation and Farmer's Plant Disease Management of Potato Production
during Dry Season in Nakhon Phanom Province

ธิดารัตน์ พูนประสิทธิ์¹ วณาลัย วิริยะสุทธิ² นิยม ไช้มุกข์³ นารีรัตน์ สีระสาร⁴
และธำรงเจต พัฒมุกข์^{2*}

Tidarat Poonprasit¹, Wanalai Viriyasuthee², Niyom Khaimuk³, Nareerut Seerasarn⁴
and Thamrongjet Puttamuk^{2*}

Received: September 7, 2022

Revised: November 21, 2022

Accepted: November 23, 2022

Abstract: This research has the purpose of studying 1) social and economic and potato production conditions; 2) farmer's knowledge of potato disease management and opinions on the severity of potato disease; 3) practice and importance in potato disease management; 4) disease survey and assessment of potato disease incidence and 5) other problems and suggestions on potato disease management. This study was conducted on the total population of potato farmers in Nakhon Phanom province that registered with the Department of Agricultural Extension in the production year 2021/2022, consisting of 71 farmers. The data were collected via questionnaires and were analyzed using descriptive statistics—disease survey and disease incidence assessment of 10 potato plots. The study results found that most farmers have an average planting area of 4.29 rai per person, using Atlantic varieties. It is produced in the contract farming system. Good knowledge of potato disease and management Opinions on potato disease at the highest severity level are Bacteria wilt, Common scab and Downy mildew. There are practices in the same way, such as crop rotation, surveying, chemical use, etc. The importance of potato disease management is at a high level. Other issues are the most problematic, namely the high cost of production factors. The survey found Bacteria wilt and Potato stem canker. Guidelines for potato disease management should focus on promoting the production of disease-free tubers in the area. Integrated potato disease management and

¹ สำนักงานเกษตรอำเภอวังยาง กรมส่งเสริมการเกษตร จังหวัดนครพนม 48130

¹ Wangyang District Agricultural Extension Office, Department of Agricultural Extension, Nakhon Phanom Province 48130

² วิชาเอกการจัดการการผลิตพืช แผนกวิชาการจัดการการเกษตร และ ศูนย์การเรียนรู้วิชาการเกษตรในเมือง สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี 11120

² Major of Plant Production Management and Urban Agriculture Learning Center, Department of Agricultural Management, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120

³ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครพนม กรมวิชาการเกษตร จังหวัดนครพนม 48000

³ Nakhon Phanom Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Nakhon Phanom Province 48000

⁴ แผนกวิชาส่งเสริมการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี 11120

⁴ Department of Agricultural Extension, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120

* Corresponding author: Thamrongjet.put@stou.ac.th

water management Integration of public and private sectors in technology transfer and relying on the community as a center to transfer knowledge and raise awareness on potato disease management and water management.

Keywords: Potato, potato disease, disease management, dry season potato production

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจและสภาพการผลิตมันฝรั่ง 2) ความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรคมันฝรั่งและความคิดเห็นต่อความรุนแรงของโรคมันฝรั่ง 3) การปฏิบัติและความสำคัญในการจัดการโรคมันฝรั่ง 4) การสำรวจและประเมินการเกิดโรคมันฝรั่ง และ 5) ปัญหาอื่นๆ และข้อเสนอแนะในการจัดการโรคมันฝรั่ง โดยศึกษาจากประชากรทั้งหมดของเกษตรกรผู้ผลิตมันฝรั่งในจังหวัดนครพนม ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรในปีการผลิต 2564/2565 จำนวน 71 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล และสำรวจและประเมินการเกิดโรคมันฝรั่ง จำนวน 10 แปลง ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 4.29 ไร่ต่อราย ใช้พันธุ์แอตแลนติก เป็นการผลิตในระบบเกษตรพันธสัญญา มีความรู้เกี่ยวกับโรคมันฝรั่งและการจัดการในระดับดี มีความคิดเห็นต่อโรคมันฝรั่งที่มีความรุนแรงในระดับมากที่สุด ได้แก่ โรคเหี่ยวเหี่ยว โรคช้ำกลากหรือแผลสะเก็ด และโรคราน้ำค้าง มีการปฏิบัติไปในแนวทางเดียวกัน เช่น การปลูกพืชหมุนเวียน การเดินสำรวจ การใช้สารเคมี เป็นต้น ให้ความสำคัญของการจัดการโรคมันฝรั่งอยู่ในระดับมาก มีประเด็นอื่นๆ ที่เป็นปัญหามากที่สุด คือ บั๊จยการผลิตมีราคาสูง จากการสำรวจแปลงพบโรคเหี่ยวเหี่ยวและโรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ โดยแนวทางในการจัดการโรคมันฝรั่งควรมุ่งเน้นการส่งเสริมการผลิตหัวพันธุ์ปลอดโรคในพื้นที่ การจัดการโรคมันฝรั่งด้วยวิธีผสมผสานและการจัดการระบบน้ำ การบูรณาการของภาครัฐและเอกชนในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และอาศัยชุมชนเป็นศูนย์กลางเพื่อถ่ายทอดความรู้และสร้างความตระหนักด้านการจัดการโรคมันฝรั่ง

คำสำคัญ: มันฝรั่ง โรคมันฝรั่ง การจัดการโรค การผลิตมันฝรั่งฤดูแล้ง

คำนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด และอ้อย ประเทศจีนมีการผลิตมันฝรั่งมากที่สุดในโลก โดยปี พ.ศ.2564 ผลผลิตรวมคิดเป็นร้อยละ 25.97 ของผลผลิตมันฝรั่งทั่วโลก (FAO, 2021) ซึ่งในปี พ.ศ.2565 คาดว่า จะมีพื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในประเทศไทย รวม 41,253 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2564 คิดเป็นร้อยละ 3.22 ส่งผลให้การผลิตมันฝรั่งในประเทศไทยสามารถสร้างรายได้สูงให้กับเกษตรกร โดยเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกในเขตภาคเหนือเนื่องจากพื้นที่มีสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยในการผลิต คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 94.91 ของพื้นที่ปลูกมันฝรั่ง

ทั้งประเทศ และพื้นที่ปลูกอีกร้อยละ 5.09 อยู่ในแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดสกลนคร และจังหวัดนครพนม โดยเฉพาะจังหวัดนครพนมเป็นพื้นที่ใหม่โดยในปี พ.ศ. 2564 มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง 341 ไร่ ได้ผลผลิตทั้งหมด 963 ตัน โดยแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่บริเวณ อำเภอวังยางและอำเภอนาแก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) จัดเป็นพื้นที่ใหม่ที่มีการส่งเสริมการผลิตมันฝรั่งซึ่งอยู่ภายใต้ระบบสัญญาข้อตกลง (contract farming) โดยส่วนมากเป็นพันธุ์มันฝรั่งโรงงาน คือ พันธุ์แอตแลนติก (Atlantic) ซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่นาหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวนาปีแล้ว คือเริ่มปลูกในเดือน พฤศจิกายน เก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม

(Kittipadakul *et al.* 2016); (ซริก้า และ อภิรักษ์, 2557) จากการขยายตัวของการผลิตอย่างรวดเร็ว ทำให้มีปัญหาและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมันฝรั่งที่จะส่งผลกระทบต่อเกษตรกรตามมา เช่น 1) ปัญหาหัวพันธุ์มันฝรั่ง (seed potatoes) 2) สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นส่งผลโดยตรงทำให้ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งต่อไร่ต่ำ และมันฝรั่งคุณภาพต่ำไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากมันฝรั่งเป็นพืชที่ชอบอากาศเย็นในกรณีสภาพอากาศเย็นและมีความชื้นสูง มักจะประสบปัญหาการระบาดของโรคใบไหม้ (Late blight) ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) (ธนรักษ์, 2561; อรทัย, 2560)

อย่างไรก็ตามการระบาดของโรคมันฝรั่งสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ในระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว รวมถึงระยะเก็บรักษา โรคที่เกิดจากเชื้อรา เช่น โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (Stem canker and black scurf) ที่เกิดจากเชื้อรา (*Rhizoctonia solani*) โรคที่เกิดจากเชื้อที่สะสมในดิน เช่น โรคเหี่ยวเหี่ยว (Bacterial wilt) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (*Ralstonia solanacearum*) และถูกจัดให้เป็นโรคที่สำคัญที่สุดโรคหนึ่งเพราะสามารถเข้าทำลายพืชเศรษฐกิจได้มากกว่า 200 ชนิด อยู่ข้ามฤดูในวัชพืชหลายชนิด สามารถถ่ายทอดทางส่วนขยายพันธุ์ เช่น หัวมันฝรั่ง และสามารถแพร่ระบาดได้ดีไปกับระบบน้ำ (Muthoni *et al.*, 2012); (นิพนธ์, 2553) โรคเน่าและของมันฝรั่ง (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*) โรคขี้กลากหรือแผลสะเก็ด (Common scab) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (*Streptomyces scabie*) และโรคเน่าวงแหวน (Ring rot) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (*Clavibacter michiganensis* pv. *sepedonicum*) ซึ่งเป็นโรคที่มีความสำคัญเกี่ยวกับการผลิตหัวพันธุ์และเป็นเชื้อโรคกักกันที่มีความเสี่ยงต่อการนำเข้าและส่งออก เป็นต้น โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส เช่น โรคใบม้วนงอ (Leaf roll) เกิดจากเชื้อไวรัสใบม้วน (*potato leaf roll virus*/PLRV) และ โรคใบด่าง (Mosaics) เกิดจากเชื้อไวรัสที่สำคัญ 3 ชนิด คือ ไวรัสมันฝรั่ง *potato virus X*

(PVX), *potato virus Y* (PVY) และ *potato virus S* (PVS) ในแปลงปลูกของเกษตรกร (กิตติศักดิ์ และคณะ, 2559) โดยทั่วไปมักพบเชื้อไวรัส เหล่านี้ปนรวมกันมากกว่า 1 ชนิดบนต้นมันฝรั่งต้นเดียว โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส เช่น *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd) ซึ่งเป็นสาเหตุโรคที่สำคัญทางเศรษฐกิจในพืชวงศ์ Solanaceae และโรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอย เช่น โรคไส้เดือนฝอยรากปมในมันฝรั่ง (*Meloidogyne* spp) (อภิรักษ์, 2557) การจัดการโรคมันฝรั่งต้องดำเนินการด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือวิธีผสมผสาน Integrated Pest Management (IPM) โดยมีการวางแผน และการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนและมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการลดแหล่งของเชื้อโรค (reduce source of inoculum) และการลดอัตราการเข้าทำลายพืช (reduce rate of infection) (นิพนธ์, 2561) อีกทั้งพื้นที่จังหวัดนครพนม เป็นพื้นที่ใหม่ที่มีการส่งเสริมให้ปลูกมันฝรั่งทำให้ข้อมูลการเกิดโรคมันฝรั่งยังมีน้อย และเกษตรกรยังขาดองค์ความรู้บางส่วนในการจัดการโรคมันฝรั่งที่ถูกต้องและเหมาะสม

ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม สภาพการผลิต ระดับความรู้เกี่ยวกับโรคมันฝรั่ง สถานการณ์การระบาด และการจัดการโรคในกระบวนการผลิตมันฝรั่งฤดูแล้งของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอวังยางและอำเภอนาแก จังหวัดนครพนม พร้อมเสนอแนวทางการจัดการโรคพืชในกระบวนการผลิตมันฝรั่งฤดูแล้งของเกษตรกร จังหวัดนครพนมที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับพื้นที่ และใช้พัฒนาต่อยอดกระบวนการจัดการการผลิตมันฝรั่งให้มีประสิทธิภาพและได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ามากที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-มีนาคม) ในพื้นที่จังหวัดนครพนม ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรในปีการผลิต 2564/2565 ได้แก่ เกษตรกรอำเภอวังยาง

จำนวน 53 ราย และเกษตรกรอำเภอแกลงจำนวน 18 ราย รวมเป็นจำนวน 71 ราย โดยศึกษาจากประชากรทั้งหมด ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่มีการปลูกมันฝรั่งในพื้นที่จังหวัดนครพนมมากที่สุด และเกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกมันฝรั่ง สามารถให้ข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาได้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกร ในพื้นที่อำเภอวังยาง และ อำเภอแกลง จังหวัดนครพนม ที่มีการผลิตมันฝรั่งในฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2565 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง (Questionnaire) แบ่งออกเป็น 5 ตอน ดังนี้ 1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร และกระบวนการผลิตมันฝรั่ง 2) ความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรคมันฝรั่งของเกษตรกร 3) ความคิดเห็นต่อความรุนแรงของโรคมันฝรั่งแต่ละชนิดที่มีการระบาด 4) การปฏิบัติและความคิดเห็นของเกษตรกรต่อความสำคัญในการจัดการโรคมันฝรั่ง และ 5) ความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับความสำคัญของปัญหาในการจัดการโรคมันฝรั่ง

โดยทดสอบค่าความเชื่อมั่น (reliability) ด้วยวิธีของครอนบาคอัลฟา (Cronbach's alpha) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.81 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในส่วนข้อมูลด้านความรู้ของเกษตรกรประกอบด้วย 2 หัวข้อ คือ (1) วิธีการจัดการโรคมันฝรั่ง และ (2) พื้นฐานการวินิจฉัยโรคมันฝรั่งโดยดูจากรูปภาพลักษณะอาการของโรคมันฝรั่งที่สำคัญ ให้คะแนน ข้อที่ตอบถูก คะแนนเท่ากับ 1 และ ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ คะแนนเท่ากับ 0 หลังจากนั้นรวมคะแนนรายบุคคลเพื่อจัดกลุ่มความรู้เป็น 5 ระดับ คือ (1) ได้คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง ระดับความรู้ ดีมาก (2) ร้อยละ 70-79 หมายถึง ระดับความรู้ดี

(3) ร้อยละ 60-69 หมายถึง ระดับความรู้ปานกลาง (4) ร้อยละ 50-59 หมายถึง ระดับความรู้น้อย และ (5) ร้อยละ ≤ 50 หมายถึง ระดับความรู้น้อยมาก และข้อมูลความคิดเห็นของเกษตรกร ผู้วิจัยใช้แบบประเมินค่า (rating scale) ของ Likert แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 5 = รุนแรงมากที่สุด/เห็นด้วยมากที่สุด 4 = เห็นด้วยมาก/รุนแรงมาก 3 = เห็นด้วยปานกลาง/รุนแรงปานกลาง 2 = เห็นด้วยน้อย/รุนแรงน้อย และ 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด/รุนแรงน้อยที่สุด อภิปรายผลโดยใช้เกณฑ์ความกว้างของอันตรภาคชั้น คือ คะแนน 4.21-5.00 หมายถึงมากที่สุด คะแนน 3.41-4.20 หมายถึง มาก คะแนน 2.61-3.40 หมายถึง ปานกลาง คะแนน 1.81-2.60 หมายถึง น้อย และ คะแนน 1.00-1.80 หมายถึง น้อยที่สุด

4. การสำรวจและการประเมินการเกิดโรคมันฝรั่งเบื้องต้นในแปลงของเกษตรกร

ทำการคัดเลือกแปลงเกษตรกรที่ปลูกมันฝรั่งในพื้นที่ จำนวน 10 แปลง โดยแบ่งเป็นแปลงในพื้นที่อำเภอวังยาง จำนวน 8 แปลง และแปลงในพื้นที่อำเภอแกลงจำนวน 2 แปลง โดยมีพื้นที่ในการสำรวจแปลงละ 1 ไร่ โดยเริ่มทำการสำรวจตั้งแต่มันฝรั่งมีอายุ 15 วัน หลังปลูก ไปจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยสำรวจทุก 2 สัปดาห์ ใช้รูปแบบการเดินสุ่มสำรวจศัตรูพืชในแปลงแบบยกร่อง โดยเดินสำรวจ 1 แถว เว้น 3 แถวตัวยู ในพื้นที่ 1 ไร่ สำรวจทั้งหมด 10 จุด จุดละ 10 ต้น และไม่สำรวจซ้ำจุดเดิมจากครั้งที่ผ่านมา (กลุ่มพยากรณ์และเตือนการระบาดของศัตรูพืช, 2562) ประเมินการเกิดโรคมันฝรั่งโดยคำนวณค่าร้อยละการเกิดโรค (Disease incidence) = ((จำนวนต้นที่แสดงอาการของเป็นโรค $\times$ 100)/จำนวนต้นที่สุ่มทั้งหมด) (ฐิตาภรณ์ และคณะ, 2563)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรและกระบวนการผลิตมันฝรั่ง

พบว่า เกษตรกรมากกว่าครึ่งเป็นเพศชาย (ร้อยละ 56.34) อายุเฉลี่ย 49.14 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 88.73) เป็นสมาชิกกลุ่ม

แปลงใหญ่มันฝรั่ง (ร้อยละ 63.10) มีประสบการณ์การปลูกมันฝรั่งเฉลี่ย 8.04 ปี มีพื้นที่ปลูกมันฝรั่งทั้งหมด 296.50 ไร่ และพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 4.18 ไร่ต่อราย ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 3,147.59 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นทุนการผลิตเฉลี่ยไร่ละ 19,637.37 บาท กำไรสุทธิเฉลี่ยไร่ละ 14,826.06 บาท เป็นการปลูกมันฝรั่งในระบบเกษตรแบบมีพันธสัญญาทั้งหมด และแหล่งข้อมูลความรู้ด้านการจัดการโรคมันฝรั่งที่เกษตรกรได้รับมาจากคำแนะนำจากสื่อบุคคล ได้แก่ เจ้าหน้าที่จากบริษัทที่ทำพันธสัญญา (broker) ประธานกลุ่ม เกษตรกรด้วยกันเอง และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เกษตรกรอำเภอวังยางทั้งหมด เคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีการจัดการโรคมันฝรั่ง จำนวน 1 ครั้ง (ร้อยละ 67.02) ในขั้นตอนการผลิตมันฝรั่ง โดยใช้พื้นที่หลังจากปลูกข้าวนาปีในการปลูกมันฝรั่ง ลักษณะแปลงเป็นแถวเดี่ยว ยกร่องปลูก ระบบน้ำเป็นการปล่อยน้ำตามร่องแปลง ใช้หัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกจากบริษัทพันธสัญญา ปริมาณหัวพันธุ์ที่เกษตรกรใช้ปลูกเฉลี่ย 182.44 กิโลกรัมต่อไร่

2. ความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรคมันฝรั่งของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรส่วนมากมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรคมันฝรั่งในระดับดี (ร้อยละ 47.89) รองลงมา มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรคมันฝรั่ง

อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 26.76) เกษตรกรที่มีความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ (14.08) และเกษตรกรที่มีความรู้อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 8.45) และเกษตรกรที่มีความรู้อยู่ในระดับน้อยที่สุด (ร้อยละ 2.82) ตามลำดับ (Figure 1 A)

เมื่อพิจารณาเป็นสัดส่วนจากคะแนนเต็มแต่ละประเด็นความรู้ด้านการจัดการโรคมันฝรั่งที่สำคัญ จำนวน 5 โรค โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ 1) วิธีการจัดการโรคมันฝรั่ง และ 2) พื้นฐานการวินิจฉัยโรคมันฝรั่งโดยดูจากรูปภาพลักษณะอาการของโรคมันฝรั่งที่สำคัญ พบว่า เกษตรกรตอบถูกต้องในวิธีการจัดการโรคมันฝรั่งโดยเรียงตามสัดส่วนของคะแนนเต็มจากมากไปหาน้อย ได้แก่ 1) โรคครา น้ำค้าง (ร้อยละ 77.46) 2) โรคใบไหม้ (ร้อยละ 76.41) 3) โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (ร้อยละ 72.18) 4) โรคเหี่ยวเหี่ยว (ร้อยละ 60.21) และ 5) โรคช้ำกลากหรือแผลสะเก็ด (ร้อยละ 56.69) ตอบถูกต้องในส่วนพื้นฐานการวินิจฉัยโรคมันฝรั่งโดยดูจากรูปภาพลักษณะอาการโดยเรียงตามสัดส่วนของคะแนนเต็มจากมากไปหาน้อย ได้แก่ 1) โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (ร้อยละ 87.32) 2) โรคใบไหม้ (ร้อยละ 83.10) 3) โรคเหี่ยวเหี่ยว (ร้อยละ 81.69) 4) โรคครา น้ำค้าง (ร้อยละ 76.06) และ 5) โรคช้ำกลากหรือแผลสะเก็ด (ร้อยละ 69.01) (Figure 1 B)

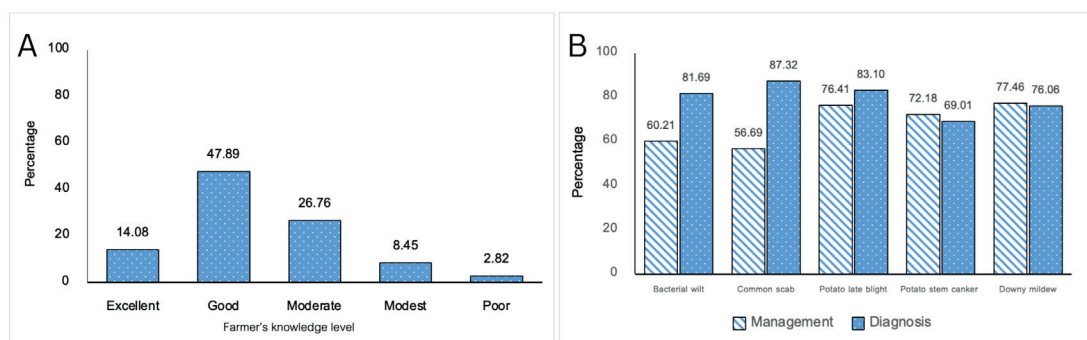


Figure 1 A) Farmer's knowledge level in potato pest management and B) Percentage of potato disease management knowledge test scores and diagnosis of the five major disease symptoms. (N=71)

3. ความคิดเห็นต่อความรุนแรงของโรคมันฝรั่งแต่ละชนิดที่มีการระบาด

พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นต่อความรุนแรงของโรคมันฝรั่งในระดับมากที่สุด (คะแนน 5-4.21) ได้แก่ 1) โรคเหี่ยวเหี่ยว (คะแนน 4.86) 2) โรคช้ำกลางหรือแผลสะเก็ด (คะแนน 4.24) และ 3)

โรคราน้ำค้าง (คะแนน 4.21) เกษตรกรมีความคิดเห็นต่อความรุนแรงของโรคมันฝรั่งในระดับมาก (คะแนน 4.20-3.41) ได้แก่ 1) โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (คะแนน 4.17) และ 2) โรคใบไหม้มันฝรั่ง (คะแนน 3.49) (Figure 2)

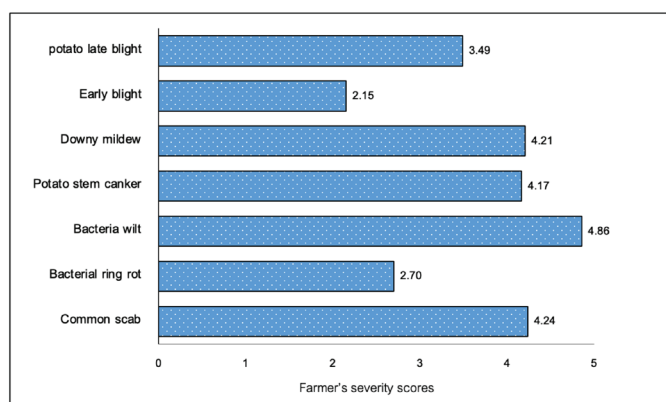


Figure 2 Farmer's severity scores for the seven major potato diseases. (N=71)

4. การปฏิบัติและความคิดเห็นต่อความสำคัญของการจัดการโรคมันฝรั่ง

พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติ (ร้อยละ 100) ได้แก่ 1) การไถตากดิน 2) การปรับสภาพดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์หรือโดโลไมท์ 3) การใช้หัวพันธุ์จากบริษัทพันธุ์สัญญา 4) การปลูกพืชหมุนเวียน เช่น ข้าว ข้าวโพด 5) ให้น้ำทางผิวดินโดยการปล่อยน้ำผ่านร่องแปลง 6) การใส่ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสม 7) การเดินสำรวจแปลงเป็นประจำ 8) การคลุมหัวพันธุ์ด้วยปูนซีเมนต์ก่อนปลูก 9) การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชชนิดพ่นเป็นประจำ แม้จะพบหรือไม่พบการระบาด และ 10) การระบายน้ำออกจากแปลง หรือลดความชื้นในแปลง ส่วนการใช้สารชีวภัณฑ์หรือเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น *Trichoderma* spp. และ *Bacillus subtilis* ไม่มีเกษตรกรรายใดปฏิบัติ (Table 1)

เกษตรกรมีความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของการจัดการโรคมันฝรั่งในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ยรวม 3.77) และเมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็น พบว่า วิธีการจัดการโรคมันฝรั่งที่เกษตรกรให้ความสำคัญโดยเรียงลำดับจาก 5 ลำดับแรก ได้แก่ 1) การเดินสำรวจแปลงเป็นประจำ (คะแนนเฉลี่ย 4.79) 2) มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชชนิดพ่นเป็นประจำ แม้จะพบหรือไม่พบการระบาด (คะแนนเฉลี่ย 4.59) 3) การชุบเมล็ดหัวพันธุ์ด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (คะแนนเฉลี่ย 4.37) 4) การไถตากดิน (คะแนนเฉลี่ย 4.28) และ 5) ก่อนที่จะตัดสินใจใช้สารเคมีชนิดพ่นมีการวิเคราะห์การเกิดโรค โดยใช้การวิเคราะห์จากสภาพภูมิอากาศและช่วงอายุของมันฝรั่ง (คะแนนเฉลี่ย 4.06) (Table 1)

Table 1 Farmers' practice and opinion on potato disease management in Nakhon Phanom (N=71)

Practice	(Percentage)	$\bar{X} \pm S.D.$
1) Plowing and soil drying	100.00	4.28± 0.78
2) Soil conditioning with organic fertilizers or dolomite	100.00	3.35± 1.50
3) The use of seed potatoes from the broker	100.00	3.73± 0.79
4) Crop rotation	100.00	3.41±1.56
5) Drainage from the field or reduce the humidity in the field	100.00	3.66 ±1.30
6) Provide surface water by releasing water through the trench	100.00	2.79 ±1.22
7) Proper fertilizer application rate	100.00	3.34 ±1.21
8) Use of biologics or antagonistic microorganisms such as <i>Trichoderma</i> spp. and <i>Bacillus subtilis</i>	0.00	2.68±1.30
9) Before deciding to use a chemical spray, pathogenesis is analyzed using potatoes' climatic conditions and age ranges	53.52	4.06±0.75
10) Regular spraying of fungicides to prevent plant diseases even if the outbreak is not found	100.00	4.59±0.73
11) Spray insecticides to kill disease-carrying insects	97.18	3.75 ±0.55
12) Regular inspection of the field by walking	100.00	4.79 ±0.41
13) Mixing tubers with cement before planting	100.00	4.01±0.82
14) Immediate removal of diseased plants, then buried or burned	5.63	3.73±0.97
15) Cleaning the knife with 70% alcohol before use with tubers	59.15	4.37±0.72
Grand mean		3.77±1.18

Scores: 5-4.21 = Highest, 4.20-3.41 = High, 3.40-2.61 = Moderate, 2.60-1.81 = Low, and 1.80-1.00 = Lower

5. ความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับความสำคัญของปัญหาอื่น ๆ ในการจัดการโรคมันฝรั่ง

พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นภาพรวมเกี่ยวกับความรุนแรงของปัญหาด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ยรวม 3.47) มีประเด็นที่เป็นปัญหามากที่สุด คือ ปัจจัยการผลิตมีราคาสูง (คะแนนเฉลี่ย 4.46) เกษตรกรมีความคิดเห็นภาพรวมเกี่ยวกับความรุนแรงของปัญหาเกี่ยวกับความรู้ด้านการจัดการศัตรูมันฝรั่ง

อยู่ในระดับปานกลาง (คะแนนเฉลี่ยรวม 3.28) มีประเด็นที่เป็นปัญหามากที่สุด คือ ขาดการจัดการระบบน้ำและแหล่งน้ำ (คะแนนเฉลี่ย 4.01) เกษตรกรมีความคิดเห็นภาพรวมเกี่ยวกับความรุนแรงของปัญหาด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อยู่ในระดับปานกลาง (คะแนนเฉลี่ยรวม 3.40) มีประเด็นที่เป็นปัญหามากที่สุด คือ การสนับสนุนงบประมาณหรือปัจจัยการผลิตจากหน่วยงานราชการ (คะแนนเฉลี่ย 3.58) (Table 2)

Table 2 Farmers' opinions on the problems in Nakhon Phanom (N=71)

Problems	$\bar{x} \pm S.D.$
The economic, social, and environmental problems	
1) Purchase price	3.14±1.44
2) Factors of production are expensive	4.46±0.65
3) Lack of labor/high wages	2.63±1.33
4) Lack of labor-saving/agricultural machinery	3.69±1.21
5) Climate variability	3.55±1.19
6) Farmer's collaboration	3.32±1.26
Grand mean	3.47± 1.18
Pest management problems	
1) Lack of disease-free and good quality seed potatoes (G3)	2.68±1.57
2) Lack of supply/sources of bio-product production	3.38±1.64
3) Lack of water management systems and water resources	4.01±1.31
4) Lack of knowledge about potato disease and pest management	3.06±1.48
Grand mean	3.28±1.50
The support from agricultural extension and government officials' problems	
1) Lack of advice from government agencies	3.52±1.65
2) Notification of outbreaks from government agencies	3.11±1.71
3) Financial support or input from government agencies	3.58±1.13
4) Demonstration fields or local pest management learning centers	3.41±1.60
Grand mean	3.40±1.52

Scores: 5-4.21 = Highest, 4.20-3.41 = High, 3.40-2.61 = Moderate, 2.60-1.81 = Low, and 1.80-1.00 = Lower

6. การสำรวจโรคและประเมินการเกิดโรคมันฝรั่ง

จากผลการศึกษาการสำรวจโรคและประเมินการเกิดโรคมันฝรั่ง จำนวน 10 แปลง พบโรคมันฝรั่งที่มีการระบาด จำนวน 2 โรค ได้แก่ 1) โรคเหี่ยวเหี่ยว (*Ralstonia solanacearum*) 2) โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (*Rhizoctonia solani*) โดยแบ่งร้อยละการเกิดโรคและลักษณะอาการที่พบในแปลงเกษตรกรดังนี้ (Figure 3 and Figure 4)

1) โรคเหี่ยวเหี่ยว (bacterial wilt) มีร้อยละการเกิดโรคในแปลง สัปดาห์ที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 13.75 สัปดาห์ที่ 4 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 27.50

สัปดาห์ที่ 6 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 42.50 สัปดาห์ที่ 8 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 50.25 และสัปดาห์ที่ 10 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 55.25 (Figure 3A) โดยลักษณะอาการที่พบในแปลงคือคือต้นมันฝรั่งจะแสดงอาการเหี่ยว ใบและยอดลู่ลงเหมือนอาการขาดน้ำทั้งที่ต้นยังเขียวสดอยู่ เมื่อนำลำต้นตัดออกตามขวางแช่ในน้ำใสจะมีเมือกสีขาวขุ่น (bacterial ooze) ไหลออกมาภายใน 3-5 นาที (Figure 3B) ภายใน 2 สัปดาห์ ลักษณะใบเหลืองซีดและจะพุ่มตายในที่สุด ต้นมันฝรั่งที่มีอาการรุนแรง ลำต้นที่เป็นโรคโคนต้นจะเป็นสีน้ำตาลหรือดำ (Figure 3C-3D)

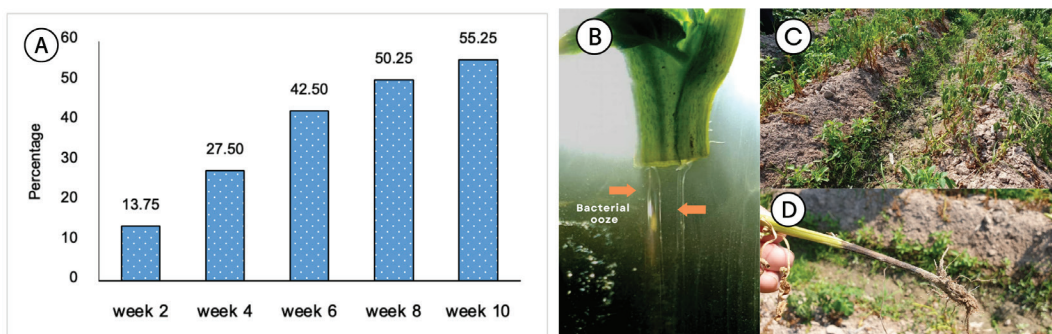


Figure 3 A survey of potato planting showed an outbreak of wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* A) Bacterial wilt disease incidence (%) in potato fields B) bacterial ooze on vascular tissues of the tuber C) Bacterial wilt symptomatic plants in the field from a potato planting. D) Brown discoloration of the stem in the field from a potato planting.

2) โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (stem canker and black scurf disease) มีร้อยละการเกิดโรคในแปลง สัปดาห์ที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 00.00 สัปดาห์ที่ 4 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 14.67 สัปดาห์ที่ 6 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 35.00 สัปดาห์ที่ 8 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 32.67 และสัปดาห์ที่ 10 เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 42.33 (Figure 4A) โดยลักษณะอาการที่พบในแปลง

คือ ช่วงแรกใบจะเริ่มห่อ (rolling of leaf margins) บริเวณใบยอดจะมีสีน้ำตาลแดงเข้ม ต้นมันฝรั่งจะเป็นไหลสร้างหัวมันฝรั่งขนาดเล็ก (aerial tuber) เกิดขึ้นตามตาใบไปจนถึงโคนต้น ทำให้หัวมันฝรั่งใต้ดินมีขนาดเล็ก หลังจากนั้นต้นจะเหี่ยวใบเหลืองมีอาการเนื่อเยื่อบริเวณใบตาย และจะยืนต้นตายในที่สุด ดังรูปที่ (Figure 4B-4E)

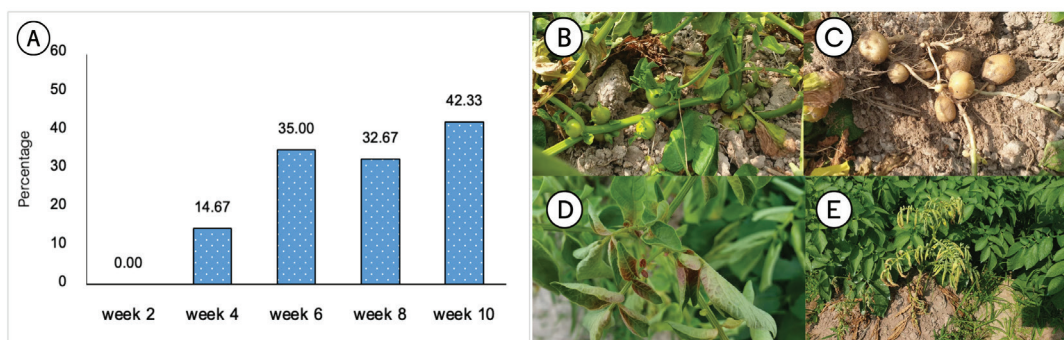


Figure 4 A survey of potato planting showed an outbreak of stem canker and black scurf disease caused by *Rhizoctonia solani*. A) Stem canker and black scurf disease incidence (%) in potato fields. B-C) Formation of aerial tuber indicates that the plant has no tuber of marketable quality below ground. D) Rhizoctonia symptoms on upper leaf E) Symptoms in a potato plant showing wilt, rolling of leaf margins, mottling and necrotic tissue.

วิจารณ์

จากการศึกษาสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในจังหวัดนครพนมพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งส่วนใหญ่มี ประสบการณ์

การปลูกเฉลี่ย 8.04 ปี และมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรคมันฝรั่งในระดับดี โดยเกษตรกรได้รับแหล่งความรู้เกี่ยวกับโรคมันฝรั่งและการจัดการจากสื่อบุคคลเป็นหลัก ได้แก่ หัวหน้ากลุ่มแปลงใหญ่หรือ

ผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และเจ้าหน้าที่บริษัทเอกชนในระบบพันธสัญญา ซึ่งสอดคล้องกับ ธนวิรักษ์ (2561) ที่รายงานว่าจุดแข็งของผู้ผลิตมันฝรั่งคือ เกษตรกรมีความชำนาญในการเพาะปลูกมันฝรั่ง และมีสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการผลิตโอกาสในการผลิตคือมีตลาดรองรับผลผลิตที่แน่นอนและโรงงานผู้ผลิตมันฝรั่งมีเจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำการผลิตกับเกษตรกร แต่อย่างไรก็ตามสภาพอากาศเป็นความเสี่ยงที่สำคัญที่สุดที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้และควบคุมได้ รองลงมาคือปัญหาโรคพืชถึงแม้คาดการณ์ไม่ได้แต่สามารถควบคุมได้เกษตรกรจึงให้ความสำคัญของปัญหาโรคมันฝรั่งและการจัดการอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่า 3.77 ± 1.18 เมื่อพิจารณาความคิดเห็นต่อความรุนแรงของโรคมันฝรั่ง พบว่าโรคที่เกษตรกรให้ความสำคัญมากที่สุดได้แก่ 1) โรคเหี่ยวเหี่ยวหรือ bacterial wilt ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* 2) โรคช้ำกลางหรือแผลสะเก็ดที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces scabies* และ 3) โรคราน้ำค้างที่เกิดจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis* ตามลำดับ (Figure 2) แต่มีเกษตรกรบางรายไม่สามารถวินิจฉัยโรคได้ถูกต้อง (Figure 1B) อาจทำให้มีผลต่อการให้ความสำคัญต่อความรุนแรงของโรคมันฝรั่งได้

อย่างไรก็ตามโรคที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งและสร้างความเสียหายต่อผลผลิตมันฝรั่งในประเทศไทยคือโรคใบไหม้ (late blight) มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* แต่เกษตรกรให้ความสำคัญรองลงมาจากโรคพืชชนิดอื่น (Figure 2) ถึงแม้ว่าเกษตรกรทั้งหมดมีการใช้มันฝรั่งสายพันธุ์ แอตแลนติก (Atlantic) ซึ่งพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคใบไหม้ (อรทัย, 2560) แต่เกษตรกรมีการปลูกมันฝรั่งในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่ (เดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์) โดยข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ระบุว่าในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องจากปลายปีที่แล้ว (ช่วงเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม) โดยมีอุณหภูมิต่ำที่สุดวัดได้คือ 6.5 องศาเซลเซียส ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาเกษตรนครพนม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2565) และปริมาณฝนทั้งช่วงจึงทำโรคใบไหม้มีความสำคัญลดลง ต่างจากการผลิตในช่วงฤดูฝนที่สภาพอากาศเย็นและมีความชื้นสูงสลับกันอย่างต่อเนื่อง ทำให้การระบาดของโรคใบไหม้เกิดอย่างรวดเร็ว และสร้างความเสียหาย ต่อผลผลิตอย่างรุนแรงในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย (Jaimasit and Prakob, 2011) จากการสำรวจโรคและประเมินการเกิดโรคในแปลงมันฝรั่งเกษตรกร ในพื้นที่จำนวน 10 แปลง พบว่า โรคมันฝรั่งที่มีการระบาด จำนวน 2 โรค ได้แก่ 1) โรคเหี่ยวเหี่ยว เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และ 2) โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ เกิดจากเชื้อ *R. solani* (Figure 3-4)

โดยโรคเหี่ยวเหี่ยวเป็นโรคที่เกษตรกรให้ความสำคัญมากที่สุด (Figure 2) โดยโรคเหี่ยวเหี่ยวเริ่มมีการระบาดตั้งแต่ 2 สัปดาห์ (ค่าร้อยละการเกิดโรคเท่ากับ 13.75) จนถึง 10 สัปดาห์ (ค่าร้อยละการเกิดโรคเท่ากับ 55.25) ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต (Figure 3A) โดยมีค่าร้อยละการเกิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในการผลิตมันฝรั่งโรคเหี่ยวเหี่ยวถือว่าเป็นโรคที่มีความสำคัญและก่อความเสียหายกับพืชปลูกหลายชนิด ในวงศ์ Solanaceae โดยมีพืชอาศัยหลากหลายทั้งที่เป็นพืชเศรษฐกิจจนถึงวัชพืช โดยความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่แบคทีเรียเข้าทำลายสภาพแวดล้อม และสายพันธุ์ (strain) ของแบคทีเรีย โดยเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ที่เข้าทำลายมันฝรั่งจัดอยู่ใน race 3 (Schaad et al, 2001; Hayward, 1964) ทั้งนี้ในพื้นที่ ที่มีการระบาดของโรคเหี่ยวในระดับรุนแรงจะทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ และการจัดการโรคเหี่ยวต้องมีการจัดการทั้งระบบปลูกจึงทำให้เกิดความยุ่งยากต่อเกษตรกร โดยเชื้อแบคทีเรียโรคเหี่ยวสามารถมีชีวิตอยู่รอดในดินเหนียวที่มีสภาพ เป็นกรด-ด่าง 6.9 นาน 12 สัปดาห์ ในดินร่วนเหนียวสภาพดินเป็นด่างอยู่ได้นาน 10 สัปดาห์ แต่ในดินร่วนเหนียวปนทรายสภาพดินมีอินทรีย์วัตถุสูงมีความเป็นกรด-ด่างปานกลาง 7.4 เชื้ออยู่ได้นาน 8 สัปดาห์ นอกจากนี้เชื้อ ยังสามารถอยู่ข้ามฤดูในดินได้โดยปราศจากพืชอาศัย โดยอยู่ในสภาพเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อนในดินและเมื่อมีพืชอาศัยเหมาะสมจะสามารถปรับตัวเป็นเชื้อสาเหตุโรคได้

(สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4, 2564) ซึ่งสามารถเข้าทำลายพืช ทางรากโดยเข้าตามรอยแผลที่เกิดจากการทำลายของแมลง ไล่เดือนฝอย และรอยฉีกขาดของหุ้มมันฝรั่งหรือ สามารถแพร่ระบาดไปกับน้ำได้ดี ดังนั้นเมื่อเกษตรกรมีการให้น้ำต้นมันฝรั่งโดยปล่อยน้ำผ่านร่อง จึงส่งผลให้การระบาดของโรครุนแรงและรวดเร็ว เชื้อแบคทีเรียโรคเหี่ยวสามารถติดไปกับหัวพันธุ์โดยสามารถแอบแฝงอยู่ในหัวพันธุ์ (latent infection) เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมและปริมาณของเชื้อโรคมักพอก็จะแสดงอาการของโรคออกมา ส่วนโรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ (*Rhizoctonia solani*) จัดเป็นโรคที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งในการผลิตมันฝรั่งและพบว่าในแปลงเกษตรกรมีการระบาดของโรค ในสัปดาห์ที่ 4 (ค่าร้อยละการเกิดโรคเท่ากับ ร้อยละ 14.67) ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 10 (ค่าร้อยละการเกิดโรคเท่ากับ 42.33) ตามลำดับ (Figure 4A) โดยเชื้อ *R. solani* สามารถแพร่กระจายโดยติดไปกับหัวพันธุ์ที่ปนเปื้อน และเชื้อราสามารถอยู่ข้ามฤดูและสะสมอยู่ในดิน

โดยเมื่อพิจารณาการปฏิบัติและความคิดเห็นต่อความสำคัญของเกษตรกรในการจัดการโรคมันฝรั่ง พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติในการจัดการโรคที่เหมือนกันทุกราย (ร้อยละ 100) คือ 1) การเดินสำรวจแปลงเป็นประจำ (คะแนนเฉลี่ย 4.79) 2) มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชฉีดพ่นเป็นประจำ แม้จะพบหรือไม่พบการระบาด (คะแนนเฉลี่ย 4.59) 3) การชุบเมล็ดหัวพันธุ์ด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (คะแนนเฉลี่ย 4.37) 4) การไถตากดิน (คะแนนเฉลี่ย 4.28) และ 5) ก่อนที่จะตัดสินใจใช้สารเคมีฉีดพ่นมีการวิเคราะห์การเกิดโรค โดยใช้การวิเคราะห์จากสภาพภูมิอากาศและช่วงอายุของ มันฝรั่ง (คะแนนเฉลี่ย 4.06) (Table 1) อย่างไรก็ตาม เกษตรกรจะเน้นการจัดการโรคด้วยวิธีธรรมชาติวิธีทางเคมี และวิธีทางกายภาพ โดยไม่มีการใช้วิธีทางชีวภาพ (Table 1) เช่น การใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. และ *Bacillus subtilis* ในการควบคุมโรค สำหรับการปฏิบัติในการจัดการโรคมันฝรั่งมีลักษณะไปในแนวทางเดียวกัน เนื่องจากการผลิตมันฝรั่งในระบบพันธสัญญา จะมีเจ้าหน้าที่

ส่งเสริมของบริษัท (broker) ในการถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิต รวมไปถึงการจัดการโรคมันฝรั่งให้แก่เกษตรกรเป็นประจำ มีความสอดคล้องกับวรลักษณ์ (2550) ได้ศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตมันฝรั่งในระบบสัญญาผูกพันในภาคเหนือ ประเทศไทย พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งฤดูแล้งจังหวัดลำปาง เป็นเกษตรกรในระบบพันธสัญญา มีขั้นตอนการผลิตในลักษณะใกล้เคียงกัน สำหรับการถ่ายทอดความรู้ด้านการจัดการโรคมันฝรั่งให้แก่เกษตรกร ถ้ามีการส่งเสริมให้ใช้สารชีวภัณฑ์ร่วม จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการโรคมันฝรั่งได้ ซึ่งโดยทั่วการจัดการมันฝรั่งที่ดีที่สุดต้องอาศัยการจัดการแบบผสมผสาน (Integrated pest management) (Tsrör, 2010) โดยในปัจจุบันการควบคุมโรคพืชด้วยวิธีชีวภาพในประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์ Quantum 4000 HB จากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ A-13/GB03 ใช้ควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia* และเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* สายพันธุ์ CB-Pin-01 ควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* และ *Rhizoctonia solani* (Unartngam et al., 2020) และการใช้เชื้อ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ CH6 ใช้ควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อ *R. solanacearum* (นิพนธ์, 2553) และชีวภัณฑ์ *B. subtilis* (Bs-DOA24) ของกรมวิชาการเกษตร เป็นต้น

จากข้อมูลความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับความสำคัญของปัญหาในการจัดการโรคมันฝรั่ง พบว่า ปัญหาเกี่ยวกับการขาดหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค เกษตรกรให้ความสำคัญระดับปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.68 ± 1.57 อย่างไรก็ตาม ถ้าหัวพันธุ์มันฝรั่งมีเชื้อโรคแอบแฝงเมื่อนำหัวพันธุ์ไปปลูกในสภาพแปลงจริงทำให้เกิดการระบาดของโรคจากปัญหาดังกล่าวกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สนับสนุนงบประมาณให้กรมวิชาการเกษตรในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งทดแทนการนำเข้าและปัญหาหัวพันธุ์ที่ขาดคุณภาพ โดยดำเนินการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (pre-basic seed production หรือ G0) ปีละ 500,000 หัว เพื่อนำไปปลูกขยายพันธุ์เป็น

หัวพันธุ์ขยาย (basic seed production หรือ G1) ได้ปีละ 50 ตัน สำหรับจำหน่ายให้เกษตรกรนำไปผลิตเป็นหัวพันธุ์รับรอง (certified seed หรือ G2- G3) (อรทัย, 2560) แต่กระบวนการผลิตหัวพันธุ์ของภาคเอกชนหรือเกษตรกรเองยังไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานสินค้าเกษตรหัวพันธุ์มันฝรั่ง (มกษ. 5705-2565) ที่กำหนด จึงเป็นสาเหตุหลักที่สำคัญในการเพิ่มแหล่งของเชื้อโรคในพื้นที่จังหวัดนครพนม

ดังนั้นการจัดการศัตรูมันฝรั่ง จำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบเพื่อป้องกันความเสียหายทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรที่เกิดขึ้นจากการทำลายของโรคพืช โดยการจัดการโรคมันฝรั่งมีความเชื่อมโยงตั้งแต่การปฏิบัติก่อนการระบาด การปฏิบัติเมื่อเริ่มมีการระบาด ระหว่างการระบาด และหลังการระบาดของโรคพืชซึ่งเกษตรกรต้องมีความรู้และความเข้าใจที่ชัดเจน เนื่องจากโรคมันฝรั่งมีหลายชนิด มีวิธีการทำลายพืชที่ปลูกได้ในระยะการเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกัน

สรุป

เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 4.18 ไร่ต่อราย มีประสิทธิภาพการปลูกมันฝรั่งเฉลี่ย 8.04 ปี ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 3,147.59 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นการปลูกมันฝรั่งในระบบเกษตรแบบมีพันธุสัญญาทั้งหมด มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการโรคมันฝรั่งในระดับดี มีความคิดเห็นต่อความรุนแรงของโรคมันฝรั่งในระดับมากที่สุด ได้แก่ 1) โรคเหี่ยวเหี่ยว 2) โรคช้ำกลางหรือแผลสะเก็ด และ 3) โรคราน้ำค้าง สำหรับการปฏิบัติในการจัดการโรคมันฝรั่งมีลักษณะไปในแนวทางเดียวกัน ให้ความสำคัญของการจัดการโรคมันฝรั่งในภาพรวมอยู่ในระดับมาก จากการสำรวจโรคและประเมินการเกิดโรคในแปลงมันฝรั่งเกษตรกรพบว่า โรคมันฝรั่งที่มีการระบาด จำนวน 2 โรค ได้แก่ 1) โรคเหี่ยวเหี่ยว และ 2) โรคโคนเน่าและแผลสะเก็ดดำ ในการจัดการโรคมันฝรั่งมีประเด็นที่เป็นปัญหามากที่สุด คือ 1) ปัจจัยการผลิตมีราคาสูง 2) ขาดการจัดการระบบน้ำและแหล่งน้ำ และ 3) การสนับสนุนงบประมาณหรือปัจจัยการผลิตจากหน่วยงานราชการ ซึ่งในกระบวนการผลิตมันฝรั่งของเกษตรกรยังมี

ปัญหาเรื่องการจัดการโรคพืช 1) ด้านหัวพันธุ์คุณภาพเนื่องจากหัวพันธุ์ (G3) ที่ใช้ในการผลิตมีที่มาไม่ชัดเจน โอกาสที่จะมีเชื้อโรคแอบแฝงเมื่อนำหัวพันธุ์ไปปลูกในสภาพแปลงได้ 2) ด้านความรู้ เกษตรกรยังขาดความเข้าใจและการให้ความสำคัญในการป้องกันและควบคุมการระบาดของโรคพืช และจะเห็นได้ว่าเกษตรกรจะเน้นการปฏิบัติและให้ความสำคัญการจัดการโรคมันฝรั่งโดยวิธีเคมี วิธีเขตกรรม และวิธีกล ซึ่งวิธีชีวภาพนั้นยังไม่มีมีการปฏิบัติและไม่ค่อยให้ความสำคัญ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการจัดการโรคพืชในกระบวนการผลิตมันฝรั่งฤดูแล้งของเกษตรกรจังหวัดนครพนม ดังนี้

1. ส่งเสริมให้มีแปลงผลิตหัวพันธุ์คุณภาพและปลอดจากโรค ให้ผลผลิตสูงได้มาตรฐานการแปรรูป ราคาถูก ในพื้นที่ ให้ความสำคัญในแหล่งที่มาของหัวพันธุ์ที่ให้เกษตรกรใช้ หรือส่งเสริมให้เกษตรกรใช้พันธุ์ต้านทานโรค

2. มุ่งเน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจในการจัดการโรคพืชด้วยวิธีการผสมผสาน (IPM) โดยเฉพาะใช้สารชีวภัณฑ์หรือเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น *Trichoderma* spp. และ *Bacillus subtilis* ร่วมกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การจัดการระบบน้ำในการไม่ระบายน้ำจากแปลงที่เกิดโรคไปยังแปลงอื่นๆ เน้นการจัดการที่สามารถป้องกันก่อนเกิดการระบาดของโรคพืชทั้งการจัดการพื้นที่เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรคพืชรวมไปถึงพืชอาศัยชนิดอื่นๆ ที่อยู่ในแปลง การเดินสำรวจแปลงเพื่อเฝ้าระวัง ติดตามสถานการณ์การระบาดของศัตรูพืชเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง การติดตามการระบาดของศัตรูมันฝรั่งอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น พร้อมกับสร้างความตระหนักในผลกระทบของการระบาดของโรคมันฝรั่ง

3. มุ่งเน้นการบูรณาการของภาครัฐและเอกชนในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการโรคพืชอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับพื้นที่ พร้อมทั้งพัฒนาศักยภาพของเจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้อง อันจะเป็นแนวทางให้เกษตรกรได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านการจัดการโรคพืช เพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรในการเป็นผู้ผลิตมันฝรั่งให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

รวมไปถึงการติดตามผลการส่งเสริมและความพึงพอใจของเกษตรกรที่นำไปปฏิบัติ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพในการส่งเสริมหรือถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการโรคพืชให้แก่เกษตรกร

4. มุ่งเน้นอาศัยชุมชนเป็นศูนย์กลาง โดยการถ่ายทอดความรู้และสร้างทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับการจัดการโรคพืชจากเกษตรกรสู่เกษตรกรด้วยกันเอง โดยเกษตรกรผู้นำและหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องผ่านศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชน (ศจช.) (Community Pest Management Center (CPMC)) ในการส่งเสริมใช้สารชีวภัณฑ์และการผลิตสารชีวภัณฑ์ใช้เองในพื้นที่ รวมถึงการใช้วิธีการป้องกันและกำจัดศัตรูมันฝรั่งด้วยวิธีผสมผสานที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อการลดต้นทุนการผลิตและปลอดภัยต่อตัวเกษตรกรและผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสำนักงานเกษตรอำเภอวังยางและสำนักงานเกษตรอำเภอนาแก จังหวัดนครพนม ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลการจัดการแปลงมันฝรั่งในพื้นที่ และคุณสุพรรณ ชานูชิต ประธานกลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่มันฝรั่ง ตำบลยอชดชาด อำเภอวังยาง และเจ้าหน้าที่จากภาคเอกชน (Broker) ที่อนุเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการผลิตมันฝรั่งเพื่อการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2565. สภาพอากาศของประเทศไทย พ.ศ.2564. กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (ระบบข้อมูลออนไลน์), แหล่งข้อมูล <https://www.tmd.go.th/climate/climate.php?FileID=5> (3 มีนาคม 2565)
- กิตติศักดิ์ กิริยะอังกูระ สุรภี กิริยะอังกูระ และเยาวภา ตันติวานิช. 2559. GLIFT Kit เพื่อการตรวจสอบเชื้อ Potato Virus Y ในมันฝรั่ง. วารสารวิชาการเกษตร 24 (2) : 168-177.
- มริกา คันทา และ อภิรักษ์ หลักชัยกุล. 2557. คู่มือการปลูกมันฝรั่งสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ในการปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพมหานคร. 46 หน้า.

- ฐิตาภรณ์ เรืองกุล ธารทิพย์ ภาสบุตร อรทัย วงศ์เมธาคันตรสุดา เผือกใจแก้ว และอรอุมา เรืองวงศ์. 2563. การประเมินความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อรา *Phytophthora infestans* ในสภาพโรงเรือน. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 38(3): 28-31 (ระบบข้อมูลออนไลน์), แหล่งข้อมูล: <https://li01.tcithaijo.rg/index.php/MJUJN/article/download/245899/173161/906444> (1 ธันวาคม 2564)
- ธนรักษ์ เมฆขยาย. 2561. การบริหารจัดการความเสี่ยงในการผลิตมันฝรั่ง ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. วารสารศิลปศาสตร์มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 6(2): 17-31.
- นิพนธ์ ทวีชัย. 2561. ชูติวิชา 93257 ศัตรูพืชเบื้องต้นหน่วยที่ 13 การควบคุมและการจัดการโรคพืช. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี. 187 หน้า.
- นิพนธ์ ทวีชัย. 2553. โรคของแบคทีเรียของพืชและการจัดการ. โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 291 หน้า.
- วรลักษณ์ วงศ์วิวัฒน์. 2550. ประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตมันฝรั่งในระบบสัญญาผูกพันในภาคเหนือ ประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่. 185 หน้า (ระบบข้อมูลออนไลน์), แหล่งข้อมูล จากhttps://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/CMU.the.2007.613 (10 มีนาคม 2565)
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2565. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 210 หน้า.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4. 2564. การจัดการความรู้ การใช้ *Bacillus subtilis* เพื่อการผลิตพืช. เอกสารวิชาการ. กรมวิชาการ

- (ระบบข้อมูลออนไลน์), แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/showthread.php?tid=2459> (20 ธันวาคม 2564).
- อภิรักษ์ หลักชัยกุล. 2557. การปลูกมันฝรั่งฤดูแล้ง ปี 2556/57. รายงานผลการศึกษา. กลุ่มส่งเสริมพืชผักและเห็ด สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 150 หน้า
- อรรถัย วงศ์เมธา. 2560. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. เชียงใหม่. 65 หน้า.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2021. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021. (Online): Available Source: <https://doi.org/10.4060/cb4477en> (January 2, 2022)
- Hayward, A.C. 1964. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. Journal of Applied Bacteriology 27: 265- 277.
- Jaimasit, P. and W. Prakob. 2011. Characterization of *Phytophthora infestans* population in potato crops from Chiang Mai and Tak provinces. Journal of Agricultural Technology 7(2): 431-439.
- Kittipadakul, P., B. Jaipeng, A. Slater, W. Stevenson and S. Jansky. 2016. Potato production in Thailand. American Journal of Potato Research 93(4): 380–385.
- Muthoni, J., H. Shimelis and R. Melis. 2012. Management of Bacterial Wilt [*Rhizoctonia solanacearum* Yabuuchi et al., 1995] of Potatoes: Opportunity for Host Resistance in Kenya. Journal of Agricultural Science 4(9):64-78.
- Schaad, N.W., J.B. Jones and W. Chun. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 3rd ed. APS Press, Monnesota, USA. 398 p.
- Tsrar, L. 2010. Biology, epidemiology and management of *Rhizoctonia solani* on potato. Journal of Plant Pathology 10(158): 649-658.
- Unartngam, J., B. Srithongkum, W. Intanoo, P. Charoenrak and C. Chamswarn. 2020. Morphological and molecular based identification of Trichoderma CB-Pin-01 biological control agent of plant pathogenic fungi in Thailand. International Journal of Agricultural Technology 16(1): 175-188.

Genome-Wide Association Study (GWAS) Reveals an SNP Associated with Downy Mildew Resistance in Maize

Nay Nay Oo.¹, Vinitchan Ruanjaichon², Kularb Laosatit³, Theerayut Toojinda²
and Jintana Unartngam^{4*}

Received: October 11, 2022

Revised: January 9, 2023

Accepted: January 17, 2023

Abstract: Downy Mildew, caused by the fungus *Peronosclerospora* spp. is one of the most destructive diseases of maize and can cause severe damage in crops around the world, especially in tropical Asia. Host resistance is an effective mean of control DM and is reported to be controlled by many genes. Therefore, the identification of markers linked to the target quantitative trait loci (QTL) was required in a marker-assisted breeding program. In this study, Genome-Wide association study (GWAS) analysis using 262 maize inbred lines and 434,871 single nucleotide polymorphism (SNP) markers was performed to identify genomic regions and candidate genes associated with resistance to the DM. The result showed that one significant QTL was identified on chromosome 1 associated with the trait DM resistance, containing one candidate gene, Zm00001d029516, according to its function in plant protection mechanism. This QTL/SNP locus should be validated and will be useful for marker-assisted selection and for a better understanding of DM disease resistance in maize.

Keywords: *Peronosclerospora* spp, maize, quantitative trait loci (QTL), single nucleotide polymorphism (SNP)

¹ Doctor of Philosophy Program in Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

² National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC), 113 Thailand Science Park, Pahonyothin Road, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120, Thailand.

³ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

⁴ Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

*Corresponding author: agrjne@ku.ac.th

Introduction

Downy Mildew (DM), caused by the fungus *Peronosclerospora* spp. is one of the most important maize diseases and can cause severe damage in crops around the world, especially in tropical Asia (Kim *et al.*, 2020; Rashid *et al.*, 2018). In Asia, DM disease is caused by six pathogens, including sorghum DM, Philippine DM, Java DM, sugarcane DM, brown stripe DM, crazy top DM and Rajasthan DM (George *et al.*, 2003; Yen *et al.*, 2004). In Thailand, downy mildew has been found in several locations in maize growing areas and is caused by *P. maydis* (Java DM) (Janruang and Unartngam, 2018).

Downy mildew is very dangerous in tropical and subtropical lowland, midland, transitional and highland regions. The disease is mainly transmitted by oospores that survive in the soil, but it can also be transmitted from plant to plant by airborne conidia or by infected seed. It causes severe yield losses (up to 30% or more) in maize growing areas (Jeffers *et al.*, 2000). Severe economic yield losses due to the various DM pathogens have been reported from the Philippines, Taiwan, Indonesia, Thailand, India, Japan, Australia, Venezuela, North America, Europe, West Africa, and other parts of the world (George *et al.*, 2003; Jeffers *et al.*, 2000).

Among the available options to control DM diseases, use of resistant cultivars is the most practical and cost-effective approach to disease controls (Ward *et al.*, 1997). Therefore, the development and use of DM-resistant maize varieties is the most important way. However, breeding DM resistant lines using conventional method is challenging because accurate and efficient DM disease screening is limited to

favorable weather condition with high disease pressure (Jadhav *et al.*, 2019). This limits year-round selection of resistant genotypes through phenotypic screening. The use of markers linked to the target Quantitative Trait Loci (QTL) in a breeding program is a highly efficient and cost-effective tool to improve downy mildew disease resistance in maize. Therefore, the genomic regions or QTLs that contribute to resistance (DM) should be identified for direct use in the marker-assisted resistant breeding program. Many researchers investigated the inheritance of resistance to DM using QTL mapping and association mapping (Ashan *et al.*, 2020; Jadhav *et al.*, 2019; Jampatong *et al.*, 2013; Lohithaswa *et al.*, 2015; Rashid *et al.*, 2018) and suggested that resistance to disease DM is a complex trait and is controlled by polygenes in nature (Nair *et al.*, 2005; Nallathambi *et al.*, 2010). George *et al.* (2003) studied on QTL mapping of resistance to diverse DMs including *P. maydis* in Asia regions using recombinant inbred lines (RILs) derived from Ki3 (resistant) and CML139 (susceptible) and RFLP (restriction fragment length polymorphism) markers. They identified six genomic regions or QTLs on chromosomes 1, 2, 6, 7 and 10 and found the most significant QTL on chromosome 6 (6.05) conferring resistance to DM pathogens. Phumichai *et al.* (2012) also reported that three SSR markers (bnlg1057, bnlg1138 and umc1033) on chromosome 1, 3, and 9 were observed in association with 48 SSR markers and downy mildew resistance (DM) using a set of 60 public and private maize inbred lines in Thailand. They identified significant SSR marker umc1033 linked with DM resistance on chromosome 9 (bin 9.02).

GWAS is a powerful tool for identifying genomic loci associated with phenotypic traits, and the main advantages of association mapping are higher mapping resolution, shorter research time, and the ability to identify a larger number of favorable alleles responsible for the trait of interest (Elshire *et al.*, 2011; Ma *et al.*, 2019). However, there has been very limited information for GWAS analysis to identify the QTLs for DM disease including *P. maydis*. Therefore, the objective of this study was to identify the genomic regions and candidate genes associated with DM disease resistance in maize using SNPs markers in tropically adapted maize germplasm in Thailand.

Materials and Methods

1. Germplasm and Downy Mildew (DM) screening

In this study, a panel of 262 recombinant inbred lines was screened in the greenhouse with pots for the resistance against Suwan Farm isolate of DM disease by artificial inoculation. Of the 262 varieties, 71 sweet corn, 168 waxy corn and 23 field corn were included. One pot containing 5 plants was used as one replication for each variety. At 14 days after planting of the tested varieties, the DM disease leaves were collected from the infected fields and DM spores were obtained by washing the leaves. Experiments were laid out in a Randomized Complete Block Design with three replicates. Evaluation of DM was done according to Unartngam (2019). Broad-sense heritability was calculated according to the formula by Knapp *et al.*, (1985).

2. Maize array Genotyping and SNP calling

Genomic DNA was extracted using the magnetic bead method (Xin and Chen, 2012). Five plants per sample were pooled and used for DNA extraction. The pooled panel of 262 maize inbred lines was genotyped using the

Axiom™ maize 600 K genotyping array with 616,201 variants (Thermo Fisher Scientific). To determine the quality of the data, quality control (Q.C.) was performed with a call rate of 90% (517,293 SNPs) (Axiom genomic suit). Subsequently, SNP markers with more than 10% missing data, 20% heterozygosity, less than 5% minor allele frequency (MAF) were excluded from the dataset to obtain only bi-allelic sites (434,871 SNPs). These SNPs were used for GWAS analysis.

3. PCA, LD decay and population structure analysis

Principal component analysis (PCA) was also performed to determine the relationship between samples using the software TASSEL (Bradbury *et al.*, 2007), removing SNPs with minor allele frequencies (MAFs) of 5% and limiting the number of components to three. Linkage disequilibrium (LD) of all SNP pairs on each chromosome was determined using the PopLDdecay (<https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bty875>), with the following parameters: MAF>5%; Hardy–Weinberg P-value cut-off, 0; and percentage of genotyped lines >0.75. In addition, SNPs with high linkage disequilibrium (LD) were pruned using the in-depth-pairwise function implemented in PLINK (SNP window size: 50, shifted SNPs per step: 10, r^2 thresholds: 0.1) (Niu *et al.*, 2019) resulting in 160,991 SNP markers. This set of SNPs was used for population structure analysis using STRUCTURE (Evanno *et al.*, 2005).

4. Genome-wide association analysis and Candidate genes association analysis

A genome-wide association study (GWAS) was then performed using GAPIT (Genomic Association and Prediction Integrated Tool) (Lipka *et al.*, 2012) in R program (R Core Team, 2018). The p values of testing markers

and the associated markers are unified at each interaction (Liu *et al.*, 2016). The threshold for a significant association was set based on the Bonferroni correction level of P-value ($P < 1/n$; n = total markers used). To determine the amount of variance explained by each significant SNP, an analysis of variance was performed for each significant SNP and the ratio between mean square of each SNP by error mean square was used to represent the variance percentage explained (Rossi *et al.*, 2020). It was performed by single regression analysis in R program (R Core Team, 2018).

The available reference genome sequence of maize (B73) was used to identify candidate genes. SNP probe sequences of ~150 bp on Axiom® Maize 600K Genotyping Array (Thermo Fisher Scientific) were used as queries in a BLAST algorithm-based search against the reference genome sequence in MaizeGDB (<http://www.maizegdb.org/gbrowse>). The 200 bp source sequences of each

significant SNP were used for BLAST against the ZmB73_RefGen_v4 genome sequence in MaizeGDB (Portwood *et al.*, 2019). Within the local LD block of significant SNPs, the annotated genes that are likely involved in disease resistance were identified as the putative candidate genes.

Results

1. Phenotypic evaluation of DM disease

Phenotypes of the tested lines were evaluated against Suwan Farm isolate of DM disease. Significant phenotypic differences ($P \leq 0.01$) between the tested lines were observed in this experiment (Table 1), indicating high genetic variability in the collection of these inbred lines. The broad-sense heritability (H^2) for this experiment was 42.28 %. The percent disease index of the lines tested against Suwan Farm isolate ranged from 0-100%. The frequency distributions of the lines tested at DM for this isolate was shown in (Figure 1).

Table 1 Phenotypic variation for percent disease index (PDI) against Suwan Farm isolate of downy mildew disease on 262 recombinant inbred lines of maize.

Trait	Isolate	Mean	Min	Max	SD	CV%	H^2
DM	SW	44.06**	0	100	17.65	49.57	42.28%

DM: downy mildew; SW: Suwan Farm; Mean: average; Min: minimum; Max: maximum; SD: standard deviation; CV: coefficient of variation; H^2 : heritability; **significant difference at $p < 0.01$.

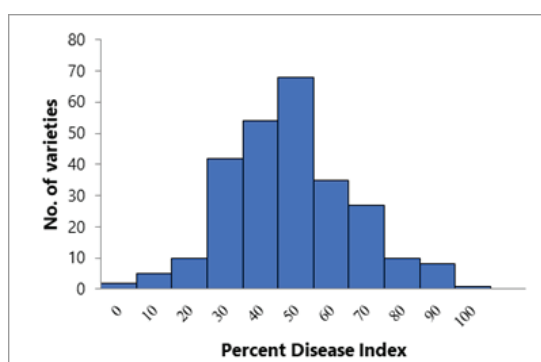


Figure 1 The frequency distribution of resistance to Suwan Farm isolate of downy mildew disease.

2. PCA and LD decay analysis

The genotype obtained from high-density maize SNP array was performed in a set of 262 maize lines to analyze a principle component analysis (PCA). Based on 434,871 SNP markers after filtering with the parameters mentioned in materials and methods, PCA (total PCs=3) of all the genotype data was performed using the software PLINK. PC1 and PC2 explained most of the variation (16.6% and 12.1%, respectively) and were selected for visualization (Figure 2a). Significant clusters were observed for corn

type as, sweet corn, waxy corn, and field corn (Figure 2b). The average heterozygosity of these varieties was 11.48 and ranged from 2.27 to 28.41. For LD decay analysis, all 434,871 filtered SNPs were used as input data for calculating the genome-wide LD in the associated panel. The total LD decay in the genome of the 262 maize associated panel was 206 Kb at a cut-off $r^2 = 0.1$, so a 200 kb region flanking the left and right sides of an SNP was defined as a QTL. At a cut-off of $r^2 = 0.2$, the mean length of LD decay rapidly decreased rapidly 48 kb (Figure 2c).

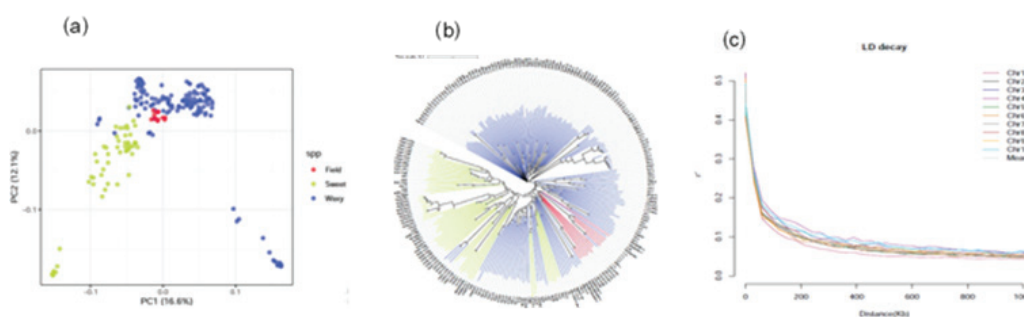


Figure 2 (a) Principle component analysis of 262 inbred lines of maize based on 434,871 SNP markers. (b) Clustering of 262 inbred lines based on 434,871 SNP markers. (c) LD, r^2 values against physical distance (Mb) between all SNP pairs on the same chromosome. The total LD decay across the genome of 262 maize associated panel using 434,871 SNP markers was 206 Kb at a cut-off $r^2 = 0.1$. At a cut-off of $r^2 = 0.2$, the mean length of the LD decay rapidly decreased to 48 kb.

3. GWAS Analysis for Marker Trait Associations

Association mapping was performed using fixed and random model Circulating Probability Unification (FarmCPU) method by integrating population structure and relatedness (kinship) within the tested panel, 434,871 SNPs with rare alleles (MAF < 5%) were excluded. Using the results presented in Manhattan plot and quantile-quantile (QQ) plot

(Figure 3), the significant SNPs were observed at Bonferroni correction of $P \leq 2.29 \times 10^{-6}$ ($P < 1/n$; n = total markers used). Using 434,871 SNPs markers, the most strongly associated SNP, AX-90669763 was identified on chromosome 1 with a P-value of 1.78×10^{-12} , and a MAF, 0.12 for DM resistance (Table 2). The phenotypic variance explained for this SNP was 4.9%.

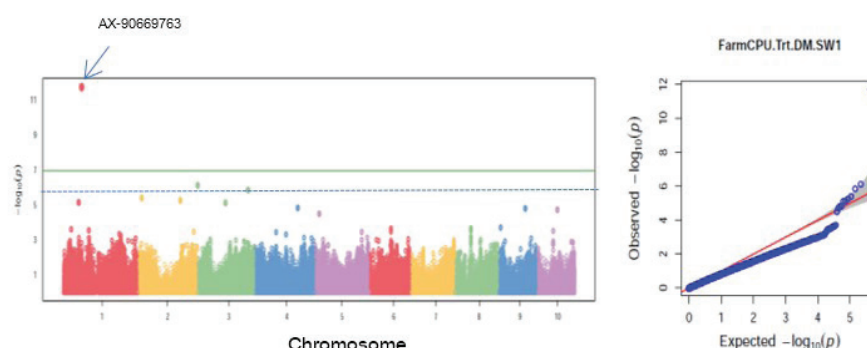


Figure 3 Manhattan plot and QQ plot resulting from the SNP-based GWAS for percent disease index (PDI) of downy mildew disease, Suwan Farm isolate. GWAS identified the significant highest SNPs markers that reached at the Bonferoni correction threshold of $P \leq 2.29 \times 10^{-6}$ (5.60) using the FarmCPU model. X axis indicates physically mapped chromosomes. Y axis indicates significance as calculated by $-\log_{10}(P)$.

Table 2 SNP associated with DM resistance across Suwan Farm isolate.

Trait	SNP	Position (V4)	SNP Name	Chr:	P-value	Allele	MAF	R ² (%)
SW	S1_74009842		AX-90669763	1	1.78×10^{-12}	A/G	0.123	4.90

DM: SW: Suwan Farm; SNP: Single nucleotide polymorphism; Chr: Chromosome; MAF: Minor allele frequency; R²: Phenotypic variance explained

4. Candidate genes analysis

Based on the annotation information of maize B73 reference genome_V4, the candidate genes for resistance DM were identified by searching the MaizeGDB (B73 RefGen_v4) and found that the significant SNP on the chromosome 1 was located on the gene, Zm00001d029516, encoding the protein function of probable galacturonosyl

transferase 11. Moreover, the allele effects of the significant SNP for the resistant trait DM in maize inbred lines were determined by boxplot analysis. For the QTL on chromosome 1, QTL1.1_AX-90669763_ position 74,009,842 (A/G, P-value= 1.78×10^{-12}), the average disease index for allele with A was 41.69%, significantly lower than allele with G (68.85%) ($p \leq 0.05$, Figure 4).

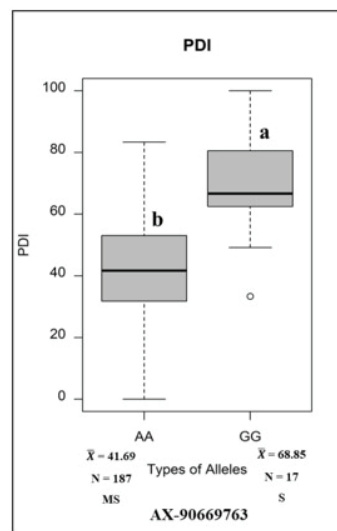


Figure 4 Allele effects of significant SNP for DM resistant trait in waxy maize, QTL1.1_AX-90669763_74009842 (A/G).

Discussion

Downy mildew of maize, caused by *Peronosclerospora* spp. is one of the most destructive diseases of this crop in tropical Asia (Yen *et al.*, 2004). The use of resistant varieties is an effective way to control DM disease, and many researchers reported that resistance of DM is controlled by polygenes (Ward *et al.*, 1997). In this study, the phenotypic responses of most inbred lines were susceptible to Suwan Farm isolate of DM disease. In addition, the broad-sense heritability estimate of this evaluated experiment was intermediate, at 42.28% (Table 1). Due to this level of heritability, a great effort must be made in a breeding program to accumulate a large number of resistance alleles in the germplasm (Brito *et al.*, 2001; Rey and Lúquez, 2009). However, because the probability of selecting superior genotypes (i.e. inbred lines) is low, marker assisted selection (MAS) offers a strategy that could increase selection alleles.

There was very little previous research that had performed GWAS analyses for DM disease resistance including *P. maydis*. However, QTL mapping for DM resistance was performed by many groups on different DMs, including *P. maydis*, in different germplasms and environments. Janruang (2020) examined the GWAS analysis between 64 maize inbred lines and 35,404 SNP markers and identified three SNP markers on chromosome 2, 5, and 9 at Bonferroni threshold level of 3.5 but did not identify the candidate genes. According to the previous results, QTLs related to resistance to multiple DM diseases have been identified on chromosome 1, 2, 3, 6, 7, 9, and 10 using different markers in QTL mapping (Agrama *et al.*, 1999; Ashan *et al.*, 2020; George *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2020; Phumichai *et al.*, 2012). In this study, only one significant SNP has been identified on chromosome 1 (bin 1.1) (Table 2, Figure 3) that is associated with DM disease resistance. Kim *et al.* (2020) investigated QTLs involved in resistance to *P. sorghi* (sorghum DM),

P. maydis (Java DM), and *Sclerophthora macrospora* (crazy top DM) using a recombinant inbred line (RIL) from a cross between B73 (susceptible) and Ki11 (resistant) and 234 sequence repeat (SSR) and restriction fragment length polymorphism (RFLP) markers. They identified seven QTLs with the phenotypic variation explained (PVE) of 0.47-12.47% on chromosome 2, 3, 6 and 9 and sixty-two candidate genes were detected. Ashan *et al.* (2020) observed seven QTLs controlling DM resistance genes on chromosome 1, 5, 6, and 10 in the whole genome map of F3 population by using 28 SSR markers with the PVE values ranged from 43.35 to 53.71%. Phumichai *et al.* (2012) also reported that three SSR markers (bnlg1057, bnlg1138 and umc1033) on chromosome 1, 3, and 9 were observed in association with 48 SSR markers and downy mildew resistance (DM) using a set of 60 public and private maize inbred lines in Thailand. Other studies have reported QTLs for resistance to *P. sorghi* (SDM) on chromosomes 2, 3, 4, 5, 6, 8 and 9 (Jadhav *et al.*, 2019; Jampatong *et al.*, 2013; Lohithaswa *et al.*, 2015; Nair *et al.*, 2005; Rashid *et al.*, 2018; Sabry *et al.*, 2006). In this study, the PVE of the significant SNP was very low, 4.9% (Table 2). Some researchers reported that the low PVE% indicated that MAS alone is not recommended for a breeding program (Knapp, 1998; Mohan *et al.*, 1997). The best scheme should be used the combination of MAS with conventional selection methods (i.e: repeated selection) (Brito *et al.*, 2001). Moreover, the most important genomic region for DM resistance including *P. maydis* was found on chromosome 2 (bin 2.01) (Kim *et al.*, 2020), 6 (bin 6.05) (George *et al.*, 2003) and 9 (bin 9.02)

(Phumichai *et al.*, 2012). Therefore, the significant association identified in this study seem to be novel and was not found in the previous QTL mapping studies on DM resistance including *P. maydis* (Table 2).

In addition, one candidate gene, Zm00001d029516, associated with disease resistance was identified at the associated locus on chromosome 1 (Table 3). This functional gene was associated with protein function of probable galacturonosyltransferase 11 (GAUT 11). GAUT11 play important roles in plant growth and development (Guo *et al.*, 2021).

Conclusion

Based on this GWAS study, one significant QTL on chromosome 1 was identified to be associated with resistance of DM. Following the QTL region, only one candidate gene, Zm00001d029516, was identified based on its protein function that play important role in plant growth and development. In addition, the allelic composition of the QTL/SNP loci, AX-90669763 on chromosome 1, differed when comparing the allelic composition of the first five resistant lines with that of susceptible waxy maize, indicating its usefulness in pyramiding quantitative resistance to DM disease.

Acknowledgements

This research was funded by the Innovation for Sustainable Agriculture (ISA) Program, the National Science and Technology Development Agency (NSTDA), grant number P-17-52167, and the Thailand Graduate Institute of Science and Technology (TGIST), National Science and Technology Development Agency (NSTDA), grant number TG-BT-KU-62-002D.

The authors would like to thank the Chai Nat Field Crops Research Center and Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, for maize material support, and they also thank the National Science and Technology Development Agency (NSTDA), for bioinformatics support.

References

- Agrama, H., M. Moussa, M. Naser, M. Tarek and A. Ibrahim. 1999. Mapping of QTL for downy mildew resistance in maize. *Theoretical Applied Genetics* 99(3): 519-523.
- Ashan, M. D., M. Miftahudin, R. Reflinur, M. B. Pabendo, S. B. Santoso and A. Salim. 2020. QTL Mapping linked to downy mildew resistance genes in maize (*Zea mays*). *Biodiversity Journal* 21(8):3735-3743
- Bradbury, P. J., Z. Zhang, D. E. Kroon, T. M. Casstevens, Y. Ramdoss and E. S. Buckler. 2007. TASSEL: software for association mapping of complex traits in diverse samples. *Bioinformatics* 23(19): 2633-2635. doi:10.1093/bioinformatics/btm308.
- Brito, D. P., D. Jeffers, D. G. de León, M. Khairallah, M. C. Cruz, G. V. Cardelas, S. A. Rivero and G. Srinivasan. 2001. Cartografía de QTL de la resistencia a la pudrición de la mazorca (*Fusarium moniliforme*) en maíz de Valles Altos, México. *Agrociencia* 35(2): 181-196.
- Elshire, R. J., J. C. Glaubitz, Q. Sun, J. A. Poland, K. Kawamoto, E. S. Buckler and S. E. Mitchell. 2011. A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. *PLOS one* 6(5): e19379.
- Evanno, G., S. Regnaut and J. Goudet. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular ecology* 14(8): 2611-2620.
- George, M., B. Prasanna, R. Rathore, T. Setty, F. Kasim, M. Azrai, S. Vasal, O. Balla, D. Hautea and A. Canama. 2003. Identification of QTLs conferring resistance to downy mildews of maize in Asia. *Theoretical Applied Genetics* 107(3): 544-551.
- Guo, H., C. Xiao, Q. Liu, R. Li, Z. Yan, X. Yao and H. Hu. 2021. Two galacturonosyl transferases function in plant growth, stomatal development and dynamics. *Plant Physiology* 187(4): 2820-2836.
- Jadhav, K., N. Senthil, P. Tamilarasi, K. Ganesan, V. Paranidharan, M. Raveendran and J. Ramalingam. 2019. QTL mapping for sorghum downy mildew disease resistance in maize (*Zea mays* L.) in recombinant inbred line population of UMI79 X UMI936 (w). *Current Plant Biology* 20: 100124.
- Jompatong, C., S. Jompatong, C. Jompuk, T. Sreewongchai, P. Grudloyma, C. Balla and N. Prodmatee. 2013. Mapping of QTL affecting resistance against sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) in maize (*Zea mays* L.). *Maydica* 58(2): 119-126.
- Janruang, P. 2020. Morphology, Pathogenicity and Phylogeny of Corn Downy Mildew Fungi in Thailand. PhD Thesis, Kasetsart University, Thailand: 260 p.
- Janruang, P. and J. Unartngam. 2018. Morphological and molecular based

- identification of corn downy mildew distributed in Thailand. *International Journal of Agricultural Technology* 14(6): 845-860.
- Jeffers, D., H. Cordova, S. Vasal, G. Srinivasan, D. Beck and M. Barandiaran. 2000. Status in breeding for resistance to maize diseases at CIMMYT. Paper presented at the Proc. 7th Asian Regional Maize Workshop. PCARRD, Los Baos, Philippines.
- Kim, H. C., K. H. Kim, K. Song, J. Y. Kim and B. M. Lee. 2020. Identification and validation of candidate genes conferring resistance to downy mildew in maize (*Zea mays* L.). *Genes* 11(2): 191.
- Knapp, S. J. 1998. Marker-assisted selection as a strategy for increasing the probability of selecting superior genotypes. *Crop Science* 38(5): 1164-1174.
- Knapp, S., W. Stroup and W. Ross. 1985. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis 1. *Crop Science* 25(1): 192-194.
- Lipka, A. E., F. Tian, Q. Wang, J. Peiffer, M. Li, P. J. Bradbury, M. A. Gore, E. S. Buckler and Z. Zhang. 2012. GAPIT: genome association and prediction integrated tool. *Bioinformatics* 28(18): 2397-2399.
- Liu, X., M. Huang, B. Fan, E. S. Buckler and Z. Zhang. 2016. Iterative Usage of Fixed and Random Effect Models for Powerful and Efficient Genome-Wide Association Studies. *PLOS Genetics* 12(2): e1005767. doi:10.1371/journal.pgen.1005767
- Lohithaswa, H., K. Jyothi, K. S. Kumar and S. Hittalmani. 2015. Identification and introgression of QTLs implicated in resistance to sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi* (Weston and Uppal) CG Shaw) in maize through marker-assisted selection. *Journal of Genetics* 94(4): 741-748.
- Ma, X., F. Feng, Y. Zhang, I. E. Elesawi, K. Xu, T. Li, H. Mei, H. Liu, N. Gao and C. Chen. 2019. A novel rice grain size gene OsSNB was identified by genome-wide association study in natural population. *PLOS Genetics* 15(5): e1008191.
- Mohan, M., S. Nair, A. Bhagwat, T. Krishna, M. Yano, C. Bhatia and T. Sasaki. 1997. Genome mapping, molecular markers and marker-assisted selection in crop plants. *Molecular Breeding* 3(2): 87-103.
- Nair, S. K., B. M. Prasanna, A. Garg, R. Rathore, T. Setty and N. Singh. 2005. Identification and validation of QTLs conferring resistance to sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) and Rajasthan downy mildew (*P. heteropogoni*) in maize. *Theoretical Applied Genetics* 110(8): 1384-1392.
- Nallathambi, P., K. M. Sundaram and S. Arumugachamy. 2010. Inheritance of resistance to sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) in maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Agriculture, Environment Biotechnology* 3(3): 285-293.
- Niu, S., Q. Song, H. Koiwa, D. Qiao, D. Zhao, Z. Chen, X. Liu and X. Wen. 2019. Genetic diversity, linkage disequilibrium, and population structure analysis

- of the tea plant (*Camellia sinensis*) from an origin center, Guizhou plateau, using genome-wide SNPs developed by genotyping-by-sequencing. *BMC Plant Biology* 19(1): 328. doi:10.1186/s12870-019-1917-5
- Phumichai, C., J. Chunwongse, S. Jampatong, P. Grudloyma, T. Pulam, W. Doungchan, A. Wongkaew and N. Kongsiri. 2012. Detection and integration of gene mapping of downy mildew resistance in maize inbred lines through linkage and association. *Euphytica* 187(3): 369-379.
- Portwood, J. L., M. R. Woodhouse, E. K. Cannon, J. M. Gardiner, L. C. Harper, M. L. Schaeffer, J. R. Walsh, T. Z. Sen, K. T. Cho and D. A. Schott. 2019. MaizeGDB 2018: the maize multi-genome genetics and genomics database. *Nucleic acids research* 47(D1): D1146-D1154.
- R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. *In*: R foundation for statistical computing Vienna, Austria.
- Rashid, Z., P. K. Singh, H. Vemuri, P. H. Zaidi, B. M. Prasanna and S. K. Nair. 2018. Genome-wide association study in Asia-adapted tropical maize reveals novel and explored genomic regions for sorghum downy mildew resistance. *Scientific reports* 8(1): 1-12.
- Rey, J. I., J. Ceron, and J. Lúquez. (2009). Identification of quantitative trait loci for resistant to maize ear rot caused by *Fusarium moniliforme* Sheldon and common rust caused by *Puccinia sorghi* in Argentinian maize germplasm. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 108(1):1-8.
- Rossi, E. S., M. C. Kuki, R. J. Pinto, C. A. Scapim, M. V. Faria and N. De Leon. 2020. Genomic-wide association study for white spot resistance in a tropical maize germplasm. *Euphytica* 216(1): 1-15.
- Sabry, A., D. Jeffers, S. Vasal, R. Frederiksen and C. Magill. 2006. A region of maize chromosome 2 affects response to downy mildew pathogens. *Theoretical Applied Genetics* 113(2): 321-330.
- Unartngam, J. 2019. Inoculation techniques of plant pathogens to evaluate plant resistance (in Thai). *The Thai Phytopathological Society*: 104-114.
- Ward, J., M. Laing and A. Cairns. 1997. Management practices to reduce gray leaf spot of maize. *Crop Science* 37(4): 1257-1262.
- Xin, Z. and J. Chen. 2012. A high throughput DNA extraction method with high yield and quality. *Plant Methods* 8(1): 26. doi:10.1186/1746-4811-8-26
- Yen, T. T. O., B. Prasanna, T. Setty and R. Rathore. 2004. Genetic variability for resistance to sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) and Rajasthan downy mildew (*P. heteropogoni*) in the tropical/sub-tropical Asian maize germplasm. *Euphytica* 138(1): 23-31.

ผลของการฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิวประเภทเวตโคตติงซิลิโคนและสารลดแรงตึงผิว
ประเภท N70 ต่อประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยทางใบของฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณ
The Effect of Spraying with Wet-coating Silicone Surfactants and N70 Surfactants on
Foliar Fertilization Efficacy of Wan Pirun Guava Cultivar

ธรรมธวัช แสงงาม^{1*} ไยไหม ช่วยหนู¹ อานัติ เสงเจริญ² ศิริสุดา บุตรเพชร² และ
ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย²

Thamthawat Saengngam^{1*}, Yaimai Chuaynoo¹, Anut Hengcharoen², Sirisuda Bootpetch² and
Tawatchai Inboonchuay²

Received: September 15, 2022

Revised: December 21, 2022

Accepted: December 21, 2022

Abstract: The aim of this research was to study the efficacy of surfactants, wet-coated silicone (S1) and N70 (S2), applied along with foliar fertilizer to Wan Pirun guava cultivar. The experiment was arranged in completely randomized design (CRD) with 3 replications. The results showed that surface tension of S1 was lower than that of S2 (51.08 dyne/cm and 68.39 dyne/cm, respectively), which reflected the good range of efficiency in capturing on the leaf surfaces. Droplet characteristics on the leaf surface of each plant demonstrated that the S1 spreading on leaves covered larger area than those of water and S2. The application of foliar fertilizer with wetting silicone surfactant on guava leaves gave the highest concentration of calcium in guava leaves (20,709 mg/kg).

Keywords: surfactant, foliar spray, guava

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิวร่วมกับการให้ปุ๋ยทางใบของฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณ โดยทำการทดสอบสารลดแรงตึงผิว 2 ชนิด คือ สารลดแรงตึงผิวประเภทเวตโคตติงซิลิโคน (S1) และสารลดแรงตึงผิวประเภท N70 (S2) วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ จากผลการทดลองพบว่า สารลดแรงตึงผิว S1 มีค่าแรงตึงผิว 51.08 ดายน์ต่อเซนติเมตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่าสารลดแรงตึงผิว S2 มีค่า 68.39 ดายน์ต่อเซนติเมตร แสดงถึงประสิทธิภาพในการจับผิวใบได้ดี ส่วนลักษณะของหยดที่เกิดบนผิวใบพืชแต่ละชนิด พบว่า สารลดแรงตึงผิว S1 มีการแผ่กระจายตัวให้พื้นที่ที่มากกว่าน้ำและสารลดแรงตึงผิว S2 และในการการฉีดพ่นปุ๋ยแคลเซียมไนเตรดทางใบร่วมกับสารลดแรงตึงผิวในใบฝรั่งพบว่า ใบฝรั่งที่ฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน ให้การสะสมแคลเซียมสูงที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 20,709 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ: สารลดแรงตึงผิว การให้ปุ๋ยทางใบ ฝรั่ง

¹ ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

² ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

*Corresponding author: fagrtws@ku.ac.th

คำนำ

ปัจจุบันการให้ปุ๋ยทางใบเป็นวิธีการให้ปุ๋ยกับพืชที่ช่วยให้ผลผลิตมีคุณภาพและปริมาณสูงขึ้น และยังส่งเสริมร่วมกับการใช้ธาตุอาหารทางดินด้วย แต่ปุ๋ยทางใบนั้นจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ต้องใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิว หรือสารจับใบ (Swietlik and Faust, 1984)

สารลดแรงตึงผิว (surfactant) เป็นสารประกอบที่ทำให้แรงตึงผิวของของเหลวลดลง ช่วยให้การกระจายตัวของของเหลวดีขึ้น และช่วยลดแรงตึงผิวระหว่างของเหลวสองชนิด ของเหลวกับก๊าซ หรือของเหลวกับของแข็ง จึงมีสมบัติในการลดแรงตึงผิวทั้งระหว่างน้ำ/อากาศ หรือน้ำ/น้ำมัน โครงสร้างทางกายภาพ และเคมีที่ประกอบด้วย glycolipids, lipopeptides, neutral lipids, phospholipids, fatty acids, และ polymeric compounds ทำให้มีสมบัติแตกต่างและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น เป็นสารซักฟอก (detergent) สารทำให้เกิดการคงตัว หรืออิมัลชัน (emulsification) การเกิดฟอง (foaming) การกระจาย (dispersion) การเกิดสภาวะเปียกหรือหยดน้ำ (wetting) การซึมผ่านได้ง่าย (penetrating) การเคลือบคลุมพื้นผิว (thickening) มีการประยุกต์ใช้สารลดแรงตึงผิวหรือสารจับใบอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ควบคุมโรคพืช ควบคุมแมลงและศัตรูพืช ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเกษตร ซึ่งสารลดแรงตึงผิวที่มีประสิทธิภาพสามารถนำมาใช้เป็นสารเพิ่มการละลาย หรือตัวทำละลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นยังถูกนำมาใช้เพื่อเป็นสารเสริมฤทธิ์ทางการเกษตร (adjuvant) ร่วมกับผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพิ่มประสิทธิภาพ และเป็นที่ยอมรับแล้วว่าสารลดแรงตึงผิวสามารถเพิ่มระยะเวลาการคงอยู่ของสารกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรบนผิวใบพืชได้ยาวนาน และช่วยป้องกันแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ประดับ และ วรณนัชชัย, 2563)

สารลดแรงตึงผิวแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) สารจับผิวแบบแอนไอออน (anionic

surfactants) มีส่วนที่แตกที่ฟตอพื้นผิวของโมเลกุลเป็นแอนไอออนกลุ่ม N70 ได้แก่ โซเดียมลาริลหรือโดเดซิลซัลเฟต ใช้กันทั่วไปคือสบู่ ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวหรือน้ำมันปาล์มกับเกลือโซเดียม 2) สารจับผิวแบบแคตไอออน (cationic surfactants) มีส่วนที่แตกที่ฟตอพื้นผิวของโมเลกุลเป็นแคตไอออน ได้แก่ โดเดซิลแอมโมเนียมคลอไรด์ 3) สารจับผิวแบบ 2 ไอออน (amphoteric surfactants) สารในประเภทนี้มีหมู่ที่เป็นไอออนอยู่ 2 แบบคือ แอนไอออนและแคตไอออน สารจึงสามารถแสดงออกทั้งแอนไอออน แคตไอออน หรือไม่มีสภาพไอออน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพีเอชของสารละลาย ได้แก่ N-dodecyl-N,N-dimethyl betaine $[C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2CH_2COO^-]$ และ 4) สารจับผิวแบบไร้สภาพไอออน (nonionic surfactants) มีลักษณะพิเศษคือส่วนที่แตกที่ฟตอพื้นผิวของสารในประเภทนี้ไม่มีประจุ แต่มีไฮพอลิออกซีเอทิลีนเป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งสารกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน ได้แก่ โดเดซิลพอลิออกซีเอทิลีนอีเทอร์ จัดอยู่ในประเภทนี้ด้วย (ยงยุทธ, 2546) ซึ่งในปัจจุบันสารจับใบทางการเกษตรที่นิยมใช้ในประเทศไทยคือสารลดแรงตึงผิวในกลุ่ม N70 และกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน (สุรัสวดี, 2563)

สารลดแรงตึงผิวกลุ่ม N 70 ส่วนใหญ่เป็นพวกซัลเฟต (Sulphate, R-OSO₃) มีไอออนคู่ประจุ (counter ion) ซึ่งส่งเสริมการละลายน้ำของสารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวประจุลบจัดเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ละลายน้ำได้ดี ให้ฟองมาก แต่ทำงานไม่ดีในน้ำกระด้าง หรือระบบที่มีความแปรปรวนของพีเอช (pH) สูง เป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีการใช้งานมากที่สุดหรือถ้าเทียบเป็นสัดส่วนเกือบร้อยละ 50 ของตลาดโลก เนื่องจากผลิตได้ง่าย มีต้นทุนในการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับการผลิตสารลดแรงตึงผิวชนิดอื่น

สารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน ส่วนใหญ่เป็นพอลิเมอร์ของไดเมทิลซิลอกเซน (Dimethylsiloxane) เป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีโครงสร้างเป็นองค์ประกอบที่ราคาแพงเมื่อเทียบกับชนิดที่มีองค์ประกอบเป็นสารไฮโดรคาร์บอนทั่วไป

มีสมบัติลดแรงตึงผิวได้ดีโดยเฉพาะในตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอน และให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารลดแรงตึงผิวที่มีองค์ประกอบเป็นฟลูออโรคาร์บอน (สุรัสวดี, 2563)

ธีรศักดิ์ และคณะ (2557) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaladulesis* Dehnh) ต่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 จากการทดลองพบว่า สารสกัดจากใบยูคาลิปตัสสดที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 4 กรัมต่อลิตร มีผลทำให้เพลี้ยแป้งตาย 50% และการฉีดพ่นสารสกัดจากใบยูคาลิปตัสสด+ สารลดแรงตึงผิว White Oil (4 กรัม+2.5 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1 ลิตร) เปรียบเทียบกับการใช้สารสกัดจากใบยูคาลิปตัสสด ที่อัตรา 4 กรัมอย่างเดียว สามารถลดจำนวนประชากรเพลี้ยแป้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากจำนวนเริ่มต้นมากกว่า 500 ตัว/ต้น ลดลงเหลือจำนวนประชากรเพลี้ยแป้งเท่ากับ 31.38 และ 113.13 ตัว/ต้น ตามลำดับ นอกจากนั้น Howard and Gwathmey (2008) ศึกษาอิทธิพลของสารลดแรงตึงผิวต่อการดูดใช้โพแทสเซียมและการตอบสนองต่อผลผลิตของฝ้าย โดยทำการฉีดพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมในเทรตร่วมกับสารลดแรงตึงผิวที่ผสมกันระหว่าง Penetrator Plus® กับ X-77® พบว่าปริมาณโพแทสเซียมในใบและก้านใบของฝ้ายเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่มีการใช้สารลดแรงตึงผิว

การให้ปุ๋ยทางใบเป็นวิธีการให้ปุ๋ยกับพืชที่ได้ผลดีและเห็นผลที่รวดเร็วอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นอย่างเพียงพอและครบถ้วนสมบูรณ์ ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพและปริมาณสูงขึ้น และยังช่วยเสริมการให้ธาตุอาหารทางดิน ในดินที่มีปัญหาการขาดแคลนธาตุอาหารจนไม่เพียงพอต่อพืชหรือในดินที่เกิดภาวะไม่สมดุลกันของธาตุอาหารในดิน แต่การให้ปุ๋ยทางใบนั้นจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั้นต้องใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิว (surfactant) หรือสารจับใบ ซึ่งเป็นสารประกอบที่ทำให้แรงตึงผิวของเหลวลดลง ช่วยให้การกระจายตัวของเหลวดีและเพิ่มการซึมผ่านของขนาดเล็กได้ดีขึ้น ในทางการ

เกษตรนั้นมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ควบคุมโรคพืช ควบคุมแมลงและศัตรู และปุ๋ย ซึ่งสารลดแรงตึงผิวที่มีประสิทธิภาพสามารถนำมาใช้เป็นสารเพิ่มการละลาย หรือตัวทำละลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ยงยุทธ, 2549) จากการศึกษาของ William *et al.* (1996) พบว่าสารลดแรงตึงผิวส่งผลต่อการดูดซึมแคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวของแอปเปิ้ล พันธุ์ Golden Delicious ซึ่งใช้สารลดแรงตึงผิวในกลุ่ม nonionic ได้แก่สาร Brij 30 Tween 20 Tween 80 Tergitol 15-S-9 และ Triton X-100 ในการชุบผลแอปเปิ้ลก่อนการให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ภายใต้แรงดันเพื่อให้แคลเซียมซึมเข้าสู่ผลแอปเปิ้ล และเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่า การปรับสภาพเบื้องต้นด้วย Triton X-100 ก่อนการแทรกซึมของแคลเซียมคลอไรด์ ส่งผลให้เนื้อมีความเข้มข้นของแคลเซียม 1,655 ไมโครกรัม ต่อกรัม ซึ่งสูงกว่าตำรับควบคุม (ความเข้มข้นของแคลเซียมในเนื้อผล 679 ไมโครกรัม ต่อกรัม) และช่วยให้เนื้อผลของแอปเปิ้ลมีความแน่นเนื้อมากขึ้น วาสนา (2553) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ และความสามารถในการเคลื่อนย้ายธาตุเหล็กในรูปคีเลตกรดอะมิโนของพริก การทดลองนี้ได้ให้ธาตุเหล็กในรูปเกลือ (FeSO_4) คีเลตสังเคราะห์ (Fe-EDTA) และคีเลตกรดอะมิโน (Ferrous bisglycinate) พบว่าการให้ปุ๋ยทางใบในรูปคีเลตกรดอะมิโน พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้ดี ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริก จึงทำการศึกษาความเข้มข้นและความถี่ที่เหมาะสมของการให้ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุทางใบในรูปคีเลตกรดอะมิโนต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพริก อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ยทางใบในรูปคีเลตกรดอะมิโนช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นกว่าไม่ใช้ปุ๋ยอารีร์ตัน และคณะ (2555) ได้ศึกษาผลของการให้ปุ๋ยทางใบต่อการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศโดยให้ปุ๋ยอะมิโนคีเลตทางใบ 2 สูตร คือ FCB และ FZP ผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยแก่มะเขือเทศลูกผสมมีแนวโน้มการตอบสนองและให้ผลผลิตที่ดีกว่า

ตำรับควบคุม และพบว่าจำนวนผลที่เป็นกันเน่าของประเภทที่ได้รับปุ๋ยอะมิโนคีเลตทางใบมีปริมาณลดลง ส่วนคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในด้านความงอกที่เพาะในห้องปฏิบัติการ และสภาพเรือนทดลอง การให้ปุ๋ยทางใบมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นพืชและในเมล็ดพันธุ์ พบว่าธาตุอาหารส่วนใหญ่สะสมอยู่ในต้น และใบพืชมีธาตุอาหารไปสะสมเล็กน้อยโดยเฉพาะ แคลเซียม และโบรอน อีกทั้งยังพบว่า การให้ปุ๋ยอะมิโนคีเลตทางใบทั้ง 2 สูตร มีความสัมพันธ์ด้านบวกกับน้ำหนักเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะธาตุ Cu, B และ Fe และความงอกที่เพาะในห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง เมื่อมีการให้ธาตุอาหารคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ พบว่าปริมาณการเกิดโรคกันเน่าของผลมะเขือเทศลดลงเมื่อได้รับปุ๋ยทางใบ โดยเฉพาะ

ธาตุ P, K, Mn, Cu, Zn และ B

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแรงตึงผิวของหยดสารละลายและลักษณะของหยดสารละลายที่ผสมสารเวตโคตติงซิลิโคน หรือสารประเภท N70 และประสิทธิภาพของสารทั้งสองนี้เมื่อใช้ร่วมกับการให้ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรตทางใบของฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณ โดยการทดลองนี้ใช้ธาตุแคลเซียมเพื่อศึกษาผลของสารลดแรงตึงผิว เนื่องจากเป็นธาตุที่มีการเคลื่อนที่ในโฟเอดมา จึงมีการเคลื่อนที่ออกจากใบพืชน้อย (ยงยุทธ, 2546) ทำให้สามารถศึกษาการสะสมธาตุอาหารในใบของฝรั่งอย่างเหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สารลดแรงตึงผิวประเภทเวตโคตติงซิลิโคน (Ethoxy polydimethylsiloxane) และสารลดแรงตึงผิวประเภท N70 (Sodium lauryl ether sulfate) (Figure 1)

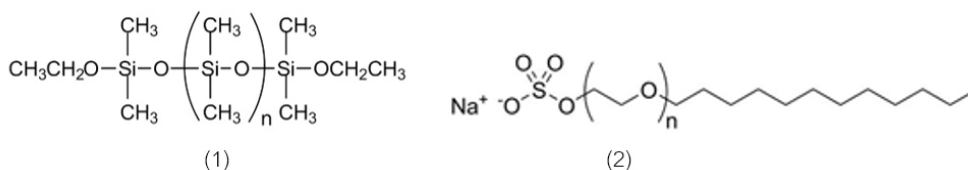


Figure 1 Chemical element of Ethoxy polydimethylsiloxane (1) and Sodium lauryl ether sulfate (2).

2. ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) สูตร 15-0-0

3. ฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณ

โดยทำการวิจัยที่แปลงทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน แบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

ทดสอบแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวโดยวิธี Drop weight derivation

การเตรียมสารละลาย 2 ชนิดคือ สารลดแรงตึงผิวประเภทเวตโคตติงซิลิโคน (S1) และสารลดแรงตึงผิวประเภท N70 (S2) ซึ่งในการทดลองนี้ใช้สารลดแรงตึงผิวโดยตรง และเจาะจาง 1,000 เท่า แล้วจึงนำสารละลายที่เตรียมใส่ลงในใบเปิด ปล่อยสารละลาย

ที่เตรียมไว้ออกจากใบเปิดจำนวน 50 หยด หลังจากนั้นนำสารละลายไปชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูลและนำไปคำนวณเพื่อหาค่าแรงตึงผิว (ดายนต์ต่อเซนติเมตร) และคำนวณหาค่าแรงตึงผิว Surface tension โดยใช้สมการที่ 1 คำนวณ (Chinmaya, 2020) และทดสอบเอทานอลความบริสุทธิ์ที่ 95 % เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

$$\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{W_1}{W_2} \dots\dots\dots (1)$$

Y_1 = ค่าแรงตึงผิวของสารละลาย

Y_2 = ค่าแรงตึงผิวของน้ำ (72 ดายนต์ต่อเซนติเมตร)

W_1 = น้ำหนักของสารละลาย 50 หยด

W_2 = น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำ 50 หยด

การทดสอบลักษณะของหยดที่เกิดบนผิวใบของ สารลดแรงตึงผิวในพืชแต่ละชนิด

เตรียมสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในการทดสอบ และเตรียมใบพืช 7 ชนิดได้แก่ใบขนุน ใบคะน้า ใบฝรั่ง ใบส้มโอ ใบแก้วใบมะเขือเปราะ และใบข้าวโพด อายุใบสภาพที่เก็บมาทดลองคือใบแท้ที่สมบูรณ์ใบที่ 5 นับจากยอดลงมา โดยนำสารลดแรงตึงผิวมาหยดลงในปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนใบพืชที่เตรียมไว้ 3 จุด และคำนวณหาพื้นที่หยดน้ำที่แผ่กระจายบนใบพืช จากนั้นวัดพื้นที่การแผ่กระจายตัวของหยดน้ำบนใบพืชแต่ละชนิดด้วย Microscope Micrometer Calibration Ruler (ตารางเซนติเมตร) และทำการคำนวณหาพื้นที่หยดน้ำโดยการเทียบบัญญัติตาราง 1 ตารางเซนติเมตร = 100 จุด

การทดสอบประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยร่วมกับสาร ลดแรงตึงผิวต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ใบฝรั่ง

เตรียมฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณเป็นพืชทดสอบ ต้นฝรั่งที่ทดลองมีอายุ 2 ปี 6 เดือน ในแปลงทดลอง โดยฝรั่งอยู่ในระยะก่อนออกดอก โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) 3 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น ซึ่งตำรับการทดลอง แสดงดัง (Table 1) จัดประเภท treatment และทำสัญลักษณ์ที่ต้นฝรั่ง หลังจากนั้นคลุมถุงพลาสติกในต้นที่ฉีดพ่นสารแคลเซียมไนเตรต โดยนำถุงดำคลุมโคนต้นฝรั่ง ขณะฉีดเพื่อไม่ให้ราก

พืชดูดซึมสารแคลเซียมไนเตรต ดำเนินการฉีดพ่นสารแคลเซียมไนเตรตร่วมกับสารลดแรงตึงผิว S1 และ S2 ที่ใบฝรั่ง ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม แคลเซียมต่อลิตร โดยฉีดพ่น 1 ลิตรต่อต้น ทั้งด้านบนและด้านล่างของใบ โดยฝรั่งทุกต้นจะได้รับปริมาณน้ำและปุ๋ยเคมีเท่ากัน เมื่อทำการฉีดพ่นปุ๋ยแล้วทำการเก็บตัวอย่างใบที่ 1 3 5 และ 7 วันเพื่อทดสอบความเข้มข้นของแคลเซียมในใบ เพื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ไม่มีการฉีดพ่นปุ๋ย โดยเก็บตัวอย่างใบฝรั่งจำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 3 ใบโดยเริ่มเก็บใบที่ 5 นับจากยอดกิ่ง (ใบเพสลาด) จากนั้นทำการล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์และล้างตามด้วยน้ำกลั่น จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างพืชที่อบแห้งมาบดให้ละเอียดนำไปย่อยสลายโดยวิธี wet ashing (Jones *et al.*, 1991) ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร ทำการย่อยด้วยกรดไนตริกเปอร์คลอริก และนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของแคลเซียมทั้งหมดด้วย atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลจากผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) หากพบความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

Table 1 Treatments and explanation.

Treatments	Description
T1	Calcium Nitrate + water for spraying
T2	Calcium Nitrate + water + wet-coated silicone surfactants for spraying
T3	Calcium Nitrate + water + N70 surfactants for spraying

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิว โดยวิธี Drop weight derivation

จากการทดลองศึกษาทดสอบแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวโดยวิธี Drop weight derivation (Table 2) พบว่า ก่อนทำการทดลองได้ทำการทดสอบวิธีการโดยการวัดค่าแรงตึงผิวของเอทานอล พบว่าค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันเมื่อเทียบกับค่าแรงตึงผิวของเอทานอลมาตรฐาน คือ 21.65 ดายน์ต่อเซนติเมตร ซึ่งค่าจริงเท่ากับ 21.55 ดายน์ต่อเซนติเมตร ค่าแรง

ตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวทั้งสองชนิด ก่อนและหลังเจือจาง พบว่าสารลดแรงตึงผิว S1 ให้ค่าแรงตึงผิวต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 21.07 และ 51.08 ดายน์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับและในสารลดแรงตึงผิว S2 ให้ค่าแรงตึงผิว มีค่าเท่ากับ 50.54 และ 68.39 ดายน์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารลดแรงตึงผิว S1 มีความสามารถในการเกาะตัวบนผิวใบได้ดีกว่าสารลดแรงตึงผิว S2 เนื่องจากมีค่าแรงตึงผิวที่ต่ำกว่า

Table 2 Test of the surface tension of surfactants by drop weight derivation method.

Replication	surface tension (Dyne/cm)				
	S1	S2	S1 (diluted 1:1,000)	S2 (diluted 1:1,000)	ethanol
1	21.14	48.89	53.58	68.92	21.38
2	21.11	52.00	47.81	66.26	21.77
3	20.96	50.74	51.85	70.00	21.80
average	21.07	50.54	51.08	68.39	21.65

Surface tension of Ethanol at 30 °C = 21.55 Dyne/cm Note: S1 = wet-coated silicone surfactant, S2 = N70 Surfactant.

ศึกษาลักษณะหยดที่เกิดบนผิวใบของสารลดแรงตึงผิวในพืชแต่ละชนิด

จากการทดลองศึกษาลักษณะหยดที่เกิดบนผิวใบในใบพืชแต่ละชนิด (Table 3) พบว่าสาร S1 มีพื้นที่การแผ่กระจายตัวของหยดน้ำบนใบพืชทุกชนิดมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพื้นที่ของหยดน้ำของใบขนุน ใบคะน้า ใบฝรั่ง ใบส้มโอ ใบถั่ว

ใบมะเขือเปราะ และใบข้าวโพด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 3.90 5.40 4.13 1.86 5.21 และ 4.75 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีพื้นที่มากกว่าน้ำ และสาร S2 ประมาณ 2.6 เท่า ซึ่งจะเห็นว่าการฉีดพ่นสารปริมาณที่น้อยกว่าก็สามารถครอบคลุมพื้นที่ผิวใบได้ทั้งหมด ซึ่งหากใช้ร่วมกับปุ๋ยทางใบจะช่วยลดการสูญเสียและประหยัดการใช้ปุ๋ยได้ดี

Table 3 Area of water droplet spread on plant leaves (cm²).

Type plants	water	S1	S2	F-test
jackfruit leaves	2.05B	3.10A	1.86B	**
kale leaves	1.34B	3.90A	1.05B	*
guava leaves	1.62B	5.40A	1.69B	**
pomelo leaves	2.04B	4.13A	2.04B	**
bean leaves	0.68B	1.86A	0.72B	**
eggplant leaves	1.39C	5.21A	2.66B	**
corn leaves	1.56B	4.75A	1.13B	**
average	1.52	4.05	1.59	

Note: S1 = wet-coated silicone surfactant, S2 = N70 Surfactant.

^{1/*} = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same row followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ($p \leq 0.05$)

ศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพให้ปุ๋ยร่วมกับสารลดแรงตึงผิวต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบฝรั่ง

จากการทดลอง พบว่า การฉีดพ่นปุ๋ยแคลเซียม ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในใบฝรั่งที่อายุ 1, 3, 5 และ 7 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) พบว่าการฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซี

ลิโคน ร่วมกับปุ๋ยแคลเซียมไนเทรต มีการสะสมแคลเซียมในใบฝรั่งสูงที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 20,709 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม N70 ร่วมกับปุ๋ยแคลเซียมไนเทรต และการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าร่วมกับปุ๋ยแคลเซียมไนเทรต ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 15,130 - 17,149 และ 16,149 - 17,951 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

Table 4 Calcium concentration in guava leaves.

Treatments	Ca concentration (mg/kg)			
	1 day	3 day	5 day	7 day
T1	16,538.4B	17,149.5B	15,130.2B	16,215.0B
T2	21,551.9A	20,261.5A	20,293.0A	20,731.9A
T3	17,951.0B	16,746.6B	16,149.6B	17,149.9B
F-test	*	*	*	*
p-value	0.034	0.050	0.049	0.044
%C.V.	18.67	8.62	11.37	14.38

T1= Calcium Nitrate + water for spraying, T2= Calcium Nitrate + water + wet-coated silicone surfactants for spraying, T3= Calcium Nitrate + water + N70 surfactants for spraying

^{1/*} = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ($p \leq 0.05$)

วิจารณ์

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น การทดสอบสารลดแรงตึงผิว 2 ชนิดคือ สารลดแรงตึงผิวประเภทเวตโคตติงซิลิโคน (S1) และสารลดแรงตึงผิวประเภท N70 (S2) พบว่าสารลดแรงตึงผิว S1 มีความสามารถในการกระจายตัวบนผิวใบได้ดีกว่า สารลดแรงตึงผิว S2 เนื่องจากมีค่าแรงตึงผิวที่ต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 2 ซึ่งสาร S1 มีพื้นที่การแผ่กระจายตัวของหยดน้ำบนใบพืชทุกชนิดมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าเมื่อฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิว S1 ลงบนใบพืช ช่วยให้การเกาะผิวใบพืชดีขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับหรือแพร่กระจายของสารต่างๆ สู่ใบพืชได้มากขึ้น ดังการทดลองที่ 3 ที่มีการฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน ร่วมกับปุ๋ยแคลเซียม มีการสะสมปริมาณแคลเซียมในใบฝรั่งสูงที่สุด เมื่อเทียบกับตำรับการทดลองอื่น ซึ่งสารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคนมีบทบาทสำคัญต่อการลำเลียงแคลเซียม ช่วยให้มีปริมาณการสะสมแคลเซียมในใบสูงขึ้น เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช สอดคล้องกับสุรสวัสดิ์ (2563) ซึ่งพบว่าโดยปกติใบพืชจะมีไขมันธรรมชาติทำหน้าที่เคลือบผิวใบ และทำให้สภาพผิวไม่ชื้น เมื่อทำการฉีดพ่นสารต่างๆ ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบในใบพืช สารลดแรงตึงผิวจะยึดเกาะบนพื้นผิวใบพืชเพิ่มความเปียกของผิว และการแพร่กระจายของสารต่างๆบนผิวพืชได้อย่างทั่วถึง ทำให้สารสำคัญที่ฉีดพ่น สามารถแพร่กระจายเข้าสู่ใบพืชได้ดี นอกจากนั้นจะช่วยให้สารต่างๆที่ฉีดพ่นร่วมกับสารจับใบยึดเกาะผิวใบได้มากขึ้น ลดการสูญเสียสารต่างๆ เนื่องจากการกลิ้งและไหลหลุดออกจากใบพืช ส่งผลให้ปุ๋ย หรือสารต่างๆ เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย

การใส่สารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน ร่วมกับการให้ปุ๋ยแคลเซียมในเทรตทางใบ จะทำให้พืชได้รับแคลเซียมเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Xing-Zheng *et al.* (2016) พบว่าการใช้สังกะสีฉีดพ่นทางใบของส้มที่ขาดสังกะสีพบว่า การใช้ ZnCl_2 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ร่วมกับสารจับใบพวก Organosilicone โดยใช้ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

ที่อัตรา 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ZnCl_2 และ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ อัตรา 200 มิลลิกรัมต่อลิตรและใช้ร่วมกับ Organosilicone ที่ 0.025% ทำให้ใบส้มไม่แสดงอาการขาดของธาตุสังกะสี และพบว่าความเข้มข้นของสังกะสีในใบ มีอัตราการสังเคราะห์แสง และปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น นอกจากนั้น Torres (2008) ศึกษาการฉีดพ่นปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับสารลดแรงตึงผิว ที่มีผลต่อข้าวสาลีพันธุ์ วินเทอร์ (*Triticum aestivum* L.) พบว่าการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางใบ 5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวแบบ nonionic ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวสาลี (2,431 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) ซึ่งแตกต่างกับการฉีดพ่นปุ๋ยฟอสฟอรัสทางใบ 5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งให้ผลผลิต (2,037 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) เช่นเดียวกับ Peirce *et al.* (2019) ศึกษาการประยุกต์ใช้สารลดแรงตึงผิวต่อการดูดซึม และเคลื่อนย้ายกรดฟอสฟอริกในใบข้าวสาลีจากการศึกษาพบว่า การใช้กรดฟอสฟอริก ร่วมกับสารลดแรงตึงผิว LI 700® สามารถช่วยลดแรงตึงผิว และกักเก็บฟอสฟอรัสไว้บนใบได้นานขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้กรดฟอสฟอริกเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใช้สารลดแรงตึงผิวมีส่วนช่วยในการเพิ่มการละลายของปุ๋ยเมื่อสัมผัสกับน้ำหรือความชื้น เพิ่มการการเปียกผิวของใบพืช ทำให้ปุ๋ยสามารถแพร่กระจายตัวในพืชได้ดี ลดการตกค้างจับตัวเป็นก้อน อันเป็นสาเหตุการสูญเสียเนื้อปุ๋ยได้ (Trinchera and Valentina, 2018)

สรุป

ลักษณะของหยดที่เกิดบนผิวใบพืช แต่ละชนิดสารจับสารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน มีการแผ่กระจายตัวให้พื้นที่ที่มากกว่าน้ำและสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม N70 และสารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน มีค่าแรงตึงผิวต่ำกว่าสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม N70 แสดงประสิทธิภาพในการจับผิวใบได้ดี นอกจากนั้นความเข้มข้นของแคลเซียมที่สะสมในใบฝรั่งที่ฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิวกลุ่มเวตโคตติงซิลิโคน ร่วมกับปุ๋ยแคลเซียม ให้การสะสมปริมาณแคลเซียมในใบฝรั่งสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาวิชาการระหว่าง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม และ บริษัท แอ็กกี้ จำกัด (Aggie Company Limited) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 66 หน้า.
- ธีรศักดิ์ ชนินนอก, พีระยศ แสงชัน และฤทธอร วรณะ. 2557. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaladulesis* Dehnh) ต่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero). วารสารแก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 1 : 505-511.
- ประดับ เรียนประยูร และวรรณะชัย ปฐมสิริวงศ์. 2563. คู่มือการผลิตสารจับใบพืชทางชีวภาพสำหรับการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, สุรินทร์ 56 หน้า.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2549. การให้ปุ๋ยทางใบ (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 164 หน้า
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2561. ฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณ. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: <https://www3.rdi.ku.ac.th>, 1 เมษายน 2565.
- วาสนา ยอดปรางค์. 2553. ผลของการให้ธาตุอาหารรองและจุลธาตุทางใบในรูปของคีเลตกรดอะมิโน ต่อการดูดใช้ธาตุอาหารการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาเทคโนโลยี

การผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. 72 หน้า

- สุรัสวดี กังสนันท์. 2563. สารลดแรงตึงผิว. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์เทคโนโลยีการศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 176 หน้า
- อารีรัตน์ พงษ์ธรรม, วรณวิภา แก้วประดิษฐ์ และบุญมีศิริ. (2555). การให้ปุ๋ยอะมิโนคีเลตทางใบต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 156 หน้า
- Chinmaya, K.S. 2020. Surface and Interfacial Phenomenon. Butterworths, London. 32 p.
- Howard, D. D. and C.O. Gwathmey. 2008. Influence of surfactants on potassium uptake and yield response of cotton to foliar potassium nitrate. Journal of Plant Nutrition 18(12): 2669-2680.
- Jones, B.J., Jr., B. Wolf, and H.A. Mill. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing Inc, Georgia. 560 p.
- Peirce, C. A. E., T. M. McBeath, C. Ptiest and M.J. McLaughlin. 2019. The timing of application and inclusion of a surfactant are important for absorption and translocation of foliar phosphoric acid by wheat leaves. Journal of Plant Nutrition 10(1):1-11.
- Swietlik, D. and M. Faust. 1984. Foliar nutrition of Fruit Crops. Horticultural Reviews (USA). 6:287-355.
- Torres, G. M. 2008. Foliar Phosphorus Fertilization and the Effect of Surfactants on Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). Bachelor of Science in Agronomy Faculdades de Ciencias Agronomicas Botucatu, Sao Paulo, Brazil. 66 p.

- Trinchera, A. and B. Valentina. 2018. Use of a non-ionic water surfactant in lettuce fertigation for optimizing water use, improving nutrient use efficiency, and increasing crop quality. *Water* 10(5): 1-15.
- William S., J. Conway, B. George and A. E. Watada. 1996. Surfactants affect calcium uptake from postharvest treatment of 'Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121(6):1179–1184.
- Xing-Zheng, F., F. Xing, L. Cao, C-P Chun, L-L. Ling, C-L. Jiang and L-Z. Peng. 2016. Effects of foliar application of various zinc fertilizers with organosilicone on correcting citrus zinc deficiency. *Hort Science* 51(4):422–426.

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร
อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

Factors Affecting the Success of Registration and Improvement of Farmers Register
in Photharam District, Ratchaburi Province

โยธา ชูมนิรัมย์¹ นารีรัตน์ สีระสาร^{1*} และบำเพ็ญ เขียวหวาน¹
Yotar Choomnirum¹, Nareerut Seerasarn^{1*} and Bumpen Keawwan¹

Received: November 14, 2022

Revised: January 10, 2023

Accepted: January 11, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study (1) social and economic conditions of farmers (2) knowledge and understanding of agriculture in registering and improving the farmers register (3) factors affecting the success of registration and improvement of farmers register and (4) problem and suggestion of registration and improvement of farmers registration. The population of this research was farmers registration in Photharam district, Ratchaburi province 5,377 member who had registered with the Department of Agricultural Extension in 2021. The 373-sample size was based on Taro Yamane formula with the error value of 0.05 and simple sampling. The tools used for data collection were interview forms, descriptive statistics and inferential statistics. The results indicated that (1) most of the farmers were female (57.10 percent), average age of 56 years old, experienced in registration farmers register for an average of 15 years. Most of the farmers were attained primary school (43.40 percent). The average agricultural area was 10.49 rai. There were agricultural workers on average 3.50 per family. The average income from the agricultural sector was 128,335.53 baht per year and the average cost of farming was 67,544.83 baht. (2) Farmers had the highest level of knowledge about the benefits they received from registration (80.59%) and knowledge of registration procedures and procedures at the least level (55.92%). (3) Factors affecting the success of registration and improvement of farmers registration on issue 3 independent variables: 1) knowledge and understanding of registration and improvement of farmers registration, 2) support from government agencies and 3) the pattern of channels for registration and improvement of farmers registration that affected the success of registration and Improvement of farmers register at statistically significant level of 0.01 and there was one independent variable in terms of income from the agricultural sector which had a negative correlation that affected the success of registration and Improvement of farmers register at the statistically significant level of 0.05. and (4) farmers had the most problems with the preparation of supporting documents for registration and improvement of the farmer register. and there were suggestions for staff to prepare before starting the registration process and improving the farmer register also reduce the complexity of document preparation and publicize quickly and thoroughly.

Keywords: Farmer registration, Improvement of farmer register, Ratchaburi Province

¹ วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

¹ Department of Agricultural Extension, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120.

*Corresponding author: Nareerut.see@stou.ac.th

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพสังคม และสภาพเศรษฐกิจของเกษตรกร (2) ความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (3) ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร และ (4) ปัญหา ข้อเสนอแนะของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ เกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรในอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ปี 2563 จำนวน 5,377 ราย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง 373 คน และสุ่มตัวอย่างเกษตรกรของแต่ละตำบลโดยการจับสลาก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ แบบสัมภาษณ์ สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน ผลการวิจัยพบว่า (1) เกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 57.10) เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 56 ปี มีประสบการณ์ในการขึ้นทะเบียนเกษตรกร เฉลี่ยประมาณ 15 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ จบการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 43.40) พื้นที่ทำการเกษตร เฉลี่ย 10.49 ไร่ มีแรงงานด้านการเกษตร เฉลี่ย 3.50 ต่อครอบครัว มีรายได้จากภาคการเกษตร เฉลี่ย 128,335.53 บาทต่อปี มีต้นทุนการทำการเกษตร เฉลี่ย 67,544.83 บาทต่อปี (2) เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ที่เกษตรกรได้รับจากการขึ้นทะเบียนในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 80.59) และมีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานการขึ้นทะเบียนในระดับน้อยที่สุด (ร้อยละ 55.92) (3) ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร มีตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ประกอบด้วย 1) ความรู้ความเข้าใจการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร 2) การสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ และ 3) รูปแบบช่องทางการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร มีผลต่อความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีตัวแปรอิสระ 1 ตัวแปร คือด้านรายได้จากภาคการเกษตร ที่มีผลความสัมพันธ์เชิงลบต่อความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ (4) เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการเตรียมเอกสารประกอบการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร มากที่สุด และมีข้อเสนอแนะให้เจ้าหน้าที่เตรียมการก่อนเริ่มดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ลดความซับซ้อนในการเตรียมเอกสาร และประชาสัมพันธ์ให้รวดเร็วและทั่วถึง

คำสำคัญ: การขึ้นทะเบียนเกษตรกร ปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร จังหวัดราชบุรี

คำนำ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นหน่วยงานหลักในการดูแลความเป็นอยู่ของเกษตรกร ทั้งด้านการปลูกพืช เลี้ยงสัตว์ และการประมง ซึ่งที่ผ่านมาได้มีการจัดเก็บข้อมูลและทำทะเบียนเกษตรกรแยกตามภารกิจหลายหน่วยงานมีข้อมูลบางส่วนที่ซ้ำซ้อนและไม่เชื่อมต่อกัน ทำให้การใช้ข้อมูลทะเบียนเกษตรกรเพื่อกำหนดนโยบาย แผนงาน การวางแผนบริหารจัดการการผลิตของประเทศในภาพรวมยังไม่มี ความชัดเจน แม่นยำ และทันต่อสถานการณ์ ดังนั้น จึงได้มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกรของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ให้มีความเป็นเอกภาพของฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกร โดยการตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกรร่วมกันระหว่าง

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และนอกกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563ก)

กรมส่งเสริมการเกษตรจึงได้ดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรในแต่ละปี เป็นข้อมูลสำคัญที่จำเป็นต้องดำเนินการเพื่อให้ภาครัฐได้ทราบความเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ภาคการเกษตรของประเทศทั้งในระดับมหภาค และจุลภาค เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์และวางแผนพัฒนาทิศทางการเกษตรของประเทศ แต่เนื่องจากเกษตรกรและพื้นที่การเกษตรกระจายอยู่ทั่วประเทศ รวมถึงในแหล่งทุกันดารทำให้กระบวนการปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรด้วยวิธีการให้เกษตรกรเข้ามาแจ้งต่อเจ้าหน้าที่ ณ สำนักงานเกษตรอำเภอกวายเป็นไป

ได้ยากในทางปฏิบัติ จำเป็นต้องทำการปรับปรุงกระบวนการและวิธีการปฏิบัติให้เข้าถึงเกษตรกรได้ง่ายขึ้น โดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ภูมิสารสนเทศ และการสื่อสารร่วมกับการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ระดับอำเภอ ตำบล และอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (อกม.) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563ก)

สำนักงานเกษตรอำเภอโพธารามได้ดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมาอย่างต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลไปใช้วางแผนการผลิต การตลาด และส่งเสริมสนับสนุนเกษตรกรได้อย่างถูกต้องเหมาะสม รวมถึงใช้ในการดำเนินการตามมาตรการต่างๆ ของภาครัฐ โดยได้กำหนดแนวทางการดำเนินงานขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร เน้นหนักในการประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรทราบและติดตามเกษตรกรให้แจ้งข้อมูลการเกษตรอย่างถูกต้อง รวดเร็ว ครบถ้วน เพื่อเก็บข้อมูลการเพาะปลูกพืชนำไปสู่การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเกษตรพร้อมทั้งประมวลผลข้อมูลการจัดทำสารสนเทศด้านการเกษตรในภาพรวมของอำเภอที่ถูกต้อง สามารถนำข้อมูลไปเผยแพร่บูรณาการใช้ประโยชน์ได้ทั่วไปทั้งภาครัฐและเอกชน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563ก)

อย่างไรก็ตามตั้งแต่เกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ส่งผลให้เกษตรกรตื่นตัวในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมากขึ้น จะเห็นได้ชัดว่าก่อนเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ในปี พ.ศ.2560 มีเกษตรกรขึ้นทะเบียนกับสำนักงานเกษตรอำเภอโพธาราม จำนวน 7,585 ราย และหลังเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ในปี พ.ศ.2562 รัฐบาลมีนโยบายช่วยเหลือเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ทำให้มีจำนวนเกษตรกรเพิ่มขึ้นเป็น 7,905 ราย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563ข) และเมื่อปี พ.ศ.2563 มีเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเพียง 5,376 ราย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563ข) แสดงให้เห็นว่าพบเกษตรกรที่ไม่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเนื่องจากเกษตรกรไม่ทราบถึงหลักเกณฑ์ เงื่อนไข วิธีการและข้อกำหนดใน

การขึ้นทะเบียนเกษตรกรว่าเมื่อเกษตรกรทำการเพาะปลูกแล้วต้องทำอะไร หรือเกษตรกรไม่ทราบถึงสิทธิประโยชน์ต่างๆ ที่จะได้รับเมื่อขึ้นทะเบียนเกษตรกร รวมถึงการเข้าร่วมโครงการช่วยเหลือของรัฐบาลต่างๆ ทางด้านการเกษตรที่ต้องขึ้นทะเบียนเกษตรกร ซึ่งพบว่าข้อมูลที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อน และจำนวนเกษตรกรที่มาขอขึ้นทะเบียนและปรับปรุงข้อมูลยังไม่ตรงกับการทำการเกษตรจริงในพื้นที่

ดังนั้นการศึกษาด้านสังคมและสภาพด้านเศรษฐกิจของเกษตรกร ความรู้ความเข้าใจในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร และปัญหา ข้อเสนอแนะของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร จักสามารถเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ในการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาในพื้นที่อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี เนื่องจากพื้นที่ในอำเภอโพธารามเป็นพื้นที่ทำการเกษตรที่มีความสำคัญและมีการเพาะปลูกที่หลากหลายทำให้ข้อมูลการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมีความคลาดเคลื่อนจากพื้นที่ทำการเกษตรที่แท้จริงของเกษตรกรโดยเห็นได้จาก พื้นที่ที่เกษตรกรขึ้นทะเบียนมี 65,617 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563ข) และพื้นที่ทำการเกษตรในอำเภอโพธารามมี 180,747.73 ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภอโพธาราม, 2563) จะเห็นได้ว่าข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนกัน ผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรในพื้นที่อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ในครั้งนี้

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ เกษตรกรในพื้นที่อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี โดยใช้ข้อมูลในปีการเพาะปลูก 2563 จากระบบฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกร จำนวน 5,376 ราย ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ดังนี้

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

โดย n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้เกิดขึ้น

$$\begin{aligned} \text{ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง} &= \frac{5,376}{1+(5,376 (0.05)^2)} \\ &= 372.29 \end{aligned}$$

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย (n) = 372.29 หรือ 373 คน

ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวน 373 คน คิดเป็นร้อยละ 6.93 ของประชากรที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดและสุ่มตัวอย่างเกษตรกรของแต่ละตำบลโดยการจับสลากตามหัวหน้าเกษตรกรตามสัดส่วนในแต่ละตำบล ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายแล้วเก็บข้อมูลจนกว่าจะครบตามจำนวนของแต่ละตำบล

3. เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยการใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถามปลายปิด และปลายเปิด แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 สภาพด้านสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์เฉลี่ย

ตอนที่ 2 ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรได้แก่เรื่อง หลักเกณฑ์ เงื่อนไข ขั้นตอน วิธีการ ประโยชน์ที่ได้รับจากการขึ้นทะเบียนเกษตรกรและการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นทะเบียนเกษตรกรเพื่อทดสอบเกษตรกรว่ามีความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงใดรวม 20 ข้อ โดยกำหนดข้อคำถามในลักษณะเลือกตอบ ถูก – ผิด และกำหนดการให้คะแนน ดังนี้ ตอบถูกต้องจากหลักวิชาการ ได้ 1 คะแนน และตอบผิดจากหลักวิชาการ ได้ 0 คะแนน หลังจากนั้นนำคะแนนรวมมาจัดระดับความรู้ในการประเมิน ดังนี้

จำนวนข้อที่ตอบถูกต้อง 1 – 4 หมายถึง มีความรู้ระดับน้อยที่สุด

จำนวนข้อที่ตอบถูกต้อง 5 – 8 หมายถึง มีความรู้

จำนวนข้อที่ตอบถูกต้อง 9 – 12 หมายถึง มีความรู้ปานกลาง

จำนวนข้อที่ตอบถูกต้อง 13 – 15 หมายถึง มีความรู้มาก

จำนวนข้อที่ตอบถูกต้อง 16 – 20 หมายถึง มีความรู้มากที่สุด

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์เฉลี่ย

ตอนที่ 3 ความสำเร็จต่อการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรซึ่งเป็นคำถามให้เลือกตอบตามมาตรاليةเคอร์ต (Likert type scale) 5 ระดับ ได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 คะแนนหมายความว่า น้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 คะแนนหมายความว่า น้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 คะแนนหมายความว่า ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 คะแนนหมายความว่า มาก

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 คะแนนหมายความว่า มากที่สุด

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ โดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์เฉลี่ย

ตอนที่ 4 ปัญหา ข้อเสนอแนะของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด ซึ่งเป็นคำถามให้เลือกตอบตามมาตรاليةเคอร์ต (Likert type scale) 5 ระดับ ได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด ตามลำดับ และปลายเปิด โดยให้ระบุถึงข้อเสนอแนะลงในช่องว่างที่กำหนดให้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 คะแนนหมายความว่า น้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 คะแนนหมายความว่า น้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 คะแนน
หมายความว่า ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 คะแนน
หมายความว่า มาก

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 คะแนน
หมายความว่า มากที่สุด

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์เฉลี่ย

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพด้านสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกร ร้อยละ 57.10 เป็นเพศหญิง อายุ เฉลี่ย 56.00 ปี มีประสบการณ์การขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร แตกต่างกับ อังคณา (2562) พบว่า ประสบการณ์การขึ้นทะเบียนเกษตรกรเฉลี่ย 6.68 ปี เนื่องจากเกษตรกรทำอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลักและทำมาอย่างยาวนาน ส่งผลให้ประสบการณ์การขึ้นทะเบียนเกษตรกรมากขึ้นตามด้วย เฉลี่ย 14.83 ปี ร้อยละ 43.40 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 75.60 ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก สอดคล้องกับ ศศกร (2559) พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 46.1 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา เนื่องจากการศึกษาค้นคว้าในอดีตอยู่ในระดับประถมศึกษาประกอบกับการเข้าถึงการศึกษาทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา และเกษตรกร ร้อยละ 69.6 ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก เนื่องจากมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการประกอบอาชีพเกษตรกรรมและอาชีพเกษตรกรถือเป็นรายได้หลักมาอย่างยาวนาน จึงอาจส่งผลให้มีการประกอบอาชีพเกษตรกรหลัก และ ร้อยละ 64.60 ไม่มีอาชีพรอง ร้อยละ 74.79 เกษตรกรไม่มีตำแหน่งทางสังคม ร้อยละ 60.59 ไม่เป็นสมาชิกกลุ่ม/องค์กร มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 10.49 ไร่ เป็นพื้นที่ตนเองเฉลี่ย 8.89 ไร่ เป็นพื้นที่เช่าเฉลี่ย 9.36 ไร่ เป็นพื้นที่อาศัยผู้อื่น 3.50 ไร่ มีแรงงานด้านการเกษตรเฉลี่ย 3.50 คนต่อครอบครัว มีรายได้จากภาคการเกษตรเฉลี่ย 128,335.53 บาทต่อปี มีต้นทุน

ทำการเกษตรเฉลี่ย 67,544.83 บาทต่อปี และ ร้อยละ 87.90 มีแหล่งเงินทุนของตนเองหรือครอบครัว

2. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร

จากการศึกษาพบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเฉลี่ย 14.22 คะแนน ส่วนคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน และมากที่สุด 20 คะแนน โดยเกษตรกร (ร้อยละ 39.68) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกร ในระดับมากที่สุด โดยตอบถูกต้องจำนวน 13-15 ข้อ เกษตรกร ร้อยละ 31.37 มีความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรเกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกรในระดับมาก โดยตอบถูกต้องจำนวน 16-20 ข้อ (Table 1) สอดคล้องกับ ศศกร (2559) พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในระดับมากมีคะแนนความรู้เกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกร ต่ำสุด 8 คะแนน สูงสุด 20 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ย 14.40 คะแนน

ประเด็นที่ตอบถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ คณะทำงานตรวจสอบการขึ้นทะเบียนเกษตรกรระดับหมู่บ้าน ประกอบด้วย ผู้ใหญ่บ้าน/ประธานชุมชน ผู้ทรงคุณวุฒิในหมู่บ้าน และอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน และคณะทำงานตรวจสอบการขึ้นทะเบียนเกษตรกรระดับหมู่บ้าน มีหน้าที่ช่วยเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรผู้รับผิดชอบตำบล ในการดำเนินการตรวจสอบพื้นที่ทำการเกษตรพร้อมวัดพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากคณะทำงานตรวจสอบมีหน้าที่ในการตรวจสอบข้อมูลของเกษตรกรในหมู่บ้านและเป็นผู้ลงชื่อในแบบติดประกาศรวมถึงการตรวจสอบพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรและให้ความช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาด้านการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกรทำให้เกษตรกรทราบถึงบทบาทหน้าที่ของคณะทำงานตรวจสอบ

ประเด็นที่ตอบถูกต้องน้อย ได้แก่ เจ้าหน้าที่ต้องเป็นผู้ไปขึ้นทะเบียนเกษตรกรเมื่อถึงรอบการเพาะปลูก และเจ้าหน้าที่เป็นผู้ลงนามเป็นพยานให้เกษตรกรในการแจ้งเพาะปลูก สอดคล้องกับ ภารณี (2556) พบว่า การขึ้นทะเบียนเกษตรกรเป็นหน้าที่

ของเกษตรกร เนื่องจากเมื่อถึงรอบการเพาะปลูก เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจะลงพื้นที่เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกรในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกร ซึ่งตามหลักการและเหตุผล

เกษตรกรจะต้องเป็นผู้มาแจ้งขึ้นทะเบียนที่สำนักงานเกษตรอำเภอตามที่ตั้งแปลงปลูก เมื่อทำการเพาะปลูกแล้ว 15 วัน

Table 1 Knowledge and understanding of registration and improvement of farmers register

(n=373)

Test score	Frequency	Percentage
Less than or equal to 4	-	-
5 – 8	-	-
9 – 12	108	28.95
13 - 15	148	39.68
More than or equal to 16	117	31.37
Min = 9 , Max = 20 , $\bar{X}$ = 14.22 , S.D. = 7.78		

3. ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อ ความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร

จากการศึกษา พบว่า ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อหลักเกณฑ์หรือเงื่อนไขการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร เกษตรกรแสดงความคิดเห็นโดยให้ระดับความสำคัญ ระดับมากที่สุด 2 ประเด็น ได้แก่ (1) เกษตรกร และ (2) การสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจาก เกษตรกรมีความเข้าใจว่าต้องประกอบการอาชีพเกษตรกรก่อน และจะต้องเป็นผู้มาแจ้งขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเมื่อทำการเพาะปลูกมาแล้ว 15 วัน และเกษตรกรรู้ว่าเมื่อขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรแล้ว เมื่อประสบภัยพิบัติจะได้รับการช่วยเหลือหรือได้รับการสนับสนุนและช่วยเหลือ

ตามโครงการมาตรการต่างๆ และเกษตรกรเห็นด้วยในระดับมาก 7 ประเด็น ได้แก่ 1) เจ้าหน้าที่ 2) ความรู้ความเข้าใจการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร 3) การดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร 4) ผู้นำชุมชน 5) รูปแบบช่องทางการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร 6) การประชาสัมพันธ์ 7) ระยะเวลาดำเนินงานตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจาก เกษตรกรเห็นว่าการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรต้องอาศัยหลากหลายปัจจัยเพื่อให้เกิดความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ทั้งด้านตัวบุคคลที่รับการสื่อสาร ช่องทางการในการสื่อสาร และข่าวสารที่เกษตรกรได้รับ ดัง (Table 2)

Table 2 Farmers' opinions of success in registration and improvement of farmers register

(n=373)

Item	$\bar{X}$	S.D.	Meaning
1. Knowledge and understanding of registration and improvement of farmers register	3.92	0.861	High
2. Community Leader	3.76	0.877	High
3. Registration and improvement of farmers register	3.76	0.828	High

Table 2 (continued).

(n=373)			
Item	$\bar{x}$	S.D.	Meaning
4. Officers	4.03	0.809	High
5. Support from government agencies	4.39	0.822	Highest
6. Public relations	3.68	0.801	High
7. Farmers	4.42	0.794	Highest
8. Operating period	3.60	0.765	High
9. Form of channels for registration and improvement of farmers register	3.72	0.711	High

4. ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ตามลำดับความสำคัญ

จากการศึกษา พบว่า มีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนี้ 1) ความรู้ความเข้าใจการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (X_5) 2) การสนับสนุน

จากหน่วยงานภาครัฐ (X_7) 3) รูปแบบช่องทางการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (X_8) และ 4) รายได้จากภาคการเกษตร (X_4) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร โดยมีประเด็นที่ควรอภิปราย (Table 3)

Table 3 Factors affecting success of registration and improvement of farmers register

(n=373)			
Variable	Coefficient regression (b)	t	Sig
Constant	2.278	9.430	0.000
X_1 Age (years)	-0.003	-1.057	0.291
X_2 Registered (year)	-0.001	-0.345	0.730
X_3 Agricultural area (rai)	0.007	1.829	0.068
X_4 Income from the agricultural sector (Baht)	-6.040E-07	-2.065*	0.040
X_5 Knowledge and understanding of registration and improvement of farmer registration	0.324	6.800**	0.000
X_6 Community leader	-0.076	-1.733	0.084
X_7 Support from government agencies	0.141	3.681**	0.000
X_8 Forms of channels for registration and improvement of farmers register	0.097	2.616**	0.009

$R^2 = 0.263$ Adjusted $R^2 = 0.247$ SEE = 0.469 F = 16.231 Sig = 0.000

4.1 ความรู้ความเข้าใจการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ผลการวิจัยพบว่า เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการขึ้นทะเบียนและ

ปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ เมื่อเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมากขึ้น

ส่งผลให้ความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากเกษตรกรทราบถึงขั้นตอนและวิธีปฏิบัติงานรวมถึงยังให้ความสำคัญในการขึ้นทะเบียนเกษตรกร เช่น หากไม่ขึ้นทะเบียนเกษตรกร เกษตรกรรายนั้นๆ จะไม่สามารถเข้าร่วมโครงการตามนโยบายของภาครัฐด้านการเกษตรได้และหากไม่ปรับปรุงข้อมูลกิจกรรมการเกษตรก็อาจจะไม่ได้รับความช่วยเหลือจากภาครัฐเมื่อพื้นที่ทางการเกษตรได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติ ส่งผลให้เกษตรกรมีความสนใจในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเพิ่มยิ่งขึ้น

4.2 การสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ผลการวิจัยพบว่า เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ เมื่อเกษตรกรได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐมากขึ้น ส่งผลให้ความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับ กิตติยา (2557) พบว่า เกษตรกรมีความคาดหวังต่อประโยชน์จากการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร เนื่องจากเมื่อภาครัฐมีนโยบายหรือมาตรการโครงการต่างๆ ทำให้เกษตรกรสนใจในการขึ้นทะเบียนเพื่อรับการสนับสนุนหรือการช่วยเหลือต่างๆ จากภาครัฐ เช่น โครงการช่วยเหลือเงินเยียวยาเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบโควิด-19 และสอดคล้องกับกรมส่งเสริมการเกษตร (2563ก) ที่ระบุว่า เมื่อเกษตรกรแจ้งขึ้นทะเบียนปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร และจัดทำผังแปลงดิจิทัลแล้ว จะนำข้อมูลผ่านการตรวจสอบและประมวลผลมาจัดพิมพ์ลงในสมุดทะเบียนเกษตรกรเพื่อยืนยันตัวตนเกษตรกร และใช้ประกอบในการเข้าร่วมโครงการหรือมาตรการต่างๆ ของภาครัฐ ดังนั้น การแจ้งขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเป็นประจำทุกปีข้อมูลจะมีความครบถ้วนเป็นปัจจุบัน ทำให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรเป็นอย่างยิ่ง เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบโครงการและมาตรการเพื่อให้การสนับสนุน และช่วยเหลือเกษตรกร

4.3 รูปแบบช่องทางการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ผลการวิจัยพบว่า เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ เมื่อเกษตรกรมีรูปแบบช่องทางการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมากขึ้น ส่งผลให้ความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจาก เมื่อเกษตรกรเข้าถึงการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรได้หลากหลายช่องทางและสามารถขึ้นได้ด้วยตนเองหรือผู้นำชุมชนในท้องถิ่นก็ทำให้เกษตรกรให้ความสนใจในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร สอดคล้องกับกรมส่งเสริมการเกษตร (2563ก) กล่าวไว้ว่า ช่องทางการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมีหลากหลายช่องทาง ได้แก่ 1) แจ้งข้อมูล ณ สถานที่รับขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร 2) แจ้งข้อมูลผ่านผู้นำชุมชน หรือ ตัวแทนอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน (อกม.) หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายเฉพาะเกษตรกรรายเดิม แปลงเดิม เท่านั้น 3) แจ้งข้อมูลผ่าน Farmbook Application ติดตั้งและกรอกข้อมูลผ่าน Farmbook Application 4) แจ้งข้อมูลผ่าน e-Form ที่เว็บไซต์ทะเบียนเกษตรกร (farmer.doae.go.th)

4.4 รายได้จากการเกษตร ผลการวิจัยพบว่า เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นคือ เมื่อเกษตรกรมีรายได้จากการเกษตรมากขึ้น ส่งผลให้ความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมีแนวโน้มลดลงด้วย แตกต่างกับ กิตติยา (2557) พบว่า รายได้ในครัวเรือน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร เนื่องจาก เกษตรกรที่สร้างรายได้จากการเกษตรได้มากไม่มีความต้องการพึ่งพานโยบายหรือมาตรการโครงการต่างๆ ของภาครัฐ ส่งผลให้เกษตรกรไม่ขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร สอดคล้องกับสำนักงานเกษตรอำเภอโพธาราม (2563) พบว่ารายได้ต่อปีในการเกษตร

ของเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรในอำเภอโพธารามเฉลี่ย 133,281.67 บาท ในงานวิจัยนี้ พบว่า เกษตรกรมีรายได้จากภาคการเกษตรเฉลี่ย 128,335.53 บาท ซึ่งแตกต่างกับรายได้เฉลี่ยของเกษตรกรภาคกลางคือ 302,447 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

5. ปัญหา ข้อเสนอแนะของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร

พบว่า ระดับของปัญหาที่เกษตรกรประสบในภาพรวมอยู่ในระดับน้อยสองประเด็นปัญหา ได้แก่ 1) ด้านระหว่างการทำดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 2.38) และ 2) ด้านหลังจากดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 2.49) สอดคล้องกับกิตติยา (2557) พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในระดับน้อยใน 1) ด้านการประชาสัมพันธ์การขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร 2) การขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร 3) การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในการดำเนินงาน และพบระดับของปัญหาที่เกษตรกรประสบในระดับปานกลางหนึ่งประเด็นปัญหา คือปัญหาด้านการเตรียมการก่อนเริ่มดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 2.84) ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่มีข้อเสนอแนะในงานวิจัยด้านการเตรียมการก่อนเริ่มดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.71) โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะในเรื่อง การให้ความรู้เรื่อง หลักเกณฑ์เงื่อนไข การเตรียมเอกสาร การให้คำปรึกษา แนะนำ ของเจ้าหน้าที่ และการประชาสัมพันธ์ 2) ด้านหลังจากดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.41) โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะในเรื่องระยะเวลาการจัดประชุม การตรวจสอบแปลง และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การเข้าร่วมโครงการของภาครัฐ และการออกสมุดเกษตรกร 3) ด้านระหว่างการทำดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.29) โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะในเรื่อง สถานที่รับขึ้นทะเบียน ช่วงเวลาในการขึ้นทะเบียน หลักฐานและแบบคำร้องที่ใช้ในการขึ้นทะเบียน และการติดตามให้คำแนะนำของ

เจ้าหน้าที่ และยังมีข้อเสนอแนะอื่นๆ ได้แก่ ด้านการประชาสัมพันธ์อยากให้ประชาสัมพันธ์ให้รวดเร็วและทั่วถึง ด้านเอกสารในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมีความต้องการให้ลดความซับซ้อน เข้าใจยากและเพิ่มขนาดตัวอักษรในแบบคำร้องขึ้นทะเบียน ด้านหลักฐานประกอบการขึ้นทะเบียนเกษตรกร และปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรมีข้อเสนอแนะให้ลดการแนบหลักฐานในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร และควรมีการร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐในการบูรณาการข้อมูล ด้านมาตรการช่วยเหลือและโครงการต่างๆ ของภาครัฐ ควรครอบคลุมทั้งกระบวนการผลิต และทั่วถึงเกษตรกรทุกประเภท

สรุป

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 56.39 ปี มีประสบการณ์ในการขึ้นทะเบียนเกษตรกรเฉลี่ย 14.83 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษาส่วนมากมีอาชีพหลักเป็นเกษตรกร และไม่มีอาชีพรอง มีพื้นที่ทำการเกษตร เฉลี่ย 10.49 ไร่ มีแรงงานด้านการเกษตร เฉลี่ย 3.50 คน มีรายได้จากภาคการเกษตรเฉลี่ย 128,335.53 บาท มีต้นทุนการทำการเกษตรเฉลี่ย 67,544.83 บาท (2) เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ที่เกษตรกรได้รับจากการขึ้นทะเบียนมากที่สุด และมีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานการขึ้นทะเบียน น้อยที่สุด เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเฉลี่ย 14.22 คะแนน และตอบถูกต้อง สูงสุด 20 คะแนน ต่ำสุด 9 คะแนน ควรแนะนำหรือประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรเข้าใจถึงหน้าที่ของตนเองและการปฏิบัติเมื่อมีการเพาะปลูกพืชแล้วในบางสวนที่เกษตรกรยังไม่ทราบถึงหลักเกณฑ์เงื่อนไขในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ความสำเร็จต่อการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ในภาพรวมเกษตรกรมีความคิดเห็นอยู่ในระดับสำคัญมาก โดยเกษตรกรเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น ได้แก่ เกษตรกรและการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ โดยภาพรวม

เกษตรกรเห็นถึงความสำคัญในระดับมากแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในแต่ละด้านว่ามีความเชื่อมโยงกัน ต้องอาศัยปัจจัยหลายด้านจึงจะส่งผลต่อความสำเร็จในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร และปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ตามลำดับความสำคัญพบว่า มีตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีความสัมพันธ์เชิงบวก ดังนี้ 1) ความรู้ความเข้าใจการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร 2) การสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ และ 3) รูปแบบช่องทางการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร และมีตัวแปรอิสระ 1 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีความสัมพันธ์เชิงลบ ดังนี้ 1) รายได้จากการเกษตร จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าระดับของปัญหาที่เกษตรกรประสบในภาพรวมอยู่ในระดับน้อยสองประเด็นคือปัญหาด้านระหว่างการค้าและการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร และปัญหาด้านหลังจากดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้ศึกษา เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรในอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พบว่าประเด็นที่สำคัญที่ควรเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรเห็นด้วยระดับมากในด้านการเตรียมการก่อนเริ่มดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร และหลังจากดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร เนื่องจากเจ้าหน้าที่ได้มีการประชาสัมพันธ์ในพื้นที่เพื่อให้เกษตรกรรับทราบข้อมูลข่าวสารสิทธิในการเข้าร่วมโครงการตามนโยบายของภาครัฐ การช่วยเหลือเกษตรกรเมื่อประสบภัยพิบัติ และการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร การเตรียมเอกสารประกอบการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ในการพัฒนาการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ดังนี้

1.1 การเตรียมการก่อนเริ่มดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร เจ้าหน้าที่ควรมีการประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรทราบถึงการหลักเกณฑ์เงื่อนไขการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรและให้ความรู้ สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรการผ่านผู้นำชุมชนหรืออาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านให้ชัดเจนและรวดเร็วก่อนการปลูกเพื่อให้เกษตรกรได้มีเวลาในการเตรียมเอกสารประกอบการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร รวมไปถึงจัดให้มีเจ้าหน้าที่ไปรับบริการให้คำแนะนำ คำปรึกษา ปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับการเตรียมการก่อนขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร เพราะเกษตรกรมีข้อเสนอแนะภาพรวมในระดับมากในหัวข้อด้านการเตรียมการก่อนเริ่มดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร

1.2 ระหว่างการดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร หน่วยรับขึ้นทะเบียนควรมีการจัดเตรียมสถานที่รับขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรให้มีความเหมาะสมสะดวกในการเดินทางและกำหนดช่วงเวลาการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรให้ชัดเจนเพื่อไม่ให้เกษตรกรเกิดความสับสนและชี้แจงการเตรียมหลักฐานที่ใช้ในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรให้ชัดเจนและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน รวมไปถึงแบบคำร้องการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรการควรมีการปรับปรุงโดยเพิ่มขนาดตัวอักษรและลดความซับซ้อนของเอกสาร และจัดให้มีเจ้าหน้าที่ไปรับบริการให้คำแนะนำ คำปรึกษา ปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับระหว่างการค้าและการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร เพราะเกษตรกรมีข้อเสนอแนะภาพรวมในระดับปานกลางในหัวข้อด้านระหว่างการค้าและการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร

1.3 หลังจากดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร การจัดประชุมและการตรวจสอบแปลงเกษตรกรต้องมีการจัดที่ชัดเจน

เพื่อไม่ให้เกษตรกรเกิดความสับสน การตรวจสอบเกษตรกรสามารถติดตามการเข้าร่วมโครงการของภาครัฐได้ และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร โดยติดตามการตรวจสอบข้อมูลของเกษตรกร และการปรับปรุงข้อมูลในสมุดทะเบียนเกษตรกรได้ด้วยตนเอง เพราะเกษตรกรมีข้อเสนอแนะภาพรวมในระดับมากในหัวข้อด้านหลังจากดำเนินการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ศึกษาการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรทั้งตัวเกษตรกรผู้ขึ้นทะเบียนเกษตรกรและตัวเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน เพื่อใช้เป็นทางในการวางแผนการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรให้มีความเหมาะสมกับบริบทในพื้นที่นั้น

2.2 ศึกษาความคิดเห็นของเกษตรกรรวมถึงปัญหาและอุปสรรคในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรในเชิงคุณภาพเพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร

2.3 ศึกษาความต้องการหรือแรงจูงใจของเกษตรกรในการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเพื่อนำมาปรับใช้ในการวางแผน กำหนดทิศทางการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563ก คู่มือการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร ปี 2563 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมส่งเสริมการเกษตร ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพมหานคร. 78 หน้า

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563ข ระบบข้อมูลทะเบียนเกษตรกรกลาง (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.farmer.doae.go.th/farmer/report_all. (1 ธันวาคม 2563).

กิตติยา นวลหิน. 2557. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรในอำเภอป่าตอง จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 123 หน้า.

ภาวณี กฤษฎาเรืองศรี. 2556. ความคิดเห็นต่อการขึ้นทะเบียนเกษตรกรในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 111 หน้า.

ศศกร บุญยานันต์. 2558. แนวทางการพัฒนาการขึ้นทะเบียนและปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกร จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 166 หน้า.

สำนักงานเกษตรอำเภอโพธาราม. 2563. แผนพัฒนาการเกษตรอำเภอโพธาราม 5 ปี (2561-2565 ฉบับทบทวน), ราชบุรี. 170 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนและแรงงานเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/view/1ภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนและแรงงานเกษตร/TH-TH>. (15 ธันวาคม 2563).

อังคณา คล้ายสุบรรณ. 2562. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมุดทะเบียนเกษตรกรดิจิทัลในการปรับปรุงทะเบียนเกษตรกรของอาสาสมัครเกษตรในจังหวัดชัยนาท. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 127 หน้า.

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd Edition, Harper and Row, New York. 1130 p.

ความต้องการการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกรในอำเภอโกสุมพินคร จังหวัดกำแพงเพชร

Extension Needs of Off-season Longan Production for Farmers in Kosamphi Nakhon
District, Kamphaeng Phet Province

พนิดา เปรมจิตติบันเทิง^{1*}, นาริรัตน์ สีระสาร¹ และสินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม¹

Panida Premjittibanthoeng^{1*}, Nareerut Seerasarn¹ and Sineenuch Khrutmuang Sanserm¹

Received: December 19, 2022

Revised: January 12, 2023

Accepted: January 13, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study 1) social and economic conditions, 2) the conditions of off-season longan production, 3) the knowledge of off-season longan production, 4) problems and suggestions on extension of off-season longan production and 5) extension needs of off-season longan production of farmers. The population consisted of 462 farmers in Kosamphi Nakhon District, Kamphaeng Phet Province who registered with the Department of Agricultural Extension in the production year of 2021. The 215-sample size was based on Taro Yamane formula with the error value of 0.05. Structured interviews were used for data collection. Data were analyzed by descriptive statistics. The results indicated the following: Most of the farmers were male, average age of 55.03 years old. The average off-season longan planting area was 10.05 rai. The average production cost of off-season longans was 11,491.16 baht per rai. Farmers use potassium chlorate for longan flowering in June and most harvested in January. Farmers had a high level of knowledge in off-season longan production on the issue of planting and suitable conditions. Farmers had problems at a high level in 2 issues: lack of project support from the government and lack of market linkage support. The suggestion was government projects should be extension continuously for develop quality off-season longan production and create income stability with a certain market for purchase.

Keywords: extension needs, off-season, longan production, Kosamphi Nakhon district

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ 2) สภาพการผลิตลำไยนอกฤดู 3) ความรู้เกี่ยวกับการผลิตลำไยนอกฤดู 4) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดู และ 5) ความต้องการการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ เกษตรกรผู้ปลูกลำไยนอกฤดูในอำเภอโกสุมพินคร จังหวัดกำแพงเพชร ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรปี 2564 จำนวนรวมทั้งหมด 462 ราย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane (Yamane,1973) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 215 ราย และรวบรวมข้อมูลโดยวิธีสุ่มแบบง่าย

¹ วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

¹ Department of Agricultural Extension, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120

*Corresponding author: panida.prem@gmail.com

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 55.03 ปี พื้นที่ปลูกลำไยนอกฤดูเฉลี่ย 10.05 ไร่ ต้นทุนการผลิตลำไยนอกฤดูเฉลี่ย 11,491.16 บาทต่อไร่ เกษตรกรใช้สารพืชน้ำเพื่อช้กนการออกดอกลำไยในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวผลผลิตมากที่สุดในเดือนมกราคม เกษตรกรมีความรู้ในการผลิตลำไยนอกฤดูในระดับมาก ในประเด็นการปลูกและสภาพที่เหมาะสม เกษตรกรมีปัญหาในระดับมากใน 2 ประเด็นคือ ขาดการสนับสนุนโครงการจากภาครัฐ และขาดการสนับสนุนการเชื่อมโยงตลาด ข้อเสนอแนะคือ ควรมีการส่งเสริมโครงการของภาครัฐอย่างต่อเนื่อง และควรมีการสนับสนุนการเชื่อมโยงตลาดระหว่างเกษตรกรและผู้ประกอบการ เพื่อพัฒนาการผลิตลำไยนอกฤดูให้มีคุณภาพและสร้างความมั่นคงทางด้านรายได้จากการมีตลาดรับซื้อที่แน่นอน

คำสำคัญ: ความต้องการการส่งเสริม การผลิตลำไยนอกฤดู อำเภอโกสุมพินคร

คำนำ

ลำไย เป็นไม้ผลเศรษฐกิจอีกหนึ่งชนิดที่มีความสำคัญต่อประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2564 มีปริมาณการส่งออกลำไยสด 633,131 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่าการส่งออก 23,133 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ ประเทศจีน อินโดนีเซีย เวียดนาม และฮ่องกง ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกรวม 1,749,037 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2560 ที่มีจำนวน 1,183,628 ไร่ ส่วนแหล่งผลิตลำไยที่สำคัญอยู่ในเขตพื้นที่ภาคเหนือจำนวน 1,306,789 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564ก) โดยการผลิตลำไยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ ลำไยในฤดู และลำไยนอกฤดู

สำหรับปริมาณผลผลิตลำไยเขตพื้นที่ภาคเหนือ ในปี พ.ศ. 2564 แบ่งเป็นผลผลิตลำไยในฤดู จำนวน 683,435 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2563 ที่มีจำนวน 559,854 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 22 ส่วนผลผลิตลำไยนอกฤดู มีจำนวน 290,168 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2563 ที่มีจำนวน 246,560 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 18 เนื่องจากสภาพอากาศหนาวเย็นต่อเนื่อง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564ข) จากสัดส่วนปริมาณผลผลิตดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีการกระจุกตัวของผลผลิตของลำไยในฤดู (เก็บเกี่ยวผลผลิตช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม) ส่งผลให้ราคาลำไยตกต่ำ เมื่อพิจารณาราคาลำไยสดทั้งข้อ (เกรด A)

พบว่า ราคาลำไยในฤดูเฉลี่ย 22.18 บาทต่อกิโลกรัม ขณะที่นอกฤดูเฉลี่ย 27.41 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) การผลิตลำไยนอกฤดูจึงเป็นอีกทางเลือกในการลดปัญหาลดผลผลิตล้นตลาดและราคาลดลง

จังหวัดกำแพงเพชร เป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่มีการปลูกลำไยกระจายอยู่ทั้ง 11 อำเภอ โดยในปี พ.ศ. 2564 มีพื้นที่ปลูกลำไยรวม 11,682 ไร่ โดยอำเภอโกสุมพินครเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกลำไยมากที่สุดจำนวน 4,412 ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภอโกสุมพินคร, 2565) อย่างไรก็ตาม ในช่วงพ.ศ. 2563-2564 ที่ผ่านมามีการผลิตลำไยนอกฤดูยังคงต้องเผชิญกับปัญหาที่สำคัญได้แก่ มาตรการตรวจคัดกรองที่เข้มงวดทั้งการตรวจโรคแมลงศัตรูพืชของประเทศจีน ซึ่งเป็นตลาดหลักในการส่งออกลำไยของประเทศไทย ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ปัญหาคุณภาพผลผลิต รวมถึงปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติ และราคาปัจจัยการผลิตที่สูงขึ้น ซึ่งล้วนส่งผลต่อการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร

ดังนั้น จากประเด็นข้างต้นจึงจำเป็นต้องศึกษาการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดู เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ เกษตรกรผู้ปลูกลำไยนอกฤดูในอำเภอโกสุมพินคร จังหวัดกำแพงเพชร ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรปี พ.ศ. 2564 จำนวนรวมทั้งหมด 462 ราย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane (Yamane, 1973) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 215 ราย และสุ่มตัวอย่างเกษตรกรตามสัดส่วนแต่ละตำบล ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากแล้วดำเนินการเก็บข้อมูล จนกว่าจะครบตามจำนวน เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือแบบสัมภาษณ์ สำหรับสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสัมภาษณ์ มีลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิด และปลายเปิด โดยสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกลำไยนอกฤดูในอำเภอโกสุมพินคร จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพทางสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร ประกอบด้วย สภาพพื้นฐานทางสังคม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด การเป็นสมาชิกกลุ่ม การได้รับการถ่ายทอดความรู้และหน่วยงานที่ถ่ายทอดความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู ส่วนสภาพทางเศรษฐกิจ ได้แก่ พื้นที่ปลูกลำไยนอกฤดู จำนวนแรงงานในครัวเรือน ต้นทุนการผลิต ปริมาณผลผลิต ราคาผลผลิต

ตอนที่ 2 สภาพการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร ประกอบด้วย 1) สภาพทั่วไปและการปลูก ได้แก่ พันธุ์ ระยะการปลูก การตรวจวิเคราะห์ดิน ระบบการให้น้ำ 2) การชักนำการออกดอกและการปฏิบัติดูแลรักษา ได้แก่ การให้สารโปแตสเซียมคลอไรด์ การใส่ปุ๋ย โรคและแมลงศัตรูพืช การป้องกันกำจัดโรคและศัตรูพืช การตัดแต่งข้อผล ช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต 3) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การคัดแยกผลผลิต การคัดเกรด การตัดแต่งกิ่ง และแหล่งจำหน่ายผลผลิต

ตอนที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร เป็นคำถามปลายปิดให้เลือกตอบคือ ถูก หรือ ผิด จำนวน 15 ข้อ กำหนดให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูกต้องตามหลักวิชาการ และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดจากหลักวิชาการ และนำคะแนนรวมมาจัดระดับความรู้ตามเกณฑ์ในการ 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนรวม 13-15 หมายถึง ระดับมากที่สุด
คะแนนรวม 10-12 หมายถึง ระดับมาก
คะแนนรวม 6-9 หมายถึง ระดับปานกลาง
คะแนนรวม 3-5 หมายถึง ระดับน้อย
คะแนนรวม 1-3 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร ประกอบด้วย ด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู ด้านวิธีการส่งเสริม และด้านการสนับสนุน โดยเป็นคำถามแบบให้เลือกตอบ 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21– 5.00 หมายถึง มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.41– 4.20 หมายถึง มาก
คะแนนเฉลี่ย 2.61– 3.40 หมายถึง ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.81– 2.60 หมายถึง น้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.80 หมายถึง น้อยที่สุด

ตอนที่ 5 ความต้องการการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร ประกอบด้วย ด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู ด้านวิธีการส่งเสริม และด้านการสนับสนุน กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ เช่นเดียวกับตอนที่ 4

สำหรับการตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบสัมภาษณ์ในส่วนของปัญหา ข้อเสนอแนะ และความต้องการการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้เท่ากับ 0.876, 0.855 และ 0.905 ตามลำดับ ทั้งนี้ ค่าความเที่ยงที่แนะนำโดยทั่วไปนั้น ควรจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.80 ดังนั้น แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าค่าที่เหมาะสม จึงสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

เกษตรกรเป็นเพศชาย ร้อยละ 59.07 มีอายุเฉลี่ย 55.03 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 34.88 เกษตรกรเป็นกลุ่มลูกค้ำธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ร้อยละ 63.72 และเกษตรกรได้รับการฝึกอบรมการผลิตลำไยนอกฤดู 3 ครั้งต่อปี ร้อยละ 60.00 โดยเกษตรกรได้รับการฝึกอบรมด้านการผลิตลำไยนอกฤดูจากกรมส่งเสริมการเกษตร ร้อยละ 86.19

เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกลำไยนอกฤดูเฉลี่ย 10.05 ไร่ เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.44 คน สอดคล้องกับ จันทรเพ็ญ (2558) แสดง

ให้เห็นถึงขนาดจำนวนครัวเรือนภาคการเกษตรที่มีขนาดเล็ก และเมื่อพิจารณาร่วมกับอายุเฉลี่ยของเกษตรกรผู้ผลิตลำไยนอกฤดูจะเห็นว่าอายุเฉลี่ยเริ่มเข้าสู่วัยสูงอายุ และขาดการส่งต่ออาชีพการผลิตลำไยให้กับเกษตรกรรุ่นใหม่ สำหรับต้นทุนการผลิตลำไยนอกฤดูเฉลี่ย 11,491.16 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตเฉลี่ยปี 2563 โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2564ก) จำนวน 9,757.00 บาทต่อไร่ พบว่า ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นเนื่องจากค่าปัจจัยการผลิตที่สูงขึ้น ส่วนผลผลิตลำไยนอกฤดูเฉลี่ย 1,283.02 กิโลกรัมต่อไร่ และราคาผลผลิตลำไยนอกฤดูที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย 17.88 บาทต่อกิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Economic condition of off-season longan farmers in Kosamphi Nakhon District, Kamphaeng Phet Province

(n = 215)

Items	Frequency	Percentage
1. Off-season longan production area (rai)		
≤ 5	94	43.72
6 - 10	53	24.65
11 - 15	24	11.16
16 - 20	18	8.37
≥ 21	26	12.10
Min = 1 Max = 55 $\bar{x}$ = 10.05 SD = 8.766		
2. Agricultural workforce (person)		
1	29	13.49
2	99	46.05
3	61	28.37
4	20	9.30
≥ 5	6	2.79
Min = 1 Max = 10 $\bar{x}$ = 2.44 SD = 1.052		
3. Cost of off-season longan production (Baht/rai)		
≤ 9,000	77	35.81
9,001-11,000	51	23.72
11,001-13,000	17	7.91
13,001-15,000	47	21.86
≥ 15,001	23	10.70
Min = 7,000 Max = 20,000 $\bar{x}$ = 11,491.16 SD = 3,938.193		

Table 1 (continued).

(n = 215)		
Items	Frequency	Percentage
4. Average yield (kg/rai)		
$\leq 1,000$	126	58.60
1,001 – 1,500	37	17.21
1,501 – 2,000	52	24.19
Min = 700 Max = 2,000 $\bar{X}$ = 1,283.02 SD = 461.613		
5. Average selling price (Baht/kg)		
≤ 15	97	45.12
16 - 20	112	52.09
≥ 21	6	2.79
Min = 15 Max = 25 $\bar{X}$ = 17.88 SD = 2.745		

2. สภาพการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร

สภาพทั่วไปและการปลูก พบว่า เกษตรกรทั้งหมดปลูกลำไยนอกฤดูพันธุ์อีดอ สอดคล้องกับกรมวิชาการเกษตร (2559) ที่กล่าวว่า ลำไยพันธุ์อีดอเป็นที่นิยมปลูกเนื่องจากเป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีทนต่อสภาพแล้ง ทนน้ำได้ดีปานกลาง และเป็นพันธุ์ที่สามารถจำหน่ายได้ทั้งในรูปแบบผลสด และแปรรูปสำหรับระยะการปลูกลำไยนอกฤดู พบว่า เกษตรกรร้อยละ 42.33 ใช้ระยะการปลูก 8x8 เมตร ซึ่งเป็นระยะเหมาะสมในการจัดการ เช่น การตัดแต่งกิ่งเพื่อควบคุมทรงพุ่ม และสามารถให้ประโยชน์จากระยะห่างระหว่างต้นในการปลูกพืชเสริม เป็นต้น ด้านการตรวจวิเคราะห์ดิน พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 90.23 ไม่มีการตรวจวิเคราะห์ดิน สอดคล้องกับจันทร์เพ็ญ (2558) พบว่า เกษตรกรมีการเก็บตัวอย่างดินและนำไปวิเคราะห์จำนวนน้อยและปฏิบัติไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เนื่องจากเกษตรกรยังไม่เล็งเห็นความสำคัญซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสร้างความเข้าใจและให้ความรู้แก่เกษตรกรเพื่อให้เกิดการนำไปปฏิบัติมากขึ้น

การชักนำการออกดอกและการปฏิบัติดูแลรักษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารโพแทสเซียมคลอเรตโดยการฉีดพ่นทางใบเพื่อชักนำการออกดอกของลำไยในช่วงเดือนมิถุนายน ร้อยละ 69.30 เพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์

(เทศกาลปีใหม่ และตรุษจีน) สำหรับการปฏิบัติดูแลรักษาลำไยนอกฤดู เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตาม เกษตรกรร้อยละ 60.93 ไม่ได้ทำการตัดแต่งซ่อผล ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลผลิต ความสอดคล้องกับ วงศ์ลักณ์ และคณะ (2564) พบว่า ผลผลิตลำไยโดยรวมยังขาดคุณภาพผลมีขนาดไม่สม่ำเสมอ เนื่องจาก เกษตรกรยังยึดติดกับการผลิตแบบเดิม ทั้งนี้ พบประเด็นที่สามารถสนับสนุนการวางแผนการส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คือ ควรเพิ่มการให้ข้อมูลเชิงปริมาณ (ผลผลิต รายได้ ระยะเวลาการจัดการ) และคุณภาพผลผลิตที่ดีกว่าจากการตัดแต่งกิ่งและซ่อผลแก่เกษตรกรที่มีรายได้จากลำไยน้อยหรือมีพื้นที่ปลูกลำไยมาก นอกจากประเด็นดังกล่าวยังพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เผชิญกับปัญหาโรคพุ่มแจ้หรือโรคพุ่มไม้กวาด เพลี้ยแป้ง ซึ่งเกษตรกรป้องกันและกำจัดโรคและแมลงโดยใช้สารเคมี และมีเกษตรกรเพียงร้อยละ 28.84 ใช้สารชีวภัณฑ์ในการกำจัดโรคและแมลง

การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยนอกฤดู พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 73.49 เก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนมกราคม เนื่องจาก เป็นช่วงเทศกาลสำคัญตลาดมีความต้องการสูง โดยเกษตรกรส่วนใหญ่

จำหน่ายผลผลิตให้กับพ่อค้าคนกลางในพื้นที่ในรูปแบบของการเหมาสวน สอดคล้องกับ สายสุณีย์ (2558) โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จำหน่ายผลผลิตลำไยนอกฤดูแบบเหมาสวนโดยผู้รับซื้อจะดำเนินการเก็บเกี่ยวและจัดหาแรงงาน ซึ่งสอดคล้องกับขนาดของแรงงานภาคเกษตรในครัวเรือนที่มีขนาดเล็ก และเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนแรงงาน นอกจากนี้ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกษตรกรร้อยละ 98.14 ทำการตัดแต่งกิ่งลำไย เพื่อเตรียมความพร้อมของต้นในฤดูกาลผลิตต่อไป สอดคล้องกับ พาวิน (2561) ที่ระบุว่า การตัดแต่งกิ่งจะช่วยกระตุ้นการแตกใบ ลดความสูงของทรงพุ่ม ลดการระบาดของโรค และแมลง ลดการโค่นล้มหรือการใช้ไม้ค้ำยัน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและผลผลิตมีคุณภาพ

3. ความรู้เกี่ยวกับการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร

ระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ย 11.47 คะแนน (ต่ำสุด 7 คะแนน สูงสุด 14 คะแนน) ซึ่งในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะในประเด็นการปลูกและสภาพที่เหมาะสม สอดคล้องกับ จันทรพิชญ์ (2558) พบว่า

เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการผลิตลำไยนอกฤดูในภาพรวมระดับมาก แต่เมื่อพิจารณาในประเด็นย่อยพบว่า เกษตรกรมีความรู้ด้านวิธีการราดสารและการจัดการต้นระยะออกดอกจนถึงก่อนการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาค้างนี้ที่เกษตรกรมีความรู้ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวในประเด็นมาตรฐานชั้นคุณภาพของลำไยน้อยที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าเกษตรกรยังขาดความเข้าใจ หรือยังไม่ได้ให้ความสำคัญรายละเอียดด้านมาตรฐานชั้นคุณภาพของลำไย

4. ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร

4.1 ปัญหาในการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.49) เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายประเด็นพบว่า เกษตรกรมีปัญหาในประเด็นด้านการสนับสนุน (ค่าเฉลี่ย 4.04) รองลงมาด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.49) ด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.43) ด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.33) และด้านการส่งเสริมแบบมวลชน (ค่าเฉลี่ย 3.15) ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Summary of farmers' problems on extension for off-season longan production

(n = 215)				
Problems	$\bar{x}$	S.D.	Level	Ranking
1. Knowledge of off-season longan production	3.49	0.472	high	2
2. Individual Methods	3.43	0.684	high	3
3. Group Methods	3.33	0.599	moderate	4
4. Mass Methods	3.15	0.619	moderate	5
5. Support	4.04	0.673	high	1
Total	3.49	0.609	high	

ปัญหาการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร แต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

(1) ด้านการสนับสนุน พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.04) ประกอบด้วย 3 ประเด็นคือ ขาดการสนับสนุนโครงการจากภาครัฐที่ต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 4.11) รองลงมา ขาดการสนับสนุนการเชื่อมโยงตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.05) และขาดการ

สนับสนุนปัจจัยการผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.95) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาดังกล่าวอาจเนื่องมาจาก เกษตรกรต้องเผชิญกับต้นทุนการผลิตที่สูงจากราคาปัจจัยการผลิตที่มีราคาสูงขึ้น เช่น ค่าปุ๋ยเคมี ค่าแรงงาน เป็นต้น รวมทั้งยังขาดการรวมกลุ่มเพื่อสร้างอำนาจในการต่อรอง

(2) ด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.49) โดยมีประเด็นปัญหาด้านความรู้ระดับมาก 5 ประเด็นย่อย คือ ขาดความรู้ในการจัดการโรคและแมลง (ค่าเฉลี่ย 4.05) รองลงมาขาดความรู้ในการแปรรูปผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.04) ขาดความรู้ในการจัดการดินและปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 3.93) ขาดความรู้ในการตัดแต่งข้อผล (ค่าเฉลี่ย 3.91) ขาดความรู้เรื่องการบริหารจัดการน้ำ (ค่าเฉลี่ย 3.52)

(3) ด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.42) โดยประเด็นปัญหา ระดับมากมี 1 ประเด็นย่อยคือ เจ้าหน้าที่เยี่ยมเยียนเกษตรกรไม่ทั่วถึง (ค่าเฉลี่ย 3.67)

(4) ด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.33) โดยประเด็นปัญหา ระดับมากมี 1 ประเด็นย่อยคือ เจ้าหน้าที่ขาดการจัดทำแปลงสาธิตการผลิตลำไยนอกฤดูเพื่อให้กลุ่มเกษตรกรได้เรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.50)

(5) ด้านการส่งเสริมแบบมวลชน พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.15) ประกอบด้วย 3 ประเด็นย่อยคือ หน่วยงานขาดจัดทำเอกสาร คู่มือ หรือแผนปฏิบัติงานการผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.24) รองลงมาหน่วยงานขาดการประชาสัมพันธ์องค์ความรู้การผลิตลำไยนอกฤดูให้เกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.16) และหน่วยงานขาดการทำสื่อการเรียนรู้ด้านการผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.04)

4.2 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกรภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.52) เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายประเด็น พบว่า ด้านการสนับสนุน (ค่าเฉลี่ย 4.08) รองลงมา ด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.52) ด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.46) ด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.40) และด้านการส่งเสริมแบบมวลชน (ค่าเฉลี่ย 3.16) ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Summary of farmers' suggestions on extension for off-season longan production

(n = 215)

Suggestions	$\bar{x}$	S.D.	Level	Ranking
1. Knowledge of off-season longan production	3.46	0.397	high	3
2. Individual Methods	3.52	0.483	high	2
3. Group Methods	3.40	0.473	moderate	4
4. Mass Methods	3.16	0.637	moderate	5
5. Support	4.08	0.613	high	1
Total	3.52	0.521	high	

ข้อเสนอแนะการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร แต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

(1) ด้านการสนับสนุน พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.08) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะระดับมาก 3 ประเด็นย่อย คือ ควรมีการส่งเสริมโครงการอย่างต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 4.13) รองลงมาควรมีการสนับสนุนการเชื่อมโยงตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.11) และ ควรสนับสนุนปัจจัยการผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.00)

(2) ด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.52) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะระดับมาก 1 ประเด็นย่อยคือ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรลงไปติดตามแปลงเกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 3.74)

(3) ด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.46) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะระดับมาก 4 ประเด็นย่อยคือ ควรมีการฝึกอบรมให้ความรู้ด้านการจัดการโรค

และแมลงศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 4.09) รองลงมา ควรมีการฝึกอบรมให้ความรู้ด้านการจัดการดินและปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 4.00) ควรมีการฝึกอบรมให้ความรู้ด้านการแปรรูปผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.86) และควรมีการฝึกอบรมให้ความรู้ด้านการบริหารจัดการน้ำ (ค่าเฉลี่ย 3.73)

(4) ด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม พบว่าเกษตรกรมีข้อเสนอแนะระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.40) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะระดับปานกลาง 3 ประเด็นย่อย คือ เจ้าหน้าที่ควรจัดทำแปลงสาธิตหรือแปลงเรียนรู้ให้แก่กลุ่มเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.42) เจ้าหน้าที่ควรมีการจัดกิจกรรมไปศึกษาเรียนรู้นอกสถานที่เพื่อให้กลุ่มเกษตรกรเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับผู้ประสบความสำเร็จ (ค่าเฉลี่ย 3.40) และ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรจัดการอบรมถ่ายทอดความรู้การผลิตลำไยนอกฤดูให้เกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 3.38)

(5) ด้านการส่งเสริมแบบมวลชน พบว่าเกษตรกรมีข้อเสนอแนะระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.16) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะระดับปานกลาง 3 ประเด็นย่อย คือ หน่วยงานควรมีการจัดทำวิทยุทัศน์เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้การผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.18) รองลงมาคือ หน่วยงานควรมีการ

จัดทำเอกสาร คู่มือ หรือแผ่นพับด้านการผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.17) และหน่วยงานควรเพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ด้านการผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.14) ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของสื่อช่องทางออนไลน์ที่มีความกระชับ เข้าใจ และเข้าถึงได้ง่าย

5. ความต้องการการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร

ความต้องการในการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกรในภาพอยู่ในระดับมาก โดยความต้องการอันดับแรก คือ ด้านการสนับสนุน (ค่าเฉลี่ย 4.17) ประกอบด้วย การสนับสนุนภายใต้โครงการต่างๆ กิจกรรมเชื่อมโยงตลาดลำไยนอกฤดูระหว่างผู้ประกอบการและเกษตรกร และการสนับสนุนปัจจัยการผลิต เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ นูหงา (2561) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐในระดับมาก สำหรับประเด็นความต้องการอันดับรองลงมา ได้แก่ ด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 4.01) ด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.57) ด้านการส่งเสริมแบบมวลชน (ค่าเฉลี่ย 3.47) และด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.41) ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Summary of farmers' needs on extension for off-season longan production

(n = 215)

Needs	$\bar{x}$	S.D.	Level	Ranking
1. Knowledge of off-season production	3.57	0.351	high	3
2. Individual Methods	4.01	0.436	high	2
3. Group Methods	3.41	0.461	moderate	5
4. Mass Methods	3.47	0.485	high	4
5. Support	4.17	0.555	high	1
Total	3.73	0.458	high	

ความต้องการในการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร แต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

1. ด้านการสนับสนุน พบว่า เกษตรกรมีความต้องการระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.17) โดยมีประเด็นความต้องการระดับมาก 3 ประเด็นย่อย คือ การ

สนับสนุนภายใต้โครงการต่างๆ เช่น โครงการประกันรายได้ โครงการสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ เป็นต้น (ค่าเฉลี่ย 4.21) รองลงมากิจกรรมเชื่อมโยงตลาดลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 4.18) และการสนับสนุนปัจจัยการผลิต เช่น กิ่งพันธุ์ แม่ปุ๋ย เป็นต้น (ค่าเฉลี่ย 4.11)

2. ด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล พบว่า เกษตรกรมีความต้องการระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.01) โดยมีประเด็นความต้องการระดับมาก 3 ประเด็นย่อย คือ เจ้าหน้าที่เยี่ยมเยียนเกษตรกรในแปลง เพื่อติดตามสถานการณ์และให้คำแนะนำ (ค่าเฉลี่ย 4.19) รองลงมา เจ้าหน้าที่มีหน่วยให้คำปรึกษาการผลิตลำไยนอกฤดู ณ สำนักงานเกษตรอำเภอ (ค่าเฉลี่ย 4.04) และเจ้าหน้าที่ให้บริการผ่านช่องทางโทรศัพท์มือถือ หรือช่องทางออนไลน์ เช่น กลุ่มไลน์ เพื่อติดต่อหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.79)

3. ด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดู พบว่า เกษตรกรมีความต้องการระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.57) โดยมีประเด็นความต้องการระดับมาก 5 ประเด็นย่อย คือ การจัดการโรคและแมลง (ค่าเฉลี่ย 4.16) รองลงมา การจัดการดินและปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 4.09) การบริหารจัดการน้ำ (ค่าเฉลี่ย 3.92) การแปรรูปผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.81) และการใช้สารพืชรักษาพืชผลระหว่างการชักนำการออกดอก (ค่าเฉลี่ย 3.50)

4. ด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน พบว่า เกษตรกรมีความต้องการระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.47) โดยมีประเด็นความต้องการระดับมาก 3 ประเด็นย่อย คือ การประชาสัมพันธ์ให้ความรู้การผลิตลำไยนอกฤดูแก่เกษตรกรเช่น วิทยุกระจายเสียง/เสียงตามสาย/หอกระจายข่าว (ค่าเฉลี่ย 3.49) รองลงมาคือ การทำวิดิทัศน์เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ด้านการผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.47) และการจัดทำเอกสาร คู่มือแผ่นพับด้านการผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.44)

5. ด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม พบว่า เกษตรกรมีความต้องการระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.41) โดยมีประเด็นความต้องการระดับมาก 1 ประเด็นย่อย คือ การจัดทำแปลงสาธิตการผลิตลำไยนอกฤดู (ค่าเฉลี่ย 3.44)

สรุป

เกษตรกรผู้ปลูกลำไยนอกฤดูในอำเภอโกสุมพินคร จังหวัดกำแพงเพชร ส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ยค่อนข้างมาก สะท้อนให้เห็นว่าแรงงานภาคการเกษตรเริ่มเข้าสู่สังคมผู้สูงวัย รวมทั้งขาดการส่งต่ออาชีพการเกษตรแก่ลูกหลาน สำหรับพื้นที่ปลูกลำไย

นอกฤดูเฉลี่ย 10.05 ไร่ ต้นทุนการผลิตลำไยนอกฤดูเฉลี่ย 11,491.16 บาทต่อไร่ ด้านการผลิตเกษตรกรนิยมผลิตลำไยพันธุ์อีดอ มีการใช้สารพืชรักษาพืชผลระหว่างการชักนำการออกดอก ลำไยในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวผลผลิตมากที่สุดในเดือนมกราคม แต่เกษตรกรยังขาดการตรวจวิเคราะห์ดินและการตัดแต่งข้อผล ทั้งนี้ ด้านความรู้การผลิตลำไยนอกฤดูเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ระดับมากในประเด็นการปลูกและสภาพที่เหมาะสม นอกจากนี้เกษตรกรมีความคิดเห็นต่อปัญหาข้อเสนอแนะ และความต้องการการส่งเสริมการผลิตลำไยนอกฤดูสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เกษตรกรให้ความสำคัญระดับมาก ในด้านการสนับสนุนที่ประกอบด้วย การสนับสนุนโครงการของภาครัฐอย่างต่อเนื่อง เช่น โครงการประกันรายได้สินค้าเกษตรเป็นต้น การสนับสนุนปัจจัยการผลิต และการส่งเสริมการเชื่อมโยงการตลาดระหว่างผู้ประกอบการและเกษตรกร สำหรับวิธีส่งเสริมที่เกษตรกรต้องการระดับมาก คือ การส่งเสริมแบบรายบุคคล โดยต้องการเจ้าหน้าที่เยี่ยมเยียนเกษตรกรในแปลง เพื่อติดตามสถานการณ์ และให้คำแนะนำ อย่างไรก็ตาม การผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกรที่ผ่านมายังเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ ส่งผลให้ยังต้องการความรู้ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยประเด็นสำคัญที่เกษตรกรต้องการคือ การจัดการโรคและแมลงศัตรูพืชให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ การจัดการดินและปุ๋ย การบริหารจัดการน้ำ การแปรรูปผลผลิต และการใช้สารพืชรักษาพืชผลระหว่างการชักนำการออกดอก ซึ่งเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรเน้นการประชาสัมพันธ์ และถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรในประเด็นดังกล่าว ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพผลผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกร

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร

เกษตรกรควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาการผลิต โดยเฉพาะด้านการจัดการดิน

การตรวจวิเคราะห์ดินเพื่อให้ทราบความอุดมสมบูรณ์หรือปัญหาของดินในแปลง ตลอดจนการจัดการโรคแมลงศัตรูพืชโดยใช้สารชีวภัณฑ์ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนในส่วนของการเคมีได้ รวมถึงประเด็นการตัดแต่งข้อผลเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพ ได้ขนาดผลที่สม่ำเสมอ

1.2 ข้อเสนอแนะต่อเจ้าหน้าที่

เจ้าหน้าที่ควรส่งเสริมให้ความรู้แก่เกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและปฏิบัติได้ตามหลักวิชาการ มีการจัดทำแปลงสาธิตด้านการผลิตลำไยนอกฤดู เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้และถ่ายทอดความรู้ เทคโนโลยี รวมทั้งให้เกษตรกรได้เห็นผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมจากการปฏิบัติในแปลงสาธิตสู่การนำไปปรับใช้ในแปลงของเกษตรกร

1.3 ข้อเสนอแนะต่อหน่วยงาน

การสนับสนุนในด้านปัจจัยการผลิต การผลักดันโครงการที่สำคัญอย่างต่อเนื่อง และการเชื่อมโยงตลาดระหว่างเกษตรกรและผู้รับซื้อในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทำเกษตรพันธสัญญา ที่จะช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรมีความมั่นคงทางด้านรายได้ ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือเทคโนโลยี การป้องกันความเสี่ยงจากปัจจัยภายนอก ขณะเดียวกันผู้ประกอบการก็จะได้รับผลผลิตที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานตามระยะเวลาที่กำหนด อันจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาตั้งแต่ต้นน้ำไปจนถึงปลายน้ำ ตลอดจนการบูรณาการร่วมกันระหว่างหน่วยงานเพื่อส่งเสริมการสร้างเกษตรกรรุ่นใหม่ ดึงคนรุ่นใหม่เข้าสู่ภาคการเกษตรซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการผลิตลำไยนอกฤดู

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาในประเด็นอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุม เช่น การเปรียบเทียบต้นทุนผลตอบแทน และคุณภาพลำไยในฤดูและนอกฤดู การเพิ่มมูลค่า รวมไปถึงด้านการตลาดลำไยนอกฤดู เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2559. การผลิตลำไยนอกฤดู. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/share/showthread.php?tid=1176> (1 กุมภาพันธ์ 2565).

www.doa.go.th/share/showthread.php?tid=1176 (1 กุมภาพันธ์ 2565).

จันทร์เพ็ญ จำวงศ์. 2558. การผลิตลำไยคุณภาพนอกฤดูของเกษตรกรอำเภออดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 126 หน้า.

บุหงา จินดาวานิชสกุล. 2561. แนวทางการส่งเสริมเกษตรแปลงใหญ่ในการผลิตลำไยนอกฤดู จังหวัดสระแก้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 118 หน้า.

พาวิน มะโนชัย. 2561. การผลิตลำไยคุณภาพ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.arda.or.th/datas/file/การผลิตลำไยคุณภาพ.pdf> (5 เมษายน 2565).

วงศ์ลักษณ์ วงศ์ศิริ วรทัศน์ อินทร์คัมพร สุรพล เศรษฐบุตร และเสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ. 2564. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตลำไยคุณภาพด้วยการตัดแต่งกิ่งและข้อผลของกลุ่มเกษตรกรลำไยแปลงใหญ่ในอำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง. วารสารแก่นเกษตร 49(ฉบับพิเศษ1): 697-702.

สายสุนีย์ สายวงศ์กิจ. 2558. การตัดสินใจผลิตลำไยนอกฤดูของเกษตรกรผู้ปลูกลำไยในจังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 107 หน้า.

สำนักงานเกษตรอำเภอโกสุมพินคร. 2565. แผนพัฒนาการเกษตรระดับอำเภอ ปี 2565. กำแพงเพชร. 55 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564ก. ลำไย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.agriman.doe.go.th/home/news/2564/08longan.pdf> (10 กุมภาพันธ์ 2565).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564ข. ลำไยภาคเหนือ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข่าว%20สศก/36986/TH-TH> (5 เมษายน 2565).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ลำไย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2565/08longan.pdf> (10 กุมภาพันธ์ 2565).

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd Edition, Harper and Row, New York. 1130 p.

การประเมินความทนร้อนของพริกกะเหรี่ยงโดยวิธี Membrane Thermal Stability

Assessment of Heat Tolerance of Karen Chili by Membrane Thermal Stability Method

ณัฐกานต์ สุขเจริญ¹ วิมลสิริ ฟั่นชมภู¹ อัญมณี อาวูชานนท์¹ และปิยะณัฐ ฎกามาต^{1*}

Natthakran Sukcharoen¹, Wimon Siri Fuenchompoo¹, Anyamanee Auvuchanon¹ and Piyanath Pagamas¹

Received: November 8, 2022

Revised: January 23, 2023

Accepted: January 30, 2023

Abstract: Assessing the heat tolerance of Karen chili by growing test is time consuming and expensive. The effectiveness of the Membrane Thermal Stability (MTS) technique to assess the heat tolerance of 33 accessions of Karen chili was evaluated. The experimental design was CRD. Seedlings were transplanted into 10 inches pots with the planting material of loam soil, coconut coir, rice husk, and manure (1:1:1:1). Chili plants at 2 months after transplanting were moved into the control greenhouses (36.0/24.7±2°C, average day/night temperature) and the high temperatures greenhouse (42.0/26.0±2°C). Heat tolerance was evaluated at 16 weeks after transplanting by scoring as 1-4 point from sensitive to heat tolerant. The MTS (%) was evaluated at 50 and 55°C for 30 min. The results showed that Karen chili could be divided into 4 groups by the heat tolerance score as followed; the heat tolerant group (14 accessions), the moderate heat tolerant group (14 accessions), the moderately heat sensitive group (3 accessions) and the heat sensitive group (2 accessions). The high relationship between the heat tolerance score and MTS (%) at 50°C for 30 min was showed with R-square 0.6741 that could be used for heat tolerance evaluation of Karen chili.

Keywords: Membrane thermal stability, species assessment, high temperature

บทคัดย่อ: การประเมินความทนร้อนของพริกกะเหรี่ยงโดยการปลูกทดสอบต้องใช้เวลาและมีค่าใช้จ่ายสูง การทดลองนี้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิค Membrane Thermal Stability (MTS) เพื่อประเมินความทนร้อนของพริกกะเหรี่ยง 33 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ CRD ปลูกพริกกะเหรี่ยงในกระถางขนาด 10 นิ้ว โดยมีวัสดุปลูก คือ ดินร่วน ขุยมะพร้าว แกลบ และ ปุ๋ยคอก (1:1:1:1) เมื่อต้นพริกมีอายุครบ 2 เดือนหลังย้ายกล้า ย้ายต้นพริกไปไว้ในโรงเรือนอุณหภูมิปกติ (36.0/24.7±2 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิเฉลี่ยกลางวัน/กลางคืน) และในโรงเรือนอุณหภูมิสูง (42.0/26.0±2 องศาเซลเซียส) ประเมินความทนทานต่ออุณหภูมิสูงในสัปดาห์ที่ 16 หลังจากย้ายกล้า โดยการให้คะแนน 1-4 จากอ่อนแอถึงทนทาน และประเมินค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากคะแนนความทนร้อนสามารถแยกพริกกะเหรี่ยงเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มทนทาน (14 สายพันธุ์) กลุ่มค่อนข้างทนทาน (14 สายพันธุ์) กลุ่มค่อนข้างอ่อนแอ (3 สายพันธุ์) และกลุ่มอ่อนแอ (2 สายพันธุ์) และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R-square) ระหว่างคะแนนความทนร้อนและค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 0.6741 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง จึงสามารถใช้ประเมินความทนร้อนของพริกกะเหรี่ยงได้

คำสำคัญ: Membrane thermal stability, การประเมินพันธุ์, อุณหภูมิสูง

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

*Corresponding author: agrpnpp@ku.ac.th

คำนำ

พริก (*capsicum* spp.) อยู่ในตระกูล Solanaceae เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ (วิลาวรัตน์, 2558) ในปี พ.ศ. 2559 มูลค่าการส่งออก 10 อันดับของเมล็ดพันธุ์พืชควบคุมของไทย คิดเป็นร้อยละ 90 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด (5,551 ล้านบาท) โดยเมล็ดพันธุ์พริกมีส่วนการส่งออกเป็นลำดับที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 11 และในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์พริก ให้เมล็ดพันธุ์พริก 28 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่า 220 ล้านบาท ให้ผลผลิต 420,000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่า 7,560 ล้านบาท ซึ่งมีการนำไปแปรรูปและบริโภคสดในประเทศ รวมถึงมีการส่งออกในรูปแบบผลสดแช่เย็นและแปรรูป (สมพร, 2560) และในปี พ.ศ. 2564 ปริมาณการส่งออกเมล็ดพันธุ์พริกโดยรวม 47,087.08 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 674,280,120.01 บาท (พัชราภรณ์, 2564) พริกจะเหี่ยวเป็นพริกชนิดหนึ่งที่เป็นนิยมของผู้บริโภคและโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีความเผ็ดมากและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว (จานุลักษณะ, 2557) จัดอยู่ในกลุ่มพริกขี้นุขนาดเล็กสายพันธุ์พื้นเมือง (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2556) ชนิดผลเล็กเมื่อผลอ่อนจะมีสีเขียวเข้ม ถ้าแก่จัดหรือสุกจะมีสีแดง และชนิดผลใหญ่เมื่อผลอ่อนจะมีสีเขียวอมเหลืองอ่อน เมื่อแก่จัดจะมีสีส้มและผิวมัน (ดำรงค์, 2552) พันธุ์ปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก กาญจนบุรี และ เพชรบุรี (จานุลักษณะ และคณะ, 2559) และปัจจุบันได้ขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นในเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ปัญหาภาวะโลกร้อน (Global warming) ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเห็นได้จากความแปรปรวนของฤดูกาลที่ปรากฏ ช่วงฤดูร้อนที่ยาวนานขึ้นและฤดูหนาวที่สั้นลง อีกทั้งฝนไม่ตกตามฤดูกาล ทำให้บางพื้นที่ต้องประสบกับปัญหาภัยแล้ง (มนนภา, 2562) จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในทศวรรษที่ 2100 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของประเทศไทยจะสูงขึ้นทุกพื้นที่ประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส และในบางพื้นที่ปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มลดลง (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552) เช่นเดียวกับรายงานของ WMO (2020)

พบว่าอุณหภูมิทั่วโลกในปี 2020 (เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม) อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น 1.2 ± 0.1 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งสภาวะเครียดจากอุณหภูมิสูงเป็นปัญหาที่สำคัญในระบบการผลิตพืช เนื่องจากมีผลกระทบต่อทั้งการเจริญเติบโต พัฒนาการ ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต (ช่อแก้ว, 2562) อุณหภูมิสูงทำให้เปอร์เซ็นต์การติดผล น้ำหนักต่อผล จำนวนเมล็ดต่อผล และความมีชีวิตของ pollen ลดลง จึงไปยับยั้งกระบวนการปฏิสนธิ (Erickson and Markhart, 2002) อุณหภูมิสูงส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง ทั้งอัตราการงอก ความแข็งแรง การสะสมน้ำหนัสด น้ำหนักแห้ง และขนาดของเมล็ดพันธุ์ลดลง (Pagamas and Nawata, 2007) ความเครียดจากความร้อนยังส่งผลทำให้การสะสมปริมาณแป้ง โปรตีน และน้ำมันของเมล็ดลดลง ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทำให้น้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ลดลง (Wilhelm et al., 1999)

ในอดีตการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูงนั้น ทำโดยการปลูกทดสอบ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย เทคนิค Membrane thermal stability (MTS) เป็นเทคนิคที่สามารถประเมินความทนทานของเยื่อหุ้มเซลล์พืชต่ออุณหภูมิสูงได้ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้คัดเลือกสายพันธุ์พืชที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูงเนื่องจากการคัดเลือกที่ง่าย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย และมีรายงานการทดลองใช้เทคนิค MTS ในการทดสอบความทนทานต่อความเครียดเนื่องจากสภาพแวดล้อมได้ เช่น การประเมินความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของฟักทอง (กิตติราช, 2554) การประเมินความทนทานต่ออุณหภูมิสูงในข้าวสาลี (Ibrahim and Quick, 2001) และการประเมินความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของพริกหวาน (Anderson et al., 1990) เป็นต้น ดังนั้นจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิค MTS การประเมินความทนร้อนของพริกจะเหี่ยวสายพันธุ์ต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับการประเมินความทนร้อนของพริกจะเหี่ยวในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ใช้พริกกะเหรี่ยง พันธุ์การค้าจำนวน 1 พันธุ์ คือ Wiang Ping และเชื้อพันธุ์กรรมพริกกะเหรี่ยงที่รวบรวมโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน (TVRC) ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 32 accessions คือ CA024, CA079, CA080, CA081, CA083, CA141, CA150, CA151, CA153, CA158, CA159, CA160, CA187, CA188, CA199, CA287, CA350, CA355, CA861, CA1187, CA1188, CA1189, CA1190, CA2748, CA2751, CA2753, CA2757, CA276, CA2773, CA2775, CA2776 และ CA2778

1. การประเมินความทนร้อนของพริกกะเหรี่ยง โดยการให้คะแนน

เพาะเมล็ดพันธุ์พริกกะเหรี่ยง ในถาดเพาะ โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด ย้ายลงปลูกในกระถางพลาสติก

ขนาด 10 นิ้ว มีวัสดุปลูก คือ ดินร่วน:แกลบดิบ:ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:1:1:1 เมื่อต้นพริกมีอายุครบ 8 สัปดาห์หลังย้ายกล้า ย้ายต้นพริกเข้าไปในโรงเรือนที่สภาพอุณหภูมิปกติ ($36.0/24.7 \pm 2$ องศาเซลเซียส, อุณหภูมิเฉลี่ยกลางวัน/กลางคืน ความชื้นสัมพัทธ์ 75.0%) และในโรงเรือนสภาพอุณหภูมิสูง อุณหภูมิในช่วงกลางวันอยู่ระหว่าง 42 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ตั้งแต่ 10.00-16.00 น. และอุณหภูมิกกลางคืนอยู่ระหว่าง 26.0 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 78.9% ประเมินความทนทานต่ออุณหภูมิสูงในสัปดาห์ที่ 8 หลังย้ายเข้าโรงเรือน (เป็นระยะที่พริกกะเหรี่ยงเริ่มออกดอก) โดยการให้คะแนน 1-4 คะแนน จากอ่อนแอถึงทนทานต่ออุณหภูมิสูง ดังนี้ 4 คะแนน เจริญเติบโตดีหรือลดลงเล็กน้อย, 3 คะแนน เจริญเติบโตลดลงไม่เกิน 30%, 2 คะแนน เจริญเติบโตลดลงมากกว่า 50% และ 1 คะแนน เจริญเติบโตลดลงมากกว่า 70% หรือต้นตาย (Figure 1)



Figure 1 The high temperature tolerance score assessment (1-4) of Karen chilies at 16 weeks after transplanting.

2. การประเมินความทนทานต่ออุณหภูมิสูงด้วยเทคนิค Membrane Thermal Stability (MTS)

นำใบพริกที่พัฒนาเต็มที่ (ใบคู่ที่ 3 จากยอด) มาเจาะด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร นำชิ้นส่วนใบที่ได้ไปแช่ในน้ำ deionized water ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง จากนั้นนำไปวางในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (waterbath) ที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบกำหนดนำหลอดทดลองวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

นำมาวัดค่าการนำไฟฟ้า (T_1) จากนั้นนำไปนึ่งในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที เมื่อครบกำหนดวางหลอดทดลองทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาวัดค่าการนำไฟฟ้าอีกครั้ง (T_2) (Anderson *et al.*, 1990) แล้วนำมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ดังสมการของ Yildirim *et al.* (2009) ดังนี้ $MTS (\%) = [1 - (T_1/T_2)] \times 100$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้สายพันธุ์เป็น ทรีตเมนต์สายพันธุ์ละ 4 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน ด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และนำคะแนนความทนทานของพริกกะเหรี่ยง ต่ออุณหภูมิสูงกับเปอร์เซ็นต์ MTS มาวิเคราะห์ ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R-square) แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความทนทานของ พริกกะเหรี่ยงต่ออุณหภูมิสูงกับเปอร์เซ็นต์ MTS ที่ คำนวณได้จากสมการ $Y = a + bX$ โดย Y = ตัวแปร ตาม, a = ค่าคงที่หรือจุดตัดบนแกน y (intercept), b = ค่าความชัน (slope) หรือสัมประสิทธิ์ (coefficient) และ X = ค่าตัวแปรอิสระ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การประเมินความทนทานของพริกกะเหรี่ยงต่อ อุณหภูมิสูงโดยการให้คะแนน

การประเมินคะแนนความทนทานของพริก กะเหรี่ยงต่ออุณหภูมิสูง พบว่า ในสัปดาห์ที่ 16 หลัง ย้ายกล้า สามารถจัดกลุ่มสายพันธุ์พริกกะเหรี่ยงได้ เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทนทาน มีคะแนน 4 คะแนน จำนวน 14 สายพันธุ์ คือ CA079, CA080, CA083, CA158, CA187, CA199, CA1187, CA1188, CA1189, CA2751, CA2753, CA2757, CA2761 และ CA2775 กลุ่มค่อนข้างทนทาน มีคะแนน 3 คะแนน จำนวน 14 สายพันธุ์ คือ CA024, CA141, CA150, CA153, CA159, CA160, CA188, CA287, CA350, CA861, CA1190, CA2773, CA2776 และ CA2778 กลุ่มค่อนข้างอ่อนแอ มีคะแนน 2 คะแนน จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ CA151, CA355 และ Wiang Ping และกลุ่มอ่อนแอ มีคะแนน 1 คะแนน จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ CA081 และ CA2748 (Table 1)

Table 1 Heat tolerance scores of Karen chili

Accession	Heat tolerance score	Accession	Heat tolerance score
CA024	3	CA355	2
CA079	4	CA861	3
CA080	4	CA1187	4
CA081	1*	CA1188	4
CA083	4	CA1189	4
CA141	3	CA1190	3
CA150	3	CA2748	1*
CA151	2	CA2751	4
CA153	3	CA2753	4
CA158	4	CA2757	4
CA159	3	CA2761	4
CA160	3	CA2773	3
CA187	4	CA2775	4
CA188	3	CA2776	3
CA199	4	CA2778	3
CA287	3	Wiang Ping	2
CA350	3		
CV (%)		1.99	

* Chili plant was infected by disease before heat tolerance score evaluation.

2. การประเมินความทนทานต่ออุณหภูมิสูงด้วยเทคนิค Membrane Thermal Stability (MTS)

จากการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ของพริกกะเหรี่ยงสายพันธุ์ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ MTS แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 12.22-94.91% โดยพันธุ์ CA080 มีค่าเปอร์เซ็นต์ MTS สูงสุดที่ 94.91% ไม่แตกต่างกับพันธุ์ CA083 แต่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติและพันธุ์ CA355 มีค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ต่ำสุดเท่ากับ 12.22% จากค่าเปอร์เซ็นต์ MTS สามารถจัดกลุ่มสายพันธุ์พริกกะเหรี่ยงได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทนทาน มีค่าเปอร์เซ็นต์ MTS 76.73-94.91% จำนวน 14 สายพันธุ์ คือ CA024, CA079, CA080,

CA083, CA141, CA187, CA199, CA1189, CA2751, CA2753, CA2757, CA2761, CA2775 และ CA2776 กลุ่มค่อนข้างทนทานมีค่าเปอร์เซ็นต์ MTS 60.68-71.85% จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ CA150, CA158, CA188, CA160, CA1187 และ CA1188 กลุ่มค่อนข้างอ่อนแอ มีค่าเปอร์เซ็นต์ MTS 47.25-56.30% จำนวน 8 สายพันธุ์ คือ CA081, CA287, CA350, CA2748, CA861, CA1190, CA2773 และ CA2778 และกลุ่มอ่อนแอ มีค่าเปอร์เซ็นต์ MTS 12.22-39.72% จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ CA151, CA153, CA159, CA355 และ Wiang Ping (Table 2) ส่วนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ให้ค่า MTS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 3.20-8.62% (Table 2)

Table 2 MTS (%) of Karen chili at temperature of 50°C and 55°C for 30 minutes

Accession	MTS (%)	
	50°C	55°C
CA024	77.44 f ^{1/}	5.01
CA079	82.36 d	5.74
CA080	94.91 a	5.76
CA081	47.25 o	3.80
CA083	93.93 a	6.74
CA141	83.81 c	5.23
CA150	63.73 i	4.86
CA151	22.74 s	3.97
CA153	34.55 q	4.55
CA158	60.68 j	8.30
CA159	39.72 p	4.06
CA160	64.77 i	7.08
CA187	79.18 e	3.20
CA188	64.64 i	4.15
CA199	92.47 b	3.25
CA287	47.57 o	3.25
CA350	49.35 n	3.98
CA355	12.22 t	3.43
CA861	52.43 lm	4.22

Table 2 (continued).

Accession	MTS (%)	
	50°C	55°C
CA1187	68.24 h	4.06
CA1188	71.85 g	5.64
CA1189	79.38 e	7.15
CA1190	55.16 k	4.69
CA2748	51.56 m	5.04
CA2751	91.38 b	8.62
CA2753	76.73 f	5.27
CA2757	83.64 cd	4.36
CA2761	84.67 c	5.33
CA2773	53.70 l	6.30
CA2775	77.28 f	5.43
CA2776	83.33 cd	5.75
CA2778	56.30 k	4.16
Wiang Ping	25.25 r	4.75
F-test	**	ns
LSD	1.43	-
CV (%)	1.97	19.78

** significance at $p < 0.01$, ns = non-significance at $p > 0.05$

^{1/} Means followed by different letters were significantly different according to Fisher's Least Significant Difference (LSD) test.

3. ประเมินความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของคะแนนความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของพริกกะเหรี่ยงกับเปอร์เซ็นต์ MTS ด้วยการหาค่า R-square

เมื่อนำค่าคะแนนความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของพริกกะเหรี่ยงและค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R-square) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.6741 (ไม่ได้้นำค่าคะแนนและเปอร์เซ็นต์ MTS ของพริกกะเหรี่ยงสายพันธุ์ CA081 และ CA2748 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

เนื่องจากมีโรคเข้าทำลายรุนแรง) ค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีความสัมพันธ์กับคะแนนความทนทานต่ออุณหภูมิสูงค่อนข้างสูง สามารถใช้ประเมินความทนร้อนของสายพันธุ์พริกกะเหรี่ยงได้ (Figure 2) ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างสายพันธุ์ จึงไม่สามารถนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R-square) กับคะแนนความทนทานของพริกกะเหรี่ยงต่ออุณหภูมิสูงได้

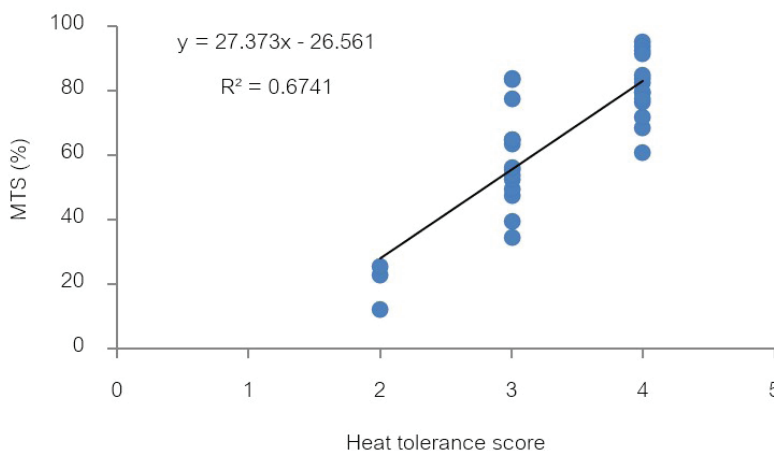


Figure 2 R-square between heat tolerance score and MTS (%) at 50°C for 30 minutes of Karen chili.

ค่าการนำไฟฟ้าถูกใช้เป็นดัชนีที่แสดงความทนทานของเยื่อหุ้มเซลล์เมื่อได้รับอุณหภูมิสูง สามารถบ่งบอกความทนทานต่ออุณหภูมิสูงในพริก (*Capsicum annuum*) ได้ (Gajanayake *et al.*, 2011; Usman *et al.*, 2015) จากการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของพริกกะเหรี่ยงจำนวน 33 สายพันธุ์ด้วยเทคนิค MTS ที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที โดยการนำค่าคะแนนความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของพริกกะเหรี่ยงกับเปอร์เซ็นต์ MTS มาวิเคราะห์ค่า R-square เพื่อหาความสัมพันธ์ พบว่า ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที สามารถแยกสายพันธุ์พริกกะเหรี่ยงได้ เนื่องจากมีค่า R-square ค่อนข้างสูง เท่ากับ 0.6741 แสดงให้เห็นว่าค่าเปอร์เซ็นต์ MTS และคะแนน ความทนร้อนมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อกัน ส่วนค่า MTS ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ไม่สามารถใช้ในประเมินความทนร้อนได้ เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบสูงเกินไป ทำให้เนื้อเยื่อของพริกกะเหรี่ยงเสียหายหมดทุกพันธุ์ เกิดการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์มาก ค่าเปอร์เซ็นต์ MTS จึงมีค่าต่ำในทุกสายพันธุ์ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ได้ เช่นเดียวกับรายงานของ Anderson *et al.* (1990) ที่ศึกษาในพริกหวานพันธุ์ Early Calwonder พบว่า ที่อุณหภูมิ 52

องศาเซลเซียส ขึ้นส่วนใบพืชที่ได้รับอุณหภูมิสูงได้รับความเสียหายมากจนไม่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ใช้ศึกษา โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 51.5 องศาเซลเซียส ในเบญจมาศ พบว่า อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถแยกความแตกต่างในการทนความร้อนของเนื้อเยื่อใบได้ แต่ก็มีบางสายพันธุ์ที่เนื้อเยื่อใบไม่สามารถทนต่อความร้อนได้ (Yeh and Lin, 2003) และ Agarie *et al.* (1995) ทำการวัดความคงตัวของเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อประเมินความทนต่อความแห้งแล้งและความร้อนในข้าว ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส, 35 องศาเซลเซียส, 40 องศาเซลเซียส, 42 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมสำหรับการทดสอบ จากการทดลองในครั้งนี้ค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับคะแนนความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของพริกกะเหรี่ยงสามารถใช้ทดสอบความทนร้อนของพริกกะเหรี่ยงได้ที่ความเชื่อมั่น 67.41%

สรุป

จากการทดลองสรุปได้ว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ MTS ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถใช้ในการประเมินความทนร้อนของสายพันธุ์พริกกะเหรี่ยงได้ โดยมีความสัมพันธ์กับคะแนนความทนร้อน มีค่า R-square เท่ากับ 0.6741

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (FF 64.1) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กิตติราช ทองทิพย์. 2554. การประเมินความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของพืชทองโดยวิธี Cell Membrane Thermostability. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 14 น.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2552. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต. ศูนย์ภูมิอากาศของพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. 129 น.
- จามลลักษณ์ ขนบดี กนกกาญจน์ รักษาศักดิ์ และสาวิตร มีจ้อย. 2557. เสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์พริกกะเหรี่ยงพันธุ์ศรีราชบุรี. วารสารแก่นเกษตร 42(3): 725-729.
- จามลลักษณ์ ขนบดี สาวิตรี มีจ้อย และจินันทนา จอมดวง. 2559. คู่มือการปลูกพริกกะเหรี่ยงแบบปลอดภัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพมหานคร. 32 น.
- ช่อแก้ว อนิลบล. 2562. การตอบสนองของสารประกอบฟีนอลในพืชภายใต้สภาวะแล้ง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 37(4): 729-734.
- ธำรงค์ เครือชุมพล. 2552. พริก. เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพมหานคร. 120 น.
- พัชราภรณ์ โรจนวรรณ. 2564. ข้อมูลทรัพยากร : ข้อมูลปริมาณและมูลค่า การส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม (รายชนิด). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://data.go.th/dataset/exportplantitem> (19 ธันวาคม 2565).
- มนนา เทพสุต. 2562. ภาวะโลกร้อน: ผลลัพธ์ที่เร่งรีบในโลกยุคอุตสาหกรรม, น. 1-10. ใน: รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ

และนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่

14. มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพมหานคร. วิลาวรรณ ไร่ครวญ. 2558. วิจัยและพัฒนาพริก. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร. 88 น.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2556. พริกกะเหรี่ยง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : <https://web2012.hrdi.or.th/media/detail/1865/การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์พริกกะเหรี่ยง/> (21 ตุลาคม 2563)
- สมพร อิศวิลานนท์. 2560. อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ของไทย: สถานภาพและความท้าทาย. การบรรยายพิเศษ น.45-51 ใน: การประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 14. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพร, ชุมพร.
- Agarie, S., N. Hanaoka, F. Kubota, W. Agata and P. B. Kaufman. 1995. Measurement of cell membrane stability evaluated by electrolyte leakage as a drought and heat tolerance test in rice (*Oryza sativa* L.). Journal-Faculty of Agriculture Kyushu University 40(2): 233-240.
- Anderson, J., G. McCollum and W. Roberts. 1990. High temperature acclimation in pepper leaves. HortScience 25(10): 1272-1274.
- Erickson, A.N. and A.H. Markhart. 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annum* L.) to elevated temperature. Plant, Cell and Environment 25(1): 123-130.
- Gajanayake, B., B.W. Trader, K.R. Reddy and R.L. Harkess. 2011. Screening ornamental pepper cultivars for temperature tolerance using pollen and physiological parameters. HortScience 46(6): 878-884.

- Ibrahim, A. M. H. and J. S. Quick. 2001. Genetic control of high temperature tolerance in wheat as measured by membrane thermal stability. *Crop Science* 41(5): 1405-1407.
- Pagamas, P. and E. Nawata. 2007. Effect of high temperature during the seed development on quality and chemical composition of chili pepper seed. *Japanese Journal of Tropical Agriculture* 51(1): 22-29.
- Usman, M.G., M.Y. Rafil, M.R. Ismail, M.A. Marek and M.A. Latif. 2015. Expression of target gene Hsp70 and membrane stability determine heat tolerance in chili pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 140(2): 144-150.
- Wilhelm, E.P., Mullen, R.E., Keeling, P.L. and G.W. Singletary. 1999. Heat stress during grain filling in maize: effect on kernel growth and metabolism. *Crop Science* 39: 1733-1741.
- WMO. 2020. State of the Global Climate 2020 Provisional Report. World Meteorological Organization, Geneva, 38 p.
- Yeh, D.M. and H.F. Lin. 2003. Thermostability of cell membranes as a measure of heat tolerance and relationship to flowering delay in chrysanthemum. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128(5): 656-600.
- Yildirim, M., B. Bahar, M. Koc and C. Barutcular. 2009. Membrane thermal stability at different developmental stages of spring wheat genotypes and their diallel cross populations. *Tarim Bilimleri Dergisi* 15(4): 293-300.

การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลเป็นแหล่งโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง

Utilization of By-product from Sugar Factory as Sources of Potassium on Growth and Yield of Cassava

รุ่งนภา จำปาทอง¹ ชัยสิทธิ์ ทองจู^{1*} ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย¹ อัญธิชา พรมเมืองคุก¹
จุฑามาศ ร่มแก้ว² พงษ์เพชร พงษ์ศิริวภัย¹ ณัฏชา ศรีหิรัญ¹ และธีรยุทธ คล้าชื่น³

Rungnapa Jampathong¹, Chaisit Thongjoo^{1*}, Tawatchai Inboonchuay¹,
Aunthicha Phommuangkhu¹, Jutamas Romkaew², Pongpet Pongsivapai¹, Natcha Sornhira¹
and Teerayut Klumchaun³

Received: December 6, 2022

Revised: February 31, 2023

Accepted: February 13, 2023

Abstract: This study investigated the utilization of by-product from sugar factory (venasses powder, VP) as sources of potassium on growth and yield of cassava (var. Huay Bong 60) planted in Kamphaeng Saen soil series. The experiment was arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications and consisted of 7 treatments. The results showed that the application of VP of 64.15 kg/rai in combination with chemical fertilizer (CF) grade 21-0-0 and 0-46-0 of 69.33 and 8.52 kg/rai, respectively ($VP_{8\% K_2O, T_7}$) provided the highest plant height and leaf greenness (SPAD unit) which were not significantly different from the application of CF based on soil chemical analysis plus 100% of the K fertilizer from the original rate ($CF_{DOA + K_{100\%}, T_4}$), the application of VP of 48.12 kg/rai in combination with CF grade 21-0-0 and 0-46-0 of 71.05 and 8.57 kg/rai, respectively ($VP_{6\% K_2O, T_6}$) and the application of CF based on soil chemical analysis plus 50% of the K fertilizer from the original rate ($CF_{DOA + K_{50\%}, T_3}$). While, all treatments that applied CF or VP in combination with CF effected insignificantly on fresh root yield, average weight/root, root width, root length, starch content, starch yield/unit area and concentration of N and P in fresh root but significantly different when comparing with the control treatment (control, T_1) that had the lowest fresh root yield, average weight/root, root width, root length, starch content, starch yield/unit area and concentration of N and P in fresh root.

Keywords: venasses powder, cassava, by-product

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

² ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

³ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130

¹ Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140.

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

³ Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130.

* Corresponding author: agrcht@ku.ac.th and thongjuu@yahoo.com

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาล (ผงกากสา) เป็นแหล่งโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 ตำรับทดลอง ผลการศึกษา พบว่า การใส่ผงกากสาอัตรา 64.15 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 69.33 และ 8.52 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($VP_{8\% K_2O}, T_7$) มีผลให้ความสูงต้นและค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 100 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม ($CF_{DOA} + K_{100\%}, T_4$) การใส่ผงกากสาอัตรา 48.12 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 71.05 และ 8.57 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($VP_{6\% K_2O}, T_6$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 50 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม ($CF_{DOA} + K_{50\%}, T_3$) ขณะที่ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากสาร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลให้ผลผลิตหัวสด น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างและความยาวหัวสด เปอร์เซ็นต์แบ่งส่วนหัวสด ผลผลิตแบ่งต่อพื้นที่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนหัวสดของมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control, T_1) ซึ่งมีผลให้ผลผลิตหัวสด น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างและความยาวหัวสด เปอร์เซ็นต์แบ่งส่วนหัวสด ผลผลิตแบ่งต่อพื้นที่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด

คำสำคัญ: ผงกากสา, มันสำปะหลัง, ผลพลอยได้

คำนำ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2564) รายงานว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 10.92 ล้านไร่ ได้ผลผลิตหัวมันสด 35.09 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ 3.21 ตัน/ไร่ ปัจจุบันมันสำปะหลังมีการส่งออกและการเปิดตลาดในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปและสาธารณรัฐประชาชนจีนมากขึ้น ประกอบกับรัฐบาลไทยได้สนับสนุนการสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 จึงส่งผลให้ความต้องการผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) โรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลพลอยได้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น กากตะกอนจากบ่อน้ำบาดน้ำเสีย และเปลือกไม้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ผลพลอยได้จากโรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) กากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตแป้งมัน เป็นต้น โดยผลพลอยได้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อยและมักก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

ในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) ที่ผ่านมามีรายงานเกี่ยวกับการนำผลพลอยได้มาใช้ประโยชน์ในแง่ปุ๋ยกับมันสำปะหลังค่อนข้างน้อย เช่น การใช้วัสดุอินทรีย์ผสมระหว่างผลพลอยได้จากโรงงานผงชูรสและขี้เถ้าลอย (ธีรยุทธ และคณะ, 2560) กากตะกอนจากบ่อน้ำบาดน้ำเสีย (ณิชากร และคณะ, 2562) ปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะ (อริศชา และคณะ, 2563) ปุ๋ยอินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ (เสฏฐวุฒิ และคณะ, 2563) เป็นต้น โพแทสเซียม (K) มีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตจากส่วนใบและต้นไปยังราก ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของธาตุโพแทสเซียมที่ดูดจากดินจะสะสมอยู่ในหัว หากดินมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำเมื่อปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันอาจมีผลให้ธาตุโพแทสเซียมในดินไม่เพียงพอ (ชาญ และคณะ, 2537) และส่งผลให้ผลผลิตของหัวลดต่ำลงอย่างชัดเจน (โชติ และคณะ, 2529) ผงกากสา (venasses powder, VP) จากโรงงานน้ำตาลมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลดำ

เกิดจากกระบวนการกำจัดน้ำกากส่าที่มีค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์และปริมาณของโพแทสเซียมสูง โดยการเผาด้วยการระเหยแห้ง (slop evaporator) และนำไปเผาค่อยด้วยเครื่อง incinerator ซึ่งผลพลอยได้จากกระบวนการดังกล่าว สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ยและลดผลกระทบด้านการจัดการกากอุตสาหกรรมได้อีกทางหนึ่ง (ThaiBev, 2557) อย่างไรก็ตาม ผงกากส่าแม้ว่าจะมีปริมาณโพแทสเซียมสูง (12-24 เปอร์เซ็นต์) แต่มีข้อจำกัดในด้าน pH ที่เป็นด่างจัดมาก ($\text{pH} > 9$) และค่าการนำไฟฟ้าที่สูงมาก (120-156 เดซิซีเมนต่อเมตร) (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2564) จึงเกิดแนวคิดในการศึกษาผลของการใช้ผงกากส่าเป็นแหล่งโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำผลพลอยได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเหมาะสมแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งของผลพลอยได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของการใช้ผงกากส่าเป็นแหล่งโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks; Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic, Soil Survey Staff, 2003) งานทดลองนี้ประกอบด้วย 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร ระยะปลูก 1×1 เมตร เก็บข้อมูลผลผลิตของมันสำปะหลังเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและ

ท้ายแถว 1 เมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง โดยรายละเอียดของตำรับทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 1) ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ดินตามหลักคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช (ทัศนีย์ และจรงค์ษ์, 2542) ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเนื้อดิน (คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558) สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 2)

ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46 % P_2O_5) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 % K_2O) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง (ตำรับทดลองที่ 2) คือ 16, 4 และ 4 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ตำรับการทดลองที่ 3 และ 4 มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและมีการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม ส่วนตำรับทดลองที่ 5, 6 และ 7 มีการใส่ผงกากส่าอัตรา 32.08, 48.12 และ 64.15 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งเทียบเท่ากับธาตุโพแทสเซียมอัตรา 4, 6 และ 8 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตเพื่อปรับให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเท่ากับอัตรา 16 และ 4 กิโลกรัม N และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ (Table 1) สำหรับสมบัติบางประการของผงกากส่าก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 3)

Table 1 Detail of treatments.

Treatments	Descriptions	Symbols	Quantity of major elements (kgN-P ₂ O ₅ -K ₂ O per rai)
T ₁	no fertilizer treatment	control	0-0-0
T ₂	the application of chemical fertilizer (CF) based on soil chemical analysis	CF _{DOA}	16-4-4
T ₃	the application of CF based on soil chemical analysis and add 50% of the K fertilizer from the original rate	CF _{DOA} +K _{50%}	16-4-6
T ₄	the application of CF based on soil chemical analysis and add 100% of the K fertilizer from the original rate	CF _{DOA} +K _{100%}	16-4-8
T ₅	the application of venasses powder (VP) of 32.08 kg/rai in combination with CF grade 21-0-0 and 0-46-0 of 72.76 and 8.61 kg/rai, respectively	VP _{4% K₂O}	16-4-4
T ₆	the application of VP of 48.12 kg/rai in combination with CF grade 21-0-0 and 0-46-0 of 71.05 and 8.57 kg/rai, respectively	VP _{6% K₂O}	16-4-6
T ₇	the application of VP of 64.15 kg/rai in combination with CF grade 21-0-0 and 0-46-0 of 69.33 and 8.52 kg/rai, respectively	VP _{8% K₂O}	16-4-8

Table 2 Chemical and physical properties of soil (0-30 cm layer) before the experiment.

Properties	Results	Rating
pH (1:1)	6.59	neutral
EC _e (dS/m)	0.50	non-saline
Organic matter (%)	0.74	low
Available P (mg/kg)	28.53	high
Exchangeable K (mg/kg)	63.74	moderate
Exchangeable Ca (mg/kg)	785	high
Exchangeable Mg (mg/kg)	66.46	moderate
Exchangeable Na (mg/kg)	117.56	-
Soil texture	sandy loam	-

Table 3 Chemical and physical properties of venasses powder (VP).

Properties	Results
pH (1:2)	10.36
EC (1:10, dS/m)	35.12
Organic matter (%)	54.84
Humic acid (%)	36.58
Total N (%)	2.24
Available P ₂ O ₅ (%)	0.12
Exchangeable K ₂ O (%)	12.47
Total Ca (%)	0.23
Total Mg (%)	1.85
Total S (%)	0.36
Total Na (%)	0.67
Total Cl (mg/kg)	0.54
Total Fe (mg/kg)	348
Total Zn (mg/kg)	158
Total B (mg/kg)	6
Moisture (%)	7.89

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นลำปะหลัง ที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น และค่าความเขียวของใบ (SPAD unit) (วัดตำแหน่ง ใบที่ 3-5 จากปลายยอด) โดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบ ผลผลิตของต้นลำปะหลังที่อายุ 12 เดือน ได้แก่ ผลผลิตหัวสด น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างและความยาวหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสด (ใช้เครื่อง Remain Scale) ผลผลิตแป้งต่อพื้นที่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในผลผลิตหัวสด (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542) จากนั้น นำข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลองมา วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม

Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) version 22

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาล (ผงกากสำ) เป็นแหล่งโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของต้นลำปะหลัง พันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของต้นลำปะหลัง

1.1 ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากสำรวมกับการใส่ปุ๋ยเคมี รวมทั้งการควบคุม (control, T₁) มีผลให้ความสูงต้นของต้นลำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ผงกากสำอัตรา 64.15 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร

21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 69.33 และ 8.52 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($VP_{8\% K_2O}^1, T_7$) มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังมากที่สุด (115.74 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 100 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม ($CF_{DOA} + K_{100\%}^1, T_4$) ที่อายุ 6 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน ส่วนที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก พบว่าการใส่ผงกากส่าอัตรา 64.15 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 69.33 และ 8.52 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($VP_{8\% K_2O}^1, T_7$) มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังมากที่สุด (318.49 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 100 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม ($CF_{DOA} + K_{100\%}^1, T_4$) การใส่ผงกากส่าอัตรา 48.12 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 71.05 และ 8.57 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($VP_{6\% K_2O}^1, T_6$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 50 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม ($CF_{DOA} + K_{50\%}^1, T_3$) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอัตราเท่ากัน (ตำรับทดลองที่ 2-7) มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน

1.2 ค่าความเขียวของใบ

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี รวมทั้งตำรับควบคุม (control, T1) มีผลให้ค่าความเขียวของใบ

มันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ ที่อายุ 3, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก พบว่าทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน ส่วนที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่าการใส่ผงกากส่าอัตรา 64.15 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 69.33 และ 8.52 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($VP_{8\% K_2O}^1, T_7$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 100 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม ($CF_{DOA} + K_{100\%}^1, T_4$) การใส่ผงกากส่าอัตรา 48.12 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 71.05 และ 8.57 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($VP_{6\% K_2O}^1, T_6$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 50 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม ($CF_{DOA} + K_{50\%}^1, T_3$) โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังที่อายุ 6 เดือนหลังปลูกมีค่าสูงที่สุด และมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการศึกษา สอดคล้องกับวิชาและคณะ (2563) ที่ทดลองกับมันสำปะหลัง ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ และการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่จะลดลงตามระยะเวลา จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ (ยงยุทธ, 2528) อย่างไรก็ตาม ตำรับควบคุม (control, T₁) มีผลให้ความสูงต้น และค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 4 Plant height of cassava at different ages.

Treatments	Plant height (cm)			
	3 MAP ^{1/}	6 MAP	9 MAP	12 MAP
T ₁ = control	63.55 ^{12/}	111.69 ^{12/}	154.85 ^{e2/}	179.38 ^{e2/}
T ₂ = CF _{DOA}	94.76 ^a	165.53 ^a	243.44 ^d	287.59 ^d
T ₃ = CF _{DOA} + K _{50%}	103.64 ^{cd}	173.62 ^{cd}	253.52 ^{bc}	306.57 ^c
T ₄ = CF _{DOA} + K _{100%}	113.51 ^a	183.62 ^{ab}	260.66 ^{ab}	314.59 ^{ab}
T ₅ = VP _{4% K2O}	96.67 ^{de}	168.48 ^{de}	247.53 ^{cd}	291.53 ^d
T ₆ = VP _{6% K2O}	106.38 ^{bc}	176.77 ^{bc}	255.37 ^{abc}	310.56 ^{bc}
T ₇ = VP _{8% K2O}	115.74 ^a	185.42 ^a	263.49 ^a	318.49 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	14.27	12.44	11.98	13.18

^{1/} Months after planting^{2/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicated significant difference at P< 0.01

Table 5 Leaf greenness (SPAD unit) of cassava at different ages.

Treatments	SPAD unit			
	3 MAP ^{1/}	6 MAP	9 MAP	12 MAP
T ₁ = control	38.58 ^{c2/}	36.59 ^{c2/}	33.68 ^{c2/}	31.56 ^{c2/}
T ₂ = CF _{DOA}	42.48 ^b	46.32 ^b	44.34 ^b	42.38 ^b
T ₃ = CF _{DOA} + K _{50%}	44.47 ^{ab}	50.57 ^a	48.32 ^{ab}	44.31 ^{ab}
T ₄ = CF _{DOA} + K _{100%}	46.42 ^a	52.30 ^a	50.25 ^a	46.23 ^{ab}
T ₅ = VP _{4% K2O}	42.57 ^b	46.48 ^b	44.55 ^b	43.47 ^{ab}
T ₆ = VP _{6% K2O}	44.62 ^{ab}	50.67 ^a	48.45 ^{ab}	45.29 ^{ab}
T ₇ = VP _{8% K2O}	46.45 ^a	52.49 ^a	50.36 ^a	47.23 ^a
F-test	*	**	**	**
C.V. (%)	12.42	11.47	11.84	12.51

^{1/} Months after planting^{2/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

* indicated significant difference at P< 0.05

** indicated significant difference at P< 0.01

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง

2.1 ผลผลิตหัวสดและน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี รวมทั้งการควบคุม (control, T₁) มีผลให้ผลผลิตหัวสดและน้ำหนัก

เฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลให้ผลผลิตหัวสดและน้ำหนักเฉลี่ย

ต่อหัวของมันสำปะหลังใกล้เคียงกันในช่วง 11.12-11.83 ตัน/ไร่ และ 0.43-0.61 กิโลกรัม/หัว ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม (control, T_1) ซึ่งมีผลให้ผลผลิตหัวสดและน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (3.41 ตัน/ไร่ และ 0.21 กิโลกรัม/หัว ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่เพิ่มขึ้น (4-8 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่) ไม่ได้มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตหัวสดและน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมในระดับปานกลาง (Table 2) ซึ่งหากดินมีธาตุโพแทสเซียมในระดับต่ำจะส่งผลให้ผลผลิตหัวสดและน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวต่ำลงอย่างชัดเจนได้ (โชติ และคณะ, 2529)

2.2 ความกว้างและความยาวหัวสด

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี รวมทั้งตัวควบคุม (control, T_1) มีผลให้ความกว้างและความยาวหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ ทุกตัวรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลให้ความกว้างและความยาวหัวสดของมันสำปะหลังใกล้เคียงกันในช่วง 5.32-5.73 และ 22.76-23.42 เซนติเมตร ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม (control, T_1) ซึ่งมีผลให้ความกว้างและความยาวหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (3.72 และ 15.43 เซนติเมตร ตามลำดับ)

Table 6 Fresh root yield, average weight/root, root width and root length of cassava at 12 MAP^{1/}.

Treatments	Fresh root yield (ton/rai)	Average weight/root (kg)	Root width (cm)	Root length (cm)
T_1 = control	3.41 ^{b2/}	0.21 ^{e2/}	3.72 ^{b2/}	15.43 ^{b2/}
T_2 = CF _{DOA}	11.12 ^a	0.43 ^d	5.32 ^a	22.76 ^a
T_3 = CF _{DOA} + K _{50%}	11.59 ^a	0.49 ^{cd}	5.64 ^a	23.18 ^a
T_4 = CF _{DOA} + K _{100%}	11.79 ^a	0.58 ^{ab}	5.71 ^a	23.38 ^a
T_5 = VP _{4% K₂O}	11.32 ^a	0.45 ^d	5.38 ^a	23.00 ^a
T_6 = VP _{6% K₂O}	11.64 ^a	0.52 ^{bc}	5.68 ^a	23.21 ^a
T_7 = VP _{8% K₂O}	11.83 ^a	0.61 ^a	5.73 ^a	23.42 ^a
F-test	**	**	**	*
C.V. (%)	14.59	8.37	9.34	10.68

^{1/} Months after planting

^{2/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

* indicated significant difference at P< 0.05

** indicated significant difference at P< 0.01

2.3 เปอร์เซ็นต์แบ่งส่วนหัวสดและผลผลิตแบ่งต่อพื้นที่

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี รวมทั้งตัวควบคุม (control, T_1) มีผลให้เปอร์เซ็นต์แบ่งส่วน

หัวสดและผลผลิตแบ่งต่อพื้นที่ของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ ทุกตัวรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลให้เปอร์เซ็นต์แบ่งส่วนหัวสด

และผลผลิตแบ่งต่อพื้นที่ของมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน ในช่วง 28.64-29.63 เปอร์เซ็นต์ และ 3.18-3.51 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม (control, T_1) ซึ่งมีผลให้เปอร์เซ็นต์

แบ่งส่วนหัวสดและผลผลิตแบ่งต่อพื้นที่ของ มันสำปะหลังน้อยที่สุด (23.52 เปอร์เซ็นต์ และ 0.80 ตัน/ไร่ ตามลำดับ)

Table 7 Starch content and starch yield of cassava at 12 MAP^{1/}.

Treatments	Starch content (%)	Starch yield (ton/rai)
T_1 = control	23.52 ^{b2/}	0.80 ^{d2/}
T_2 = CF _{DOA}	28.64 ^a	3.18 ^c
T_3 = CF _{DOA} + K _{50%}	29.13 ^a	3.38 ^{ab}
T_4 = CF _{DOA} + K _{100%}	29.57 ^a	3.49 ^a
T_5 = VP _{4% K₂O}	28.72 ^a	3.25 ^{bc}
T_6 = VP _{6% K₂O}	29.24 ^a	3.40 ^a
T_7 = VP _{8% K₂O}	29.63 ^a	3.51 ^a
F-test	*	**
C.V. (%)	9.39	10.56

^{1/} Months after planting

^{2/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

* indicated significant difference at $P < 0.05$

** indicated significant difference at $P < 0.01$

2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตหัวสด

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี รวมทั้งตัวควบคุม (control, T_1) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 8) กล่าวคือ ทุกตัวรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนหัวสดของมันสำปะหลังใกล้เคียงกันในช่วง 0.326-0.338 และ 0.271-0.283 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะการทดลองนี้ (ตัวรับทดลองที่ 2-7) มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอัตราเท่ากัน คือ

16 และ 4 กิโลกรัม N และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ จึงส่งผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนหัวสดไม่แตกต่างกัน ส่วนการใส่ผงกากส่าอัตรา 64.15 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 69.33 และ 8.52 กิโลกรัม/ไร่ (VP8% K_2O , T_7) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่สะสมในส่วนหัวสดของมันสำปะหลังมากที่สุด (1.489 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 100 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม (CF_{DOA} + K_{100%}, T_4) ขณะที่ตัวควบคุม (control, T_1) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในส่วนหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (0.128, 0.095 และ 0.765 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

Table 8 Concentrations of total N, P and K in fresh root of cassava at 12 MAP^{1/}.

Treatments	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
T ₁ = control	0.128 ^{b2/}	0.095 ^{b2/}	0.765 ^{d2/}
T ₂ = CF _{DOA}	0.326 ^a	0.271 ^a	1.328 ^c
T ₃ = CF _{DOA} + K _{50%}	0.330 ^a	0.276 ^a	1.395 ^b
T ₄ = CF _{DOA} + K _{100%}	0.336 ^a	0.281 ^a	1.483 ^a
T ₅ = VP _{4% K2O}	0.328 ^a	0.274 ^a	1.331 ^c
T ₆ = VP _{6% K2O}	0.333 ^a	0.278 ^a	1.396 ^b
T ₇ = VP _{8% K2O}	0.338 ^a	0.283 ^a	1.489 ^a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	11.23	10.36	11.12

^{1/} Months after planting^{2/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

* indicated significant difference at P< 0.05

** indicated significant difference at P< 0.01

จากผลการทดลองทั้งหมดข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีปริมาณธาตุอาหารหลัก (กิโกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) เท่ากัน พบว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี (ตำรับทดลองที่ 5, 6 และ 7) มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของ มันสำปะหลังโดยภาพรวมดีกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (ตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4) ทั้งนี้เป็นเพราะผงกากส่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุ กรดฮิวมิก ธาตุรอง และจุลธาตุเป็นส่วนประกอบ (Table 3) จึงมีส่วนในการส่งเสริมให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่าผงกากส่าจากโรงงานน้ำตาลสามารถใช้เป็นแหล่งของ ปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับมันสำปะหลังได้ แต่ต้องมีการใส่ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพิ่มเติมเนื่องจาก ธาตุดังกล่าวมีปริมาณน้อยในผงกากส่า สำหรับข้อจำกัดของผงกากส่าที่มีสมบัติเป็นต่างจัดมาก และค่าการนำไฟฟ้าที่สูงมาก แต่ในการทดลองนี้ กลับพบว่าการใช้ผงกากส่าไม่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณผงกากส่าที่ใช้อาจไม่มากพอ (ช่วงอัตรา 30-65 กิโลกรัม/ไร่) ที่จะส่งผลกระทบ

เชิงลบต่อการปลูกมันสำปะหลังในปีแรกได้ อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาผลของผงกากส่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินบางประการด้วย โดยเฉพาะผลต่อค่า pH และค่า EC_e ของดิน ซึ่งอาจเป็นข้อควรระวังหากมีการนำผงกากส่าไปใช้ในระยะยาว

สรุป

การใส่ผงกากส่าอัตรา 64.15 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 69.33 และ 8.52 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (VP_{8% K2O}, T₇) มีผลให้ความสูงต้นและค่าความเขียวของใบ มันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 100 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม (CF_{DOA} + K_{100%}, T₄) การใส่ผงกากส่าอัตรา 48.12 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 71.05 และ 8.57 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (VP_{6% K2O}, T₆) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมอีก 50 เปอร์เซ็นต์จากอัตราเดิม (CF_{DOA} + K_{50%}, T₃) ขณะที่ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ผงกากส่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลให้ผลผลิตหัวสด

น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างและความยาวหัวสด เปอร์เซ็นต์แบ่งส่วนหัวสด ผลผลิตแบ่งต่อพื้นที่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนหัวสดของมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม (control, T_1) ซึ่งมีผลให้ผลผลิตหัวสด น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างและความยาวหัวสด เปอร์เซ็นต์แบ่งส่วนหัวสด ผลผลิตแบ่งต่อพื้นที่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 100 น.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบไฮดรอสโคปิก. คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 174 น.
- ชาญ ถิรพร และโชติ สิทธิบุญชัย. 2537. ดินและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพกับมันสำปะหลัง. น. 128-141. ใน เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ระยอง.
- ชัยสิทธิ์ ทองจู, สิริณา ช่วงโอภาส, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ธีรยุทธ คล้าชื่น, สุชาดา กรุณา, เกวลิน ศรีจันทร์, ชาลินี คงสุด และธรรมธวัช แสงงาม. 2564. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง “การใช้ประโยชน์ของสารปรับปรุงดินโพแทสเซียมฮิวเมตสำหรับการเพิ่มผลผลิตของพืช”. นครปฐม. 188 น.
- โชติ สิทธิบุญชัย, ชุมพล นาควิโรจน์, กอบเกียรติไพศาลเจริญ และชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ชัย. 2529. การปลูกพืชหมุนเวียนและการใช้ปุ๋ยเพื่อการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว. น. 63-74. ใน เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 4 เรื่อง “เราจะพัฒนา
- ดินอีสานกันอย่างไร” จัดโดยสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย ณ ห้องประชุมกรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- นิชากร ทองมี, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, สิริณา ช่วงโอภาส, เกวลิน ศรีจันทร์, อัญชิชา พรมเมืองคุก, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้าชื่น. 2562. ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2 (2): 91-105.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรัสร์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 108 น.
- ธีรยุทธ คล้าชื่น, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ทศพล พรพรม และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตของมันสำปะหลัง และสมบัติของดิน. วารสารแก่นเกษตร 45 (4): 711-720.
- ยงยุทธ ไสยธสภ. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 274 น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554-2556. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 237 น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2562-2564. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 242 น.
- เสฏฐวุฒิ อภิวัฒน์ตั้งสกุล, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, สิริณา ช่วงโอภาส, เกวลิน ศรีจันทร์, อัญชิชา พรมเมืองคุก, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม

- และธีรยุทธ คล้าชื่น. 2563. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดผง ชนิดอัดเม็ด และชนิดปั้นเม็ดจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 3 (2): 34-46.
- อริศชา สิงห์มงคล, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, เกวลิน ศรีจันทร์, สิริินภา ช่างโสภาส, อัญชิชา พรหมเมืองคุก, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลิณี คงสุต, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้าชื่น. 2563. ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง และสมบัติของดินบางประการ, น. 333-342. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 17 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- ThaiBev. 2557. การบริหารจัดการน้ำเสีย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.thaibev.com/th08/aboutus.aspx?sublv1glID=39>, (19 พฤศจิกายน 2565).
- Soil Survey Staff. 2003. Key to Soil Taxonomy: Ninth Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C. 332 p.
- Thongjoo, C., S. Miyagawa and N. Kawakubo. 2005. Effect of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. Plant Production Science 8(4): 475-481.

**ความต้องการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี
ของเกษตรกรในอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี**

Extension Needs of Mango Production Accordance with Good Agricultural Practices of
Farmers in Prachantakham District, Prachinburi Province

วรัญญา บุญขวัญ¹ นารีรัตน์ สีระสาร^{1*} และเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ¹
Waratthaya Boonkvan¹, Nareerut Seerasarn^{1*} and Benchamas Yooprasert¹

Received: December 6, 2022

Revised: February 3, 2023

Accepted: February 6, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study 1) social and economic conditions 2) mango production conditions 3) knowledge of mango production according to good agriculture practices 4) demand of support for mango production according to good agriculture practices and 5) problems and recommendations about mango production according to good agriculture practices of farmers. The population consisted of 238 mango farmers in Prachantakham District, Prachinburi Province who registered with the Department of Agriculture Extension in 2021/2022. The sample size was based on Taro Yamane formula with the margin of value of 0.05. With simple random method, the 150 samples were chosen. Interview forms were used for data collection. Data were analyzed using frequency distribution, percentage, mean, minimum, maximum, standard deviation and ranking. The results indicated that most of the farmers were male with average age of 54.74 year-old and graduated primary school. The average mango production experience was 15.26 years. The average mango production area 17.66 rai (2.8256 hectares). The average annual household income from mango production was 351,746 baht per year. The average household cost of mango production was 70,640 baht per year. The condition of mango production: the planting area was lowland. The soil used for growing mango with sandy loam, using natural water sources, use chemicals for pest control. Harvested by sorting the product to ensure quality. Farmers were knowledgeable in mango production according to the standards of good agricultural practices of farmers at the highest level. Farmers need supports of the extension methods which include being visited and being educated in the fields. The farmers's problems were the lack of staff to educate and visit the fields. The results suggested that the staffs should provide training in the area and regularly visit the farmers' mango fields.

Keywords: Extension, mango production, good Agricultural Practices

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ 2) สภาพการผลิตมะม่วง 3) ความรู้เกี่ยวกับการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 4) ความต้องการการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 5) ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริม

¹ วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

¹ Department of Agricultural Extension, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120

*Corresponding author: linuxmia_part2@hotmail.com

การผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ประชากรที่ทำการศึกษาคือ เกษตรกรผู้ผลิตมะม่วงในอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปี 2564/65 จำนวน 238 ราย กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร ยามาเน มีความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 ราย โดยวิธีสุ่มแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการจัดอันดับ ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 54.74 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ประสพการณ์การผลิตมะม่วงเฉลี่ย 15.26 ปี พื้นที่ในการผลิตมะม่วงเฉลี่ย 17.66 ไร่ รายได้จากการผลิตมะม่วงของครัวเรือนเฉลี่ย 351,746 บาทต่อปี มีต้นทุนการผลิตมะม่วงของครัวเรือนเฉลี่ย 70,640 บาทต่อปี สภาพการผลิตมะม่วงพื้นที่ปลูกเป็นที่ลุ่ม ดินร่วนปนทราย ใช้น้ำจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ใช้สารเคมีในการกำจัดโรคแมลงและเก็บเกี่ยวโดยการคัดแยกผลผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพ เกษตรกรมีความรู้ในการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีมากที่สุดในด้านพื้นที่ปลูก เกษตรกรมีความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล โดยต้องการให้เจ้าหน้าที่ลงไปให้ความรู้และเยี่ยมชมเกษตรกรในแปลง เกษตรกรมีปัญหในเรื่องการขาดเจ้าหน้าที่ลงไปให้ความรู้และเยี่ยมชมในแปลง ข้อเสนอแนะคือเจ้าหน้าที่ควรมีการจัดฝึกอบรมในพื้นที่ และเข้าเยี่ยมชมแปลงมะม่วงของเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: การส่งเสริม การผลิตมะม่วง มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา ทั้งทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม รวมถึงให้ความสำคัญกับการส่งออกมากเพราะเป็นตัวช่วยผลักดันการขยายตัวทางเศรษฐกิจและเป็นแหล่งรายได้หลักที่สำคัญของประเทศ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2561 คณะรัฐมนตรีจัดตั้งการประชุมหนึ่งในวาระการพิจารณาที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกร วาระที่ 12 เรื่อง ยุทธศาสตร์การค้าผลไม้ครบวงจร มะม่วงซึ่งเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทยมีการส่งออกมะม่วงในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจะเห็นได้จากในปี พ.ศ. 2564 มีการส่งออกมะม่วงปริมาณ 116,850.44 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,367,228,976 บาท เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2563 ซึ่งมีการส่งออก 90,244.545 ตัน มูลค่า 2,367,329,184 บาท คิดเป็นผลการขยายตัวถึงร้อยละ 32.00 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564)

จังหวัดปราจีนบุรีมีการปลูกมะม่วงเพื่อการค้าเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นอาชีพที่สืบทอดกันมาของบรรพบุรุษ และเกษตรกรบางรายปลูกมะม่วงเพื่อการค้าเพราะเหมาะสมกับสภาพพื้นที่

จังหวัดปราจีนบุรีมีเนื้อที่ปลูกมะม่วง 21,308 ไร่ อำเภอประจันตคามเป็นอำเภอหนึ่งที่มีพื้นที่ปลูกมะม่วงประมาณ 3,997 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 18.75 ของเนื้อที่ปลูกทั้งหมด มีผลผลิตรวม 4,334 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,113 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564) ต้นละ 711 กิโลกรัม ส่วนใหญ่เป็นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง น้ำดอกไม้เบอร์สี่ แก้ว เขียวสวย ไซคอนันต์ เขียวมรกต ฯลฯ จำหน่ายสินค้าใน 2 รูปแบบ คือ ประเภทผลดิบและผลสุก ส่งขายตลาดต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี ยองกง ไต้หวัน สิงคโปร์ สาธารณรัฐประชาชนจีน ฯลฯ สินค้าเกรดรองถูกส่งขายตลาดในประเทศ เช่น ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง ฯลฯ

อย่างไรก็ตาม ยังคงพบเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงในจังหวัดปราจีนบุรี มักประสบปัญหาในการผลิต ปัญหาด้านคุณภาพทำให้ผลผลิตถูกกดราคา จากปัญหาที่พบยังคงต้องมีการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยตามระบบการจัดการคุณภาพหลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good agricultural practices: GAP) เป็นกระบวนการการผลิตที่มีแนวทางในการทำการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิต

ทางการเกษตรที่ดี โดยเป็นคำถามแบบให้เลือกตอบ (สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม, 2563) ซึ่งเป็นระบบที่ป้องกันหรือลดความเสี่ยงของอันตรายที่เกิดขึ้นในสินค้าเกษตรและอาหาร อีกทั้งเป็นการส่งเสริมจุดประสงค์หลักของยุทธศาสตร์การค้าผลไม้ครบวงจรที่ต้องการผลักดันผลิตผลไม้เมืองร้อนของไทยให้สดและแปรรูปในด้านคุณภาพ การลงทุนช่องทางทางการจำหน่ายให้เป็นที่รู้จักและยอมรับในระดับสากล รวมทั้งเพื่อเป็นการสร้างแนวทางจากการทำอาชีพของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงในเขตพื้นที่อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี และบางรายที่ไม่ได้เข้าร่วมกลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกและไม่ได้รับใบรับรองมาตรฐาน GAP สำหรับพืชส่งออก อาจเนื่องมาจากขาดความรู้ความเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติหรือข้อบังคับการผลิตสินค้ามาตรฐานการผลิตมะม่วงในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม จึงควรมหาแนวทางการส่งเสริมและรูปแบบวิธีการส่งเสริมการผลิตมะม่วงที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาการผลิตมะม่วงให้มีคุณภาพและตรงตามมาตรฐานเป็นที่ยอมรับของตลาด รวมไปถึงสอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วง

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาเรื่องความต้องการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ในอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการส่งเสริมและพัฒนาการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ประชากรที่ใช้ศึกษาคือเกษตรกรผู้ผลิตมะม่วงในอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ที่แจ้งปลูกมะม่วง กับสำนักงานเกษตรอำเภอประจันตคาม ประจำปี 2564/65 จำนวน 238 ราย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane) ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง 150 ราย โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลคือ

แบบสัมภาษณ์ ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสัมภาษณ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นที่ 0.973, 0.956 และ 0.900 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงที่แนะนำโดยทั่วไปนั้น ควรจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.80 ดังนั้น แบบสอบถามที่จะใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม จึงสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คือแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วย 5 ตอน ได้แก่ (1) สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ (2) สภาพการผลิตมะม่วงของเกษตรกร (3) ความรู้เกี่ยวกับการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร โดยกำหนดข้อคำถามในลักษณะเลือกตอบ จำนวน 16 ข้อ กำหนดให้คะแนน คือ ตอบถูกต้องตามหลักวิชาการได้ 1 คะแนน และตอบผิดจากหลักวิชาการได้ 0 คะแนน หลังจากนั้นนำคะแนนรวมมาจัดระดับความรู้ในการประเมิน ซึ่งแบ่งเป็นระดับ 4 ระดับ ดังนี้ ระดับความรู้น้อย หมายถึง ตอบถูกจำนวน 1-4 ข้อ ระดับความรู้ปานกลาง หมายถึง ตอบถูกจำนวน 5-8 ข้อ ระดับความรู้มาก หมายถึง ตอบถูกจำนวน 9-12 ข้อ ระดับความรู้มากที่สุด หมายถึง ตอบถูกจำนวน 13-16 ข้อ (4) ความต้องการการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร โดยเป็นคำถามแบบให้เลือกตอบตามเกณฑ์การวัดและให้คะแนน มี 5 ระดับ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 คะแนน หมายถึง มีความต้องการน้อยที่สุด คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 คะแนน หมายถึง มีความต้องการน้อย คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 คะแนน หมายถึง มีความต้องการปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 คะแนน หมายถึง มีความต้องการมาก คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 คะแนน หมายถึง มีความต้องการมากที่สุด (5) ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติ

ทางการเกษตรที่ดี โดยเป็นคำถามแบบให้เลือกตอบ ตามเกณฑ์การวัดและให้คะแนน มี 5 ระดับ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 คะแนน หมายถึง มีความต้องการน้อยที่สุด คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 คะแนน หมายถึง มีความต้องการน้อย คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 คะแนน หมายถึง มีความต้องการปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 คะแนน หมายถึง มีความต้องการมาก คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 คะแนน หมายถึง มีความต้องการมากที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพพื้นฐานทางสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร

เกษตรกรเป็นเพศชาย ร้อยละ 77.30 มีอายุเฉลี่ย 54.74 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 36.00 เข้ารับการฝึกอบรมมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในรอบปีที่ผ่านมา 2 ครั้ง/ปี ร้อยละ 36.00 เกษตรกรมีประสบการณ์ในการผลิตมะม่วงเฉลี่ย 15.26 ปี เกษตรกรมีพื้นที่ในการผลิตมะม่วงเฉลี่ย 17.66 ไร่ เกษตรกรมีปริมาณผลผลิตมะม่วงรวมทั้งหมดต่อปีเฉลี่ย 17,660.00 กิโลกรัม เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 4.96 คน เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตมะม่วงของครัวเรือนเฉลี่ย 70,640 บาทต่อปี ราคาขายมะม่วงของเกษตรกรเฉลี่ย 20 บาทต่อกิโลกรัม และมีรายได้จากการผลิตมะม่วงของครัวเรือนเฉลี่ย 351,746 บาทต่อปี

2. สภาพการผลิตมะม่วงของเกษตรกร

สภาพทั่วไปและการปลูก พบว่า ลักษณะพื้นที่ของเกษตรกรร้อยละ 70.00 มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ลุ่ม เนื่องจาก ลักษณะพื้นที่ในอำเภอประจันตคามส่วนใหญ่เป็นที่ลุ่ม และเกษตรกรส่วนใหญ่มีการปรับพื้นที่ในลักษณะยกร่อง เพื่อให้เหมาะสมกับการปลูกมะม่วง สภาพดินที่ปลูก พบว่า เกษตรกรร้อยละ 50.00 มีสภาพดินที่ปลูกมะม่วงเป็นดินร่วนปนทราย ระยะการปลูก พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 90.70 มีระยะการปลูกที่ระยะ 7×5 เมตร สอดคล้องกับ กรมส่งเสริมการเกษตร (2556) ที่กล่าวว่า มะม่วงปลูกได้ในดินทั่วไป ดินที่เหมาะสมกับการปลูกมะม่วงคือ ดินร่วน ดินร่วนปนทรายที่อุดมสมบูรณ์ด้วย

อินทรีย์วัตถุมีธาตุอาหารอย่างเพียงพอ ที่สำคัญคือ ดินปลูกต้องระบายน้ำได้ดี มะม่วงไม่ชอบดินที่เหนียวจัด จับกันเป็นก้อนแข็งจนน้ำระบายไม่ได้ มะม่วงเป็นพืชที่ปลูกง่ายสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกสภาพ ระยะปลูกมะม่วงที่เหมาะสมคือ การปลูก แบบห่าง เช่น 8 × 8 เมตร, 10 × 10 เมตร หรือมากกว่านี้ตามความเหมาะสม หรืออย่างน้อยไม่ควรต่ำกว่า 6 × 6 เมตร เป็นระยะที่เหมาะสมกับการปลูกมะม่วง พันธุ์มะม่วงที่เกษตรกรนิยมปลูกพบว่า เกษตรกร ร้อยละ 80.00 มีการปลูกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ สอดคล้องกับ อลิษา (2561) พบว่า เกษตรกรปลูกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นสายพันธุ์มะม่วงที่ยอดนิยมในญี่ปุ่น เกาหลี จีน และสหรัฐ ที่มีการนำเข้าคิดเป็น 30% ของผลไม้มทั้งหมด สร้างรายได้เข้าประเทศมากกว่า พันธุ์อื่นๆ ต่อปี ส่วนในประเทศไทยนั้นมีมะม่วงถึง 170 สายพันธุ์แต่พันธุ์น้ำดอกไม้ได้รับความนิยมสูงสุด เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมปลูกพันธุ์นี้

การปฏิบัติดูแลรักษาของเกษตรกร พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 87.30 มีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก สอดคล้องกับ กรมส่งเสริมการเกษตร (2556) ที่กล่าวว่า มะม่วงชอบดินที่โปร่ง ร่วนซุยการระบายน้ำและอากาศของดินดีจึงควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น พวกปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักให้เป็นประจำทุกๆ ปี เพื่อปรับปรุงดินให้ร่วนซุย เหมาะต่อการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง วิธีการกำจัดวัชพืชในแปลงปลูก พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 63.30 ใช้เครื่องจักรในการกำจัดวัชพืชในแปลงปลูก เนื่องจากสามารถเห็นผลได้ดีกว่าการใช้สารเคมี และยังปลอดภัยกว่าการใช้สารเคมี การจัดการโรคและแมลงศัตรูในแปลงปลูก พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 97.30 มีวิธีการจัดการโรคและแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูกโดยใช้สารเคมี สอดคล้องกับ อลิษา (2561) พบว่า การใช้สารเคมีให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูพืชได้ดีกว่า การใช้งานง่ายกว่า ประหยัดเวลาการทำงานมากกว่า วิธีการอื่นๆ ผลผลิตที่ได้ยังได้คุณภาพตามความต้องการของตลาด

การเก็บเกี่ยวและการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 97.30 มีการ

จัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวด้วยการคัดแยก ผลผลิตด้วยคุณภาพออก การปรับปรุงคุณภาพ ผลผลิต โดยการตัดแต่งข้อผลมะม่วง พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 96.00 มีการปฏิบัติการตัดแต่งข้อผลมะม่วง สอดคล้องกับ ธัญลักษณ์ (2558) พบว่า เกษตรกร ส่วนใหญ่ได้รับการอบรมและถ่ายทอดความรู้ในเรื่อง การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เกษตรกรจึง มีพื้นฐานความเข้าใจ และเกษตรกรส่วนใหญ่มี ประสบการณ์ในการผลิตมะม่วง จึงสามารถจัดการ คัดแยกผลผลิตด้วยคุณภาพออกเพื่อให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต ประกอบกับการตัดแต่งข้อ ผลมะม่วงเพื่อให้มะม่วงออกดอกและติดผลทุกปี ลดการระบาดของโรคแมลง และเพื่อเร่งให้มะม่วงมี สภาพสมบูรณ์ที่สุดพร้อมให้ผลผลิตครั้งต่อไป

3. ความรู้เกี่ยวกับการผลิตมะม่วงของเกษตรกร ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

เกษตรกรมีความรู้ระดับมากที่สุด ร้อยละ 95.30 ในด้านพื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยง ที่จะทำให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในผลผลิต เนื่องจากสารเคมี จุลินทรีย์ และโลหะหนัก เมื่อ พิจารณาแต่ละประเด็น เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับ พื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิด การตกค้างหรือปนเปื้อนในผลผลิตเนื่องจากสารเคมี จุลินทรีย์ และโลหะหนัก สอดคล้องกับ สำนักงาน มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2565) ที่กล่าวว่า ข้อกำหนดด้านพื้นที่ปลูกไม่อยู่ในสภาพ แวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนวัตถุหรือ สิ่งที่เป็น อันตรายต่อผลิตผล กรณีที่พื้นที่มีสภาพแวดล้อมที่ เสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย ให้วิเคราะห์ดินโดยส่งห้องปฏิบัติการ ของทางราชการ หรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ เพื่อ วิเคราะห์การปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็น อันตราย และเก็บผลการวิเคราะห์ดินไว้เป็นหลักฐาน เนื่องจาก มีความรู้ความเข้าใจ ในข้อกำหนดด้านพื้นที่ ปลูกตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

เกษตรกรมีความรู้ระดับปานกลาง ร้อย ละ 93.90 ในด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลปานกลาง เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็น เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการ จัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่เหมาะสม

สมแก่ผู้ปฏิบัติงาน เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ สุจิตา (2557) พบว่า เกษตรกรมีความรู้ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่เหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงาน และ มีการเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่เหมาะสม ในการปฏิบัติงานตามข้อกำหนดด้านสุขลักษณะ ส่วนบุคคล มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะ ส่วนบุคคลที่เพียงพอและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน สามารถป้องกันของเสียต่างๆ ไม่ให้เกิดการปนเปื้อน สู่แปลงปลูกและผลิตผล

เกษตรกรมีความรู้ระดับน้อย ร้อยละ 89.60 ในด้านการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็น เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับ การใช้วัตถุอันตรายตามคำแนะนำ หรืออ้างอิง คำแนะนำ หรือตามคำแนะนำในฉลากบรรจุภัณฑ์ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ กาญจน์กนก (2564) พบว่า เกษตรกรมีความรู้ด้านการใช้วัตถุอันตรายที่ไม่ ถูกต้องตามหลักวิชาการ ยังขาดความรู้ความเข้าใจ และการปฏิบัติการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ ถูกต้องและปลอดภัย ตามข้อกำหนดของสำนักงาน มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติด้านการ ใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร หากใช้วัตถุอันตราย ทางการเกษตร ให้ใช้ตามคำแนะนำ หรือ อ้างอิง คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์หรือ ตามคำแนะนำในฉลากที่ขึ้นทะเบียน กับกรมวิชาการเกษตร หยุดใช้วัตถุอันตราย ทางการ เกษตรก่อนการเก็บเกี่ยวตามช่วงเวลา ที่ระบุไว้ใน ฉลากกากับการใช้ วัตถุอันตรายทางการเกษตรแต่ละ ชนิด หรือ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของทางราชการ

4. ความต้องการการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตาม มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

ความต้องการการส่งเสริมการผลิตมะม่วง ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของ เกษตรกรในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.87) เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายประเด็น พบว่า อันดับ 1 เกษตรกรมีความต้องการในประเด็นด้านการส่งเสริม แบบรายบุคคล ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.36) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ อรพรรณ (2558) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการ ด้านการให้บริการสนับสนุน ปัจจัยการผลิต และด้านรูปแบบการส่งเสริมของ

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร คือ การเยี่ยมเยียนเกษตรกร เนื่องจากเกษตรกรไม่สะดวกที่จะเดินทางมาพบเจ้าหน้าที่ ณ สำนักงานเกษตรอำเภอ รองลงมา อันดับ 2 เกษตรกรมีความต้องการในประเด็นด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.13) อันดับ 3 เกษตรกรมีความต้องการใน

ประเด็นด้านการสนับสนุน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.84) อันดับ 4 เกษตรกรมีความต้องการในประเด็นด้านการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.82) และอันดับ 5 เกษตรกรมีความต้องการในประเด็นด้านความรู้ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.22) ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Summary of the overall level of demand for mango production promotion in accordance with the Good Agricultural Practices of farmers.

(n=150)

Items	$\bar{x}$	S.D.	Level	Ranking
1. Knowledge	3.22	0.100	Medium	5
2. Individual Methods	4.36	0.870	High	1
3. Group Methods	4.13	1.030	High	2
4. Mass Methods	3.82	0.960	High	4
5. Support	3.84	0.900	High	3
Average	3.87	0.772	High	

ความต้องการการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร แต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

4.1 ความต้องการด้านความรู้ พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการด้านความรู้ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.22) โดยมีประเด็นความต้องการความรู้ ระดับมาก 2 ประเด็น คือ ด้านการพักผลผลิต การขนย้ายในแปลงปลูกและเก็บรักษา (ค่าเฉลี่ย 3.90) และด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล สิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่เหมาะสม และเพียงพอในการปฏิบัติภายในแปลง (ค่าเฉลี่ย 3.67) ตามลำดับ

4.2 ความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.36) โดยมีประเด็นความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมากที่สุด 3 ประเด็น คือ เจ้าหน้าที่ลงไปให้ความรู้และเยี่ยมเยียนเกษตรกรในแปลง (ค่าเฉลี่ย 4.49) เจ้าหน้าที่ให้บริการผ่านช่องทางโทรศัพท์มือถือ หรือกลุ่มไลน์ เพื่อติดต่อหรือ

แลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ (ค่าเฉลี่ย 4.34) และเจ้าหน้าที่ให้คำปรึกษาด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีกับเจ้าหน้าที่ ณ สำนักงานเกษตรอำเภอ (ค่าเฉลี่ย 4.25) ตามลำดับ

4.3 ความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.13) โดยมีประเด็นความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมากที่สุด คือ การจัดทำแปลงสาธิตที่ได้รับมาตรฐานการปฏิบัติทางการ เกษตรที่ดีเพื่อเป็นแปลงเรียนรู้ให้แก่กลุ่มเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.42) ระดับมาก 2 ประเด็น คือ การจัดอบรมหลักสูตรมาตรฐานการปฏิบัติทางการ เกษตรที่ดีให้แก่กลุ่มเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.14) และการจัดกิจกรรมไปศึกษาเรียนรู้นอกสถานที่เพื่อให้นักกลุ่มเกษตรกรเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับผู้ที่ประสบความสำเร็จ (ค่าเฉลี่ย 3.84) ตามลำดับ

4.4 ความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.82)

โดยมีประเด็นความต้องการด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับมาก 3 ประเด็น คือ การประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรเกิดความตระหนักและสนใจถึงมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 4.05) การทำคลิปวิดีโอเพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 3.75) และจัดทำเอกสาร/คู่มือ/วิธีการขอมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 3.64) ตามลำดับ

4.5 ความต้องการด้านการสนับสนุน พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการด้านการสนับสนุน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.84) โดยมีประเด็นความต้องการด้านการสนับสนุน ระดับมาก 3 ประเด็น คือ การสนับสนุนสารชีวภัณฑ์เพื่อลดการใช้สารเคมี (ค่าเฉลี่ย 3.97) การสนับสนุนภาษาที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์ที่สามารถลดการปนเปื้อน (ค่าเฉลี่ย 3.86) และการสนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่เหมาะสม และเพียงพอในการปฏิบัติภายในแปลง (ค่าเฉลี่ย 3.70) ตามลำดับ

5. ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

5.1 ปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ในภาพรวมระดับของปัญหาด้านการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.68) เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายประเด็นพบว่า อันดับ 1 เกษตรกรมีปัญหาในประเด็นด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.18) รองลงมา อันดับ 2 เกษตรกรมีปัญหาในประเด็นด้านการสนับสนุน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.07) อันดับ 3 เกษตรกรมีปัญหาในประเด็นด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.75) อันดับ 4 เกษตรกรมีปัญหาในประเด็นด้านการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.47) และอันดับ 5 เกษตรกรมีปัญหาในประเด็นด้านความรู้ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.94) (Table 2)

Table 2 Summary of the overall level of problems related to the promotion of mango production by farmers according to the Good Agricultural Practices Standards

(n=150)

Items	$\bar{X}$	S.D.	Level	Ranking
1. Knowledge	2.94	1.050	Medium	5
2. Individual Methods	4.18	0.800	High	1
3. Group Methods	3.75	1.030	High	3
4. Mass Methods	3.47	1.000	Medium	4
5. Support	4.07	0.840	High	2
Average	3.68	0.944	High	

ปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร แต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

(1) ปัญหาด้านความรู้ พบว่า เกษตรกรมีปัญหาด้านความรู้ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.94) โดยมีประเด็นปัญหาด้านความรู้ ระดับมาก 2 ประเด็น คือ ขาดความรู้ด้านการจัดการคุณภาพในกระบวนการ

ผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 3.94) และขาดความรู้ด้านการวางแผนแปลง สภาพแวดล้อมของแปลง และการวิเคราะห์สารปนเปื้อนในดิน (ค่าเฉลี่ย 3.73) ตามลำดับ

(2) ปัญหาด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล พบว่า เกษตรกรมีปัญหาด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.18) โดยมีประเด็นปัญหา

ด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมากที่สุด คือ ชาติเจ้าหน้าที่ลงไปให้ความรู้และเยี่ยมเยียนเกษตรกรในแปลง (ค่าเฉลี่ย 4.37) ระดับมาก 2 ประเด็นคือ ชาติเจ้าหน้าที่ให้บริการผ่านช่องทางโทรศัพท์มือถือหรือกลุ่มไลน์ เพื่อติดต่อหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ (ค่าเฉลี่ย 4.10) และชาติเจ้าหน้าที่ให้คำปรึกษาด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีกับเจ้าหน้าที่ ณ สำนักงานเกษตรอำเภอ (ค่าเฉลี่ย 4.07) ตามลำดับ

(3) ปัญหาด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม พบว่า เกษตรกรมีปัญหาด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.75) โดยมีประเด็นปัญหาด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมากที่สุด คือ เจ้าหน้าที่ขาดการจัดทำแปลงสาธิตที่ได้รับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเพื่อเป็นแปลงเรียนรู้ให้แก่กลุ่มเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.35) ระดับมาก 2 ประเด็น คือ เจ้าหน้าที่ขาดการจัดอบรมหลักสูตรมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีให้แก่กลุ่มเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.54) และเจ้าหน้าที่ขาดการจัดกิจกรรมไปศึกษาเรียนรู้นอกสถานที่เพื่อให้กลุ่มเกษตรกรเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับผู้ประสบความสำเร็จ (ค่าเฉลี่ย 3.84) ตามลำดับ

(4) ปัญหาด้านการส่งเสริมแบบมวลชน พบว่า เกษตรกรมีปัญหาด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.47) โดยมีประเด็นปัญหาด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับมาก 1 ประเด็น คือ หน่วยงานขาดการทำคลิปวิดีโอเพื่อเป็น

สื่อการเรียนรู้ด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 3.61)

(5) ปัญหาด้านการสนับสนุน พบว่า เกษตรกรมีปัญหาด้านการสนับสนุน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.07) โดยมีประเด็นปัญหาด้านการสนับสนุน ระดับมาก 3 ประเด็น คือ ขาดการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ที่ต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 4.21) ขาดการสนับสนุนความรู้และปัจจัยการผลิตที่เพียงพอ (ค่าเฉลี่ย 4.16) และขาดการสนับสนุนความรู้และปัจจัยการผลิตที่เพียงพอ (ค่าเฉลี่ย 3.85) ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ในภาพรวมระดับของข้อเสนอแนะด้านการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.67) เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายประเด็น พบว่า อันดับ 1 เกษตรกรมี ข้อเสนอแนะในประเด็นด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.02) รองลงมา อันดับ 2 เกษตรกรมีปัญหาในประเด็นด้านการสนับสนุน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.97) อันดับ 3 เกษตรกรมีข้อเสนอแนะในประเด็นด้านการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.90) อันดับ 4 เกษตรกรมีข้อเสนอแนะในประเด็นด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.36) และ อันดับ 5 เกษตรกรมีข้อเสนอแนะในประเด็นด้านความรู้ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.11) (Table 3)

Table 3 Summary of the overall level of recommendations on the promotion of mango production according to the standards of good agricultural practices of farmers

(n=150)

Items	$\bar{x}$	S.D.	Level	Ranking
1. Knowledge	3.11	0.980	Medium	5
2. Individual Methods	4.02	0.990	High	1
3. Group Methods	3.36	0.860	Medium	4
4. Mass Methods	3.90	1.040	High	3
5. Support	3.97	1.080	High	2
Average	3.67	0.990	High	

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร แต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

(1) ข้อเสนอแนะด้านความรู้ พบว่าเกษตรกรมีข้อเสนอแนะด้านความรู้ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.11) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะด้านความรู้ ระดับมาก 2 ประเด็น คือ ควรมีการฝึกอบรมให้ความรู้ด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล สิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่เหมาะสมและเพียงพอในการปฏิบัติภายในแปลง (ค่าเฉลี่ย 3.79) และควรมีการฝึกอบรมให้ความรู้ด้านการจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 3.70) ตามลำดับ

(2) ข้อเสนอแนะด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.02) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ระดับมาก 3 ประเด็น คือ เจ้าหน้าที่ควรลงไปให้ความรู้และเยี่ยมเยียนเกษตรกรในแปลง (ค่าเฉลี่ย 4.18) รองลงมา เจ้าหน้าที่ควรมีการให้คำปรึกษาด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีกับเกษตรกร ณ สำนักงานเกษตรอำเภอ (ค่าเฉลี่ย 3.97) และเจ้าหน้าที่ควรมีการให้บริการผ่านช่องทางโทรศัพท์มือถือ หรือกลุ่มไลน์เพื่อติดต่อหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้กับเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.90) ตามลำดับ

(3) ข้อเสนอแนะด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.36) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ระดับมาก คือ เจ้าหน้าที่ควรจัดกิจกรรมไปศึกษาเรียนรู้นอกสถานที่เพื่อให้กลุ่มเกษตรกรเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับผู้ประสบความสำเร็จ (ค่าเฉลี่ย 3.62)

(4) ข้อเสนอแนะด้านการส่งเสริมแบบมวลชน พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.90) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน ระดับมากที่สุด คือ หน่วยงานควร

ประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรเกิดความตระหนักและสนใจถึงมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 4.27) ระดับมาก คือ หน่วยงานควรจัดทำคลิปวิดีโอเพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 3.98) ตามลำดับ

(5) ข้อเสนอแนะด้านการสนับสนุน พบว่าเกษตรกรมีข้อเสนอแนะด้านการสนับสนุน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.97) โดยมีประเด็นข้อเสนอแนะด้านการสนับสนุน ระดับมาก 3 ประเด็น คือ การสนับสนุนความรู้และปัจจัยการผลิตควรเพียงพอ (ค่าเฉลี่ย 4.19) รองลงมา งบประมาณในการสนับสนุนควรเพียงพอ (ค่าเฉลี่ย 3.96) และการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ควรมีความต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 3.76) ตามลำดับ

สรุป

เกษตรกรผู้ผลิตมะม่วงในอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี ส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ยค่อนข้างมาก สะท้อนให้เห็นว่าแรงงานภาคการเกษตรเริ่มเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ รวมทั้งขาดการถ่ายทอดและส่งต่อกับบุตรหลาน สำหรับพื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่ลุ่มมีสภาพดินที่ปลูกเป็นดินร่วนปนทราย เกษตรกรนิยมปลูกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ มีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก และมีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยเคมี มีวิธีการจัดการโรคและแมลงศัตรูในแปลงปลูกโดยใช้สารเคมี มีวิธีการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวด้วยการคัดแยกผลผลิตด้วยคุณภาพออก และการปรับปรุงคุณภาพผลผลิต โดยการตัดแต่งข้อผลมะม่วง ทั้งนี้ด้านความรู้ เกษตรกรมีความรู้ระดับมากในประเด็นด้านพื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในผลผลิตเนื่องจากสารเคมี จุลินทรีย์ และโลหะหนัก นอกจากนี้เกษตรกรมีความคิดเห็นต่อความต้องการการส่งเสริมการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และปัญหาข้อเสนอแนะสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เกษตรกรมีความต้องการในระดับมากด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคลโดยให้มีเจ้าหน้าที่ลงไปให้ความรู้ และเยี่ยมเยียนเกษตรกรในแปลง ความสำคัญของปัญหาในระดับมากด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคลในประเด็นขาดเจ้าหน้าที่ลงไปให้ความรู้และเยี่ยมเยียนเกษตรกร

ในแปลง และเกษตรกรมีข้อเสนอแนะนำเจ้าหน้าที่
ควรลงไปให้ความรู้และเยี่ยมเยียนเกษตรกรในแปลง
อย่างไรก็ตามการผลิติดะมั่วของเกษตรกรที่ผ่าน
มายังเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์และการได้รับความ
รู้ด้านการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติ
ทางการเกษตรที่ดีจากการได้เข้ารับการอบรมน้อยครั้ง
ส่งผลให้ยังคงต้องการความรู้ และการจัดการที่ถูก
ต้องตามหลักการและข้อกำหนดโดยให้เจ้าหน้าที่ลง
ไปให้ความรู้และเยี่ยมเยียนให้คำแนะนำ ซึ่งเจ้าหน้าที่
ส่งเสริมควรเน้นการลงพื้นที่เพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ
ภายในแปลงเกษตรกร และให้ความรู้แก่เกษตรกรให้
ครบทุกข้อกำหนด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร

เกษตรกรสามารถติดต่อเจ้าหน้าที่ที่จะเข้าไป
ส่งเสริมในด้านความรู้โดยเกษตรกรสามารถติดต่อ
กับเจ้าหน้าที่ได้โดยตรง เกษตรกรเองควรมีการศึกษา
ข้อมูลจากเจ้าหน้าที่โดยละเอียดให้ครบทุกข้อกำหนด
เพื่อให้เกษตรกรจะสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง
โดยให้ความสำคัญกับการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติ
หลังการเก็บเกี่ยวต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีอายุ
เก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และการพักผลผลิต การ
ขนย้ายในแปลงปลูก และเก็บรักษา มีการจัดการด้าน
สุขลักษณะ

1.2 ข้อเสนอแนะต่อเจ้าหน้าที่

เจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้อง ควรมีการลงพื้นที่
ที่เยี่ยมเยียนเกษตรกรภายในแปลงปลูก เพื่อศึกษา
ข้อมูลต่างๆ ในพื้นที่ และควรศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมใน
เรื่องของรายการและข้อกำหนดการปฏิบัติทางการ
เกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร โดยเน้นการส่งเสริม
ให้เกษตรกรที่ประสบความสำเร็จให้เป็นเกษตรกร
ต้นแบบในพื้นที่ และมีการประสานงานกับหน่วยงาน
ที่เกี่ยวข้อง ในการส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถปฏิบัติ
ตามได้ครบทุกข้อกำหนด

1.3 ข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริม
การเกษตรควรให้ความสำคัญในการส่งเสริมการ

จัดตั้งกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้เกิดความเข้มแข็ง เกิดการ
ช่วยเหลือและพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน หน่วยงาน
ภาครัฐควรให้ความสำคัญในการช่วยเหลือเกษตรกร
ผู้ผลิตมะม่วงตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมแปลงปลูก
ในส่วนต่างๆ ตั้งแต่ ขั้นตอนแรกของการขุดกำหนด
ไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยการกำหนดนโยบาย
และการสนับสนุนด้านการบริหารจัดการกลุ่มและ
เชื่อมโยงตลาด การบูรณาการเพื่อรวมกันในการ
ให้ความรู้ หน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์ที่เกี่ยวข้องควรมีการบูรณาการเพื่อรวมกันใน
การให้ความรู้ ส่งเสริมการปฏิบัติของเกษตรกร และ
สนับสนุนปัจจัยการผลิต ให้กับเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาในประเด็นอื่นๆ เพิ่มเติม
เช่น ปัจจัยด้านการตลาดที่มีผลต่อการผลิตมะม่วง
ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เป็นต้น
ควรแยกการศึกษาข้อมูลการผลิตมะม่วงตาม
มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีนอกฤดู และ
ในฤดู ออกจากกัน ควรแยกการศึกษาข้อมูลการผลิต
มะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่
ดีของมะม่วงสายพันธุ์ต่างๆ ออกจากกัน และควร
ศึกษาการผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติ
ทางการเกษตรที่ดี ในพื้นที่อื่นๆ เพื่อนำผลที่ได้มา
เปรียบเทียบกัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2564. รายงานทะเบียน
เกษตรกรปี 2564. (ระบบออนไลน์). แหล่ง
ข้อมูล: <http://www.farmer.doae.go.th/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. องค์ความรู้
เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ไม้ผล-ไม้ยืนต้น.
กรุงเทพมหานคร. 165 หน้า
- กาญจน์กนก วิหาละ. 2564. การปฏิบัติตามระบบ
มาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของ
เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วง อำเภอฟัว จังหวัด
เชียงใหม่. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยแม่โจ้, สันทราย. 118 หน้า.
- ธัญลักษณ์ ตาสุข. 2558. การจัดการการผลิตมะม่วง
น้ำดอกไม้ของเกษตรกรในอำเภอวังทอง

- จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 107 หน้า
- ศุภพิชญ์ บุญทั้ง. 2559. การส่งเสริมและพัฒนาการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ของเกษตรกรในอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 117 หน้า
- สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. 2563. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://alro.go.th/asean_data/ewt_dl_link.php?nid=232&filename=index (10 พฤษภาคม 2565).
- สำนักงานเกษตรอำเภอประจันตคาม. 2564. แผนพัฒนาการเกษตรระดับอำเภอ ปี 2564. ปราจีนบุรี.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2565. มาตรฐานสินค้าเกษตร. (มกษ. 5-2558). กรุงเทพมหานคร. 6 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. นำเข้า-ส่งออก 2564. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/view/1/siteunderconstruction>
- สุจิตา ฉิมอ่อง. 2557. เจตคติของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีต่อมาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสม และการผลิตแบบมีสัญญาซื้อขายในอำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal 7(1): 561-585.
- อรพรรณ ชื่นสุรินทร์. 2558. สภาพการผลิตและความต้องการการส่งเสริมการผลิตมะม่วงของเกษตรกรในอำเภอไทยปราชญ์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 169 หน้า.
- อลิษา กลิ่นประทุม พัทธราดี ศรีบุญเรือง และสาวิตรี รังสิภัทร์. 2561. ความต้องการความรู้เกี่ยวกับเกษตรดีที่เหมาะสม (จีเอพี) สำหรับมะม่วงของ เกษตรกร อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง. วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์ 7(1): 236-249.

แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจ หลักในพื้นที่จังหวัดนครปฐม

Guidelines for Climate Change Adaptation of Economic Crop Farmers in Nakhon Pathom Province

จิรัฏฐินาฏ ถังเงิน^{1*} คณิงรัตน์ คำมณี¹ และพันธกิจิตต์ สีเหนียง¹

Jirattinart Thungngern^{1*}, Kanungrat Kummanee¹ and Panchit Seeniang¹

Received: January 19, 2023

Revised: February 14, 2023

Accepted: February 15, 2023

Abstract: The purposes of this research were to study 1) general information of farmers, 2) climate change situations affecting cropping and 3) the guideline of farmers' adaptation in dealing with climate change. Samples were 210 economic crop farmers in Nakhon Pathom Province. The obtained data were collected by questionnaire and analyzed by descriptive statistics. The finding revealed that the majority of farmers were male (58.10%), 55.18 years old on average. Regarding the situation and impacts caused by climate change on agriculture, it was found that the major problems affected by climate change that farmers confronted were temperature change problem (70.00%), followed by problems of plant diseases and pests (60.48%) and flooding (44.76%), respectively. Farmers' adaptation consisted of 4 approaches: 1) adjusting the calendar for planting planning (53.33%), 2) adjusting the farming to sustainable agriculture (33.81%), 3) finding water sources reserve to store water for use during drought (29.05%) and 4) crop change (12.38%), respectively.

Keywords: Climate change, adaptation, economic crop farmers

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร 2) สถานการณ์และผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำเกษตร และ 3) แนวทางการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กลุ่มตัวอย่างคือ เกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม จำนวน 210 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 58.10 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 55.18 ปี สถานการณ์และผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำเกษตร พบว่า ปัญหาที่เกษตรกรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากที่สุด คือ ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (ร้อยละ 70.00) รองลงมาคือ ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชระบาด (ร้อยละ 60.48) และ ปัญหาน้ำท่วม (ร้อยละ 44.76) ตามลำดับ โดยแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรประกอบด้วย 4 แนวทาง คือ 1) การปรับเปลี่ยนปฏิทินในการวางแผนเพาะปลูก (ร้อยละ 53.33) 2) การปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำเกษตรเป็นแบบเกษตรยั่งยืน (ร้อยละ 33.81) 3) การหาแหล่งน้ำสำรองเพื่อเก็บกักน้ำในช่วงภัยแล้ง (ร้อยละ 29.05) และ 4) การปรับเปลี่ยนพืชที่ปลูก (ร้อยละ 12.38)

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การปรับตัว เกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจ

¹ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

¹ Dept. of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

*Corresponding author: agrjnt@ku.ac.th

คำนำ

ปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ในอันดับ 9 ของประเทศที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดในโลกที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว ทั้งจากอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในฤดูน้ำหลาก และ ลดน้อยลงในฤดูแล้ง ซึ่งส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติ อาทิ อุทกภัยภัยแล้ง และวาตภัย ที่รุนแรงและบ่อยครั้งขึ้น ผลกระทบเหล่านี้ส่งผลเสียหายต่อภาคเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น การเกษตร การท่องเที่ยว อุตสาหกรรม เป็นต้น รวมถึงการบริหารจัดการน้ำ การพัฒนาเมือง การย้ายถิ่นฐานของประชากร การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และการแพร่กระจายของโรค (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.) โดยสภาพภูมิอากาศ จัดเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อภาคเกษตร โดยเฉพาะในประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นระบบเกษตรที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก

จากการรวบรวมและสังเคราะห์องค์ความรู้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกและไทยของ พรพรรณ (2559) พบว่า ข้าวเกือบทุกสายพันธุ์มีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยทำให้ข้าวอายุสั้นลง และผลผลิตลดลง มีการระบาดของแมลงและโรคของข้าว ผลโดยอ้อมจากอุณหภูมิของอากาศสูง คือ การขาดน้ำทำให้การผสมเกสรลดลง ผลผลิตข้าวจึงลดลงด้วย สำหรับข้าวนาปีซึ่งใช้น้ำฝนเป็นหลัก การเริ่มต้นของฤดูฝนที่แปรปรวนไปเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลให้การปลูกข้าวของเกษตรกรไม่แน่นอน ถ้าฝนมาช้าจะเตรียมแปลงกล้าไม่ได้ และถ้ามีพายุหรือความแปรปรวนของปริมาณฝนอาจทำให้มีน้ำท่วมที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ ส่วนในข้าวนาปรังเป็นระบบการผลิตที่เปิดรับความเสี่ยงกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศ โดยเฉพาะช่วงปลายฤดู เป็นต้น ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภูมิอากาศในลักษณะต่างๆ ได้แก่ การที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น หรือ รูปแบบการกระจายตัวของฝนในช่วงฤดูฝนเปลี่ยนแปลงในอนาคตจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตทางการเกษตร (ศูนย์บริการวิชาการแห่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554) ทั้งนี้ แนวคิดเกี่ยวกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเริ่มมีความชัดเจนมากขึ้นเมื่อทาง IPCC ให้ความสนใจและได้จัดทำรายงาน Third Assessment Report (IPCC AR3) ในปี ค.ศ.2001 (พ.ศ.2544) ซึ่งเป็นการรวบรวมสังเคราะห์การศึกษาด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ได้มีการศึกษากันมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 1990 โดยการศึกษาในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นเป็นการศึกษาที่เน้นการทำความเข้าใจถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการตอบสนองต่อสืบเนื่องของผลกระทบนั้นๆ (ศุภกร และคณะ, 2559)

สำหรับประเทศไทย มีการจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 โดยได้กำหนดพันธกิจด้านการสร้างภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการพัฒนาประเทศ และผลักดันให้เกิดการบูรณาการแนวทางและมาตรการในการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในทุกภาคส่วนและทุกระดับ ซึ่งประกอบด้วยแนวทางและมาตรการใน 6 สาขา คือ 1) การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง 2) การเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร 3) การท่องเที่ยว 4) สาธารณสุข 5) การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และ 6) การตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวของเกษตรกร เพื่อเป็นการสร้างความพร้อมในการรับมือและการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกศึกษาพื้นที่จังหวัดนครปฐม ซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน มีพื้นที่ 13,552,014 ไร่ สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัด เป็นพื้นที่ราบถึงค่อนข้างราบเรียบ พื้นที่ตอนกลางเป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแหล่งน้ำกระจายสำหรับพื้นที่ด้านตะวันออก ส่วนด้านใต้เป็นที่ราบลุ่มฝั่งแม่น้ำท่าจีน มีพื้นที่การเกษตรจำนวน 730,261 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 58.89 โดยอาชีพที่สำคัญคือ ทำนา ทำไร่ ทำสวนไม้ผลและพืชผัก (สำนักงานจังหวัดนครปฐม, 2561) ดังนั้น

การศึกษาถึงแนวทางที่เหมาะสมในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงมีความจำเป็น เพื่อเตรียมความพร้อมในการรับมือต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงและความเปราะบาง โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้ เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร 2) สถานการณ์และผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำเกษตร และ 3) แนวทางการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาเรื่อง แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักในพื้นที่จังหวัดนครปฐม ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ เกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม จำนวน 48,820 ครัวเรือน (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครปฐม, 2563) คำนวณโดยใช้สูตรของ Taro Yamane ที่ค่าความคลาดเคลื่อน 0.07 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 203 คน งานวิจัยครั้งนี้จึงเก็บข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น 210 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการแบบสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แบ่งเป็น อำเภอละ 30 คน ทั้ง 7 อำเภอ ประกอบไปด้วย 1) อำเภอเมืองนครปฐม 2) อำเภอกำแพงแสน 3) อำเภอบางเลน 4) อำเภอดอนตูม 5) อำเภอนครชัยศรี 6) อำเภอสามพราน และ 7) อำเภอพุทธมณฑล

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ดำเนินการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม จำนวน 210 คน เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ในการทำเกษตร สถานการณ์และแนวโน้มเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคการเกษตร และแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในด้านเศรษฐกิจ สังคม การเกษตร และสิ่งแวดล้อม

3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วยแบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้างประกอบไปด้วยคำถามแบบปลายเปิดและปลายปิด โดยมีประเด็นคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร

ตอนที่ 2 สถานการณ์และผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำเกษตร

ตอนที่ 3 แนวทางการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรร้อยละ 58.10 เป็นเพศชาย ร้อยละ 41.90 เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 55.18 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 73.81 มัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 9.52 มัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 10.00 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ร้อยละ 2.38ปริญญาตรี ร้อยละ 4.29 พืชเศรษฐกิจหลักของเกษตรกรที่ปลูก พบว่า ปลูกข้าว ร้อยละ 78.57 ปลูกอ้อย ร้อยละ 6.19 ปลูกผัก ร้อยละ 11.43 และปลูกไม้ผล ร้อยละ 10.00 โดยประสบการณ์ในการประกอบอาชีพทางการเกษตรของเกษตรกรเฉลี่ย 38.19 ปี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่มีอายุมากกว่า 50 ขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 70.00 สำหรับพื้นที่ในการทำเกษตรเฉลี่ย 19.72 ไร่ โดยส่วนใหญ่เกษตรกรมีพื้นที่อยู่ระหว่าง 5-10 ไร่ และ 11-15 ไร่ ซึ่งเป็นเกษตรกรที่ปลูกข้าวเป็นหลัก โดยเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกน้อยกว่า 5 ไร่ นั้น ส่วนใหญ่

จะเป็นเกษตรกรที่ปลูกผักและไม้ผล สำหรับการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่ามาจากช่องทางดังนี้ โทรทัศน์ ร้อยละ 32.14 ซึ่งเป็นข้อมูลข่าวสารที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากที่สุดในการรับฟังการพยากรณ์อากาศ รองลงมา คือ ผู้นำชุมชน ร้อยละ 18.85 ที่มาแจ้งข้อมูลข่าวสารโดยตรง ส่วนใหญ่เป็นผู้ใหญ่บ้าน มาแจ้งเตือนเฝ้าระวังภัยพิบัติทางด้านภัยแล้ง และ อุทกภัย อันดับต่อมา คือ สื่อสังคมออนไลน์ ร้อยละ 15.48 ผ่านกลุ่มไลน์ของหมู่บ้าน สำหรับข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้อง หน่วยงานราชการ ร้อยละ 14.09 มาจากสำนักงานเกษตรอำเภอ หน่วยงานท้องถิ่น อบต. เป็นต้น ส่วนวิทยุ ร้อยละ 9.13 เพื่อนบ้านและคนในครอบครัว ร้อยละ 9.92

ส่วนที่ 2 สถานการณ์และผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำเกษตร

ประกอบด้วยการศึกษาเกี่ยวกับ 1) แหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ในการทำการเกษตรและปัญหาที่พบ 2) ผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมต่อการทำการเกษตร การปลูกพืชในพื้นที่ 3) ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการทำการเกษตร 4) ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชระบาดที่ส่งผลต่อการทำการเกษตร โดยมีรายละเอียดผลการศึกษา ดังนี้

1) แหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ในการทำการเกษตรและปัญหาที่พบ

ผลการศึกษาเกี่ยวกับแหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ในการทำการเกษตร พบว่า เกษตรกรใช้แหล่งน้ำจากระบบชลประทาน ร้อยละ 48.48 แหล่งน้ำจากธรรมชาติ แม่น้ำ ลำคลองสาธารณะ ร้อยละ 31.06 แหล่งน้ำจากน้ำฝน ร้อยละ 17.42 และ แหล่งน้ำที่ขุดขึ้นจากสระในพื้นที่ ร้อยละ 3.03 ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานด้านแหล่งน้ำของจังหวัดนครปฐม ที่มีแหล่งน้ำค่อนข้างอุดมสมบูรณ์เนื่องจากตั้งอยู่ระหว่างลุ่มน้ำสำคัญ 2 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำแม่กลองและลุ่มน้ำเจ้าพระยา จึงได้รับประโยชน์จากโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ จากลุ่มน้ำแม่กลองและโครงการเจ้าพระยาใหญ่ จากลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีระบบชลประทานครอบคลุมพื้นที่ทั้งสิ้น 1,036,626 ไร่ หรือ ร้อยละ 76.49 ของพื้นที่จังหวัด (ศูนย์ติดตามและ

แก้ไขปัญหภัยพิบัติด้านการเกษตร จังหวัดนครปฐม, 2565)

สำหรับปัญหาที่เกษตรกรพบจากการใช้น้ำในแหล่งน้ำนั้น พบว่า เกษตรกรบางส่วน ในพื้นที่อำเภอดอนตูมที่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำชลประทาน ร้อยละ 20.00 มีปัญหาขาดแคลนน้ำ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน เนื่องจากปริมาณน้ำที่ส่งมามีน้อย รวมทั้งในบางพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำชลประทาน ทำให้ไม่ได้รับน้ำเพียงพอสำหรับการทำเกษตร ในส่วนของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอสสามพรานนั้นใช้แหล่งน้ำจากแม่น้ำท่าจีนในการทำเกษตร พบว่า เกิดปัญหา ร้อยละ 63.33 โดยมีปัญหาน้ำเค็ม ซึ่งส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ปลูกพืชโดยตรง นอกจากนี้ยังมีปัญหาของน้ำเน่าเสียที่มาจากโรงงานและบ้านเรือนที่อยู่ใกล้เคียง อีกทั้งในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน เกษตรกรพบกับปัญหาภัยแล้งในบางส่วน ในส่วนของเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองนครปฐมนั้น ใช้น้ำจากแม่น้ำแม่กลองเป็นหลักในการทำเกษตร แต่พบปัญหา ร้อยละ 83.33 คือ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนมีปัญหาขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ สำหรับอำเภอกำแพงแสน เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้น้ำจากโครงการชลประทาน ร้อยละ 36.36 มีปัญหาในบางช่วงฤดูกาลที่ขาดแคลนน้ำในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ที่บางครั้งน้ำจะไหลมาไม่สม่ำเสมอ ในส่วนของอำเภอนครชัยศรี เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้น้ำจากแม่น้ำลำคลอง ซึ่งมาจากแม่น้ำท่าจีน โดยเกษตรกรประสบปัญหาภัยแล้ง ร้อยละ 50.00 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล และเป็นพื้นที่ปลายคลอง จึงทำให้เกษตรกรได้รับน้ำไม่เพียงพอ อีกทั้งคลองที่เกษตรกรนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในการทำเกษตรนั้นเต็มไปด้วยวัชพืชรบกวนมาก สำหรับอำเภอกุสุมาลย์ ส่วนใหญ่เกษตรกรใช้น้ำจากคลองมหาสวัสดิ์ และคลองโยง ซึ่งรับน้ำมาจากแม่น้ำท่าจีนโดยตรงเช่นกันแต่ไม่พบปัญหาเรื่องของการขาดแคลนน้ำสำหรับใช้ในการเกษตร

2) ผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมต่อการทำการเกษตรการปลูกพืชในพื้นที่

สำหรับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมนั้น

จากการสัมภาษณ์พบว่า เกษตรกรจำนวน ร้อยละ 44.76 ได้รับผลกระทบจากปัญหาดังกล่าว ส่งผลทำให้พืชผลทางการเกษตรได้รับความเสียหาย ทั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่อำเภอบางเลน ดอนตูม สามพราน และนครชัยศรี โดยเกษตรกรในอำเภอกำแพงแสน และอำเภอเมือง ได้รับผลกระทบจำนวนไม่มากนัก ทั้งนี้สาเหตุมาจากปริมาณน้ำฝนที่มีมากในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของศูนย์ติดตามและแก้ไขปัญหาภัยพิบัติด้านการเกษตร จังหวัดนครปฐม (2565) ที่อธิบายถึงสาเหตุหลักของปัญหาน้ำท่วมในจังหวัดนครปฐม มี 2 ประการ คือ 1) เกิดจากฝนตกหนักนอกพื้นที่จังหวัดนครปฐม ตั้งแต่ภาคเหนือ ภาคกลาง ตอนบน และภาคกลางตอนล่าง ทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีมากจนเกินขีดความสามารถในการระบายน้ำได้ เกิดภาวะน้ำล้นตลิ่ง โดยแม่น้ำเจ้าพระยาเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่การเกษตร บ้านเรือนของราษฎร และพื้นที่เศรษฐกิจต่างๆ ทำให้ต้องมีการบริหารจัดการน้ำเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมซึ่งพื้นที่ทางตอนเหนือของจังหวัดนครปฐม จึงได้มีการผันน้ำออกมาทางแม่น้ำท่าจีน เพื่อช่วยเร่งระบายน้ำเหนือให้ลงสู่ทะเลได้รวดเร็วขึ้น ด้วยเหตุที่น้ำเหนือที่ไหลลงแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณที่มากประกอบกับมีฝนตกหนักในพื้นที่และมีอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุนสูง ทำให้การระบายน้ำในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐมเป็นไปอย่างล่าช้า ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีนยกตัวสูงขึ้นจนเกิดภาวะน้ำเอ่อล้นตลิ่งและบางส่วนได้ไหลย้อนเข้าตามคูคลองสาขาต่างๆ จนเอ่อล้นไหลเข้าท่วมพื้นที่การเกษตร และบ้านเรือนของราษฎร โดยพื้นที่ที่เกิดปัญหาน้ำท่วมซึ่งจากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นทางตอนบนและตอนล่างของจังหวัดบริเวณริมแม่น้ำท่าจีน ได้แก่อำเภอบางเลน อำเภอนครชัยศรี และอำเภอสสามพราน และ 2) เกิดจากฝนที่ตกหนักในพื้นที่แล้วท่วมซึ่งพื้นที่ เนื่องจากไม่มีคูคลองระบายน้ำ และบางส่วนไม่สามารถระบายน้ำลงคลองสาขาของแม่น้ำท่าจีนได้ เนื่องจากต้องรอให้ปริมาณน้ำและระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีนลดน้อยลงจึงจะสามารถระบายน้ำได้ ประกอบกับมีสิ่งกีดขวางทางน้ำและการบุกรุกลำน้ำธรรมชาติแม่น้ำหลัก ลำน้ำสาขา หนอง บึง และ

ลำเหมือง รวมถึงวัชพืช เช่น ผักตบชวา ทำให้เกิดปัญหาที่คขวางการไหลของน้ำจนเป็นเหตุให้เกิดภาวะน้ำท่วมซึ่งพื้นที่การเกษตร

3) ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการทำการเกษตร

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการทำการเกษตรนั้น ผลการศึกษา เกษตรกรร้อยละ 70.00 พบปัญหาดังกล่าว โดยได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในพื้นที่โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนั้นพบกับปัญหาอากาศร้อนจัดและส่งผลทำให้ผลผลิตข้าวไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุวรรณ และคณะ (2564) ศึกษาเรื่อง ผลของอุณหภูมิสูงในระยะเจริญพันธุ์ที่มีต่อการติดเมล็ดผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวอันเนื่องมาจากปัญหาสภาวะโลกร้อน มีผลทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การติดเมล็ดและผลผลิตของข้าวลดลง โดยอุณหภูมิสูงทำให้ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรข้าวลดลง โดยข้าวแต่ละพันธุ์มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ว่าอุณหภูมิสูงในระยะเจริญพันธุ์มีผลทำให้ความยาวรวง น้ำหนักรวง ผลผลิตต่อกอ การติดเมล็ด น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิปกติ ข้าวพันธุ์ M962 มีความทนร้อน (ติดเมล็ด > 61 เปอร์เซ็นต์) ชัยนาท 1 และ กข 41 ทนร้อนปานกลาง (ติดเมล็ด 41-60 เปอร์เซ็นต์) ปทุมธานี 1 ทนร้อนค่อนข้างต่ำ (ติดเมล็ด 11-40 เปอร์เซ็นต์) และสินเหล็ก ทนร้อนต่ำ (ติดเมล็ด < 11 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ ยังส่งผลต่อเกษตรกรที่ปลูกไม้ผลด้วยเช่นกัน ซึ่งในจังหวัดนครปฐมมีเกษตรกรที่ปลูกลำไยในพื้นที่อำเภอสสามพราน จากผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้น ส่งผลทำให้การติดดอกของลำไยในลดน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะธิดา (2561) ศึกษาเรื่อง การรับรู้ผลกระทบและการปรับตัวของเกษตรกรจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อคุณภาพผลผลิตลำไย ในอำเภจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่รับรู้ว่

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 94.30 ในรูปแบบฝนตกไม่ตรงตามฤดูกาล และอากาศร้อนขึ้น รวมทั้งรับรู้ว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพผลผลิตลำไย (เกรด AA, A, B, C) คิดเป็นร้อยละ 99.50 สำหรับผลกระทบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อช่วงพัฒนาการลำไยในภาพรวมมีผลกระทบอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59) มีผลมากที่สุดในช่วงแทงช่อดอก และช่วงดอกบาน เป็นต้น

4) ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชระบาดที่ส่งผลต่อการทำการเกษตร

สำหรับปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชระบาดที่ส่งผลต่อการทำการเกษตร จากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 60.48 พบปัญหาการระบาดของโรคและศัตรูพืช ทั้งเกษตรกรที่ปลูกข้าว มะพร้าว ไม้ผล ต้องพบกับปัญหาดังกล่าว โดยเกษตรกรที่ปลูกข้าวมักพบกับเพลี้ยไฟ หนอนกอข้าว และหนอนกระทู้ เป็นต้น โดยเพลี้ยไฟนั้นมักจะระบาด

ในช่วงที่มีอากาศร้อนจัด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตร (2557) ที่อธิบายไว้ว่า เพลี้ยไฟทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะทำลายข้าวโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบข้าวที่ยังอ่อนโดยอาศัยอยู่ตามซอกใบระบาศในระยะกล้า เมื่อใบข้าวโตขึ้นใบที่ถูกทำลายปลายใบจะเหี่ยวขอบใบจะม้วนเข้าหากกลางใบและอาศัยอยู่ในใบที่ม้วนนั้น พบทำลายข้าวในระยะกล้าหรือหลังปักดำ 2-3 สัปดาห์ โดยเฉพาะในช่วงอากาศร้อนแห้งแล้งหรือฝนทิ้งช่วงนานติดต่อกันหรือสภาพน้ำท่วมที่ขาดน้ำ ถ้าระบาดมากๆ ทำให้ต้นข้าวแห้งตายได้ทั้งแปลง

ส่วนที่ 4 แนวทางการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรในจังหวัดนครปฐม ผลการศึกษาแนวทางการปรับตัวของเกษตรกร ทั้ง 4 ด้าน (Figure 1)

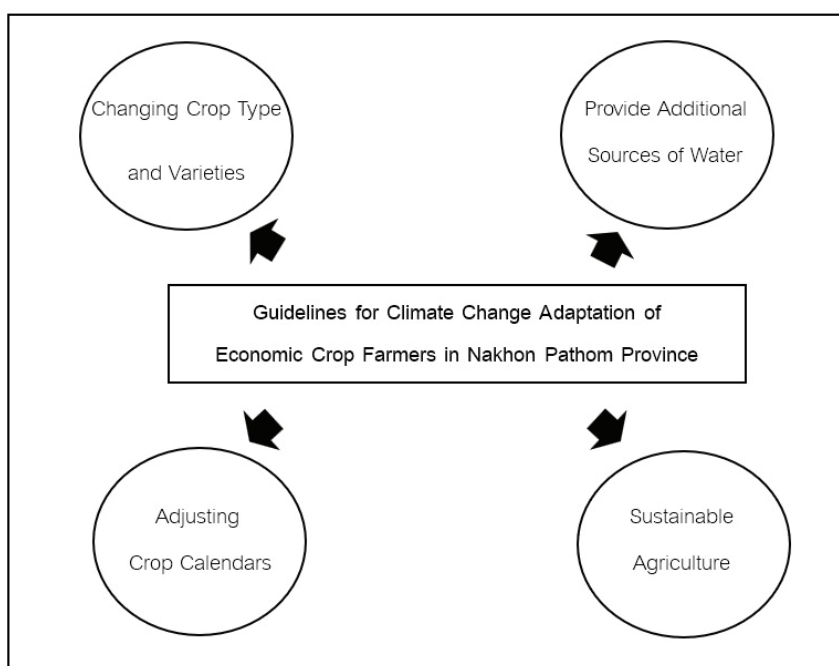


Figure 1 Guidelines for climate change adaptation of economic crop farmers in Nakhon Pathom province

รายละเอียดผลการศึกษาทั้ง 4 ด้าน มีดังนี้

1) **การปรับเปลี่ยนชนิดพืชที่ปลูก** ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรร้อยละ 12.38 ที่คิดว่าสามารถปรับเปลี่ยนมาปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนได้ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่ปลูกพืชผักไม้ผล โดยให้เหตุผลไว้ว่า หากมีปัญหาอาจปรับเปลี่ยนพืชที่เหมาะสมกับสภาพของภูมิอากาศได้ เนื่องจากยังมีพืชผักอีกหลายชนิดที่เลือกปรับได้ตามความเหมาะสมของสภาพอากาศ แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 87.62 ที่คิดว่าไม่สามารถปรับเปลี่ยนพืชที่ปลูกได้ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักคือ ข้าว ร้อยละ 72.38 ซึ่งเป็นอาชีพดั้งเดิมที่ทำกันมานานแล้วตั้งแต่บรรพบุรุษ และไม่มีความรู้ในการปลูกพืชชนิดอื่น ทั้งนี้ เกษตรกรได้ให้ข้อเสนอแนะว่า หากเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้พันธุ์ที่ทนแล้ง ทนน้ำท่วม หรือต้านทานโรคได้ ก็สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสภาพปัญหาที่ต้องเผชิญ

2) **การหาแหล่งน้ำเพิ่มเติม เพื่อเก็บกักน้ำในช่วงภัยแล้ง** ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรร้อยละ 29.05 ที่คิดว่าจำเป็นต้องหาแหล่งน้ำเพิ่มเติมเพื่อรับมือกับปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงภัยแล้ง โดยการขุดสระในพื้นที่ของตนเอง เนื่องจากเกษตรกรบางส่วนถึงแม้จะอยู่ในพื้นที่ของโครงการชลประทาน แต่ในพื้นที่การเกษตรอยู่ห่างไกลจากคลองที่รับน้ำ จึงทำให้ไม่ได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอในช่วงที่มีน้ำน้อย ดังนั้น เกษตรกรที่ประสบกับปัญหาดังกล่าวจึงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยคิดว่าการขุดสระในพื้นที่จะช่วยบรรเทาปัญหาภัยแล้งได้ในช่วงที่มีน้ำน้อย หรือ ฝนทิ้งช่วงได้ แต่ทั้งนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่จำนวน ร้อยละ 70.95 ที่ไม่ได้ขุดสระเพื่อสำรองน้ำไว้ใช้ในช่วงภัยแล้งนั้น คิดว่ายังไม่จำเป็น เนื่องจากได้รับน้ำที่เพียงพอกับการเพาะปลูก เพราะพื้นที่ของเกษตรกรอยู่ในเขตชลประทาน มีการส่งน้ำที่ทั่วถึงและเพียงพอ อีกทั้งยังอยู่ใกล้กับแม่น้ำที่สำคัญของจังหวัด คือ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำนครชัยศรี เป็นต้น นอกจากนี้ เกษตรกรที่มีอาชีพหลักทำสวนไม้ผลนั้น ก็มีการบริหารจัดการน้ำจากร่องสวนที่ได้ดำเนิน

การขุดในพื้นที่เพาะปลูกอยู่แล้ว จึงทำให้ไม่ได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วม

3) **การปรับเปลี่ยนช่วงเวลาปฏิทินในการวางแผนเพาะปลูก** ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรร้อยละ 53.33 คิดว่าสามารถดำเนินการตามแนวทางด้านการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาในการวางแผนเพาะปลูกได้ โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม เกิดฝนตกหนักติดต่อกันในพื้นที่น้ำท่วมเอ่อล้นเข้าไปในพื้นที่การเกษตร ทำให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหาย เนื่องจากยังไม่ได้วางแผนว่าจะเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนั้น จึงเกิดผลกระทบตามมา จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ได้รับผลกระทบดังกล่าวมีความคิดว่า แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าวนี้ คือ การปรับช่วงเวลาของการปลูกข้าวให้เร็วขึ้น เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทันก่อนที่จะเกิดพายุฝนตกหนักเข้ามา โดยจะต้องมีการพัฒนามาตรการในการปรับตัวหรือการรับมือ ให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งการสร้างแนวป้องกันกีดขวางชลิ่งแม่น้ำ ในบางพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ อาทิเช่น อำเภอนครชัยศรี อำเภอสามปราชญ์ อำเภอบางเลน เป็นต้น เพื่อการป้องกันและลดความเสี่ยง แต่ทั้งนี้พบว่าเกษตรกร ร้อยละ 46.67 คิดว่ายังไม่สามารถใช้แนวทางดังกล่าวนี้ได้ เนื่องจากเกษตรกรบางส่วนต้องวางแผนเพาะปลูกให้สอดคล้องกับการปล่อยน้ำของโครงการชลประทาน และบางส่วนไม่ได้รับผลกระทบหรือความเสียหายจากปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้น

4) **การปรับรูปแบบการทำเกษตรเป็นแบบเกษตรยั่งยืน** ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรร้อยละ 33.81 มีความสนใจที่จะปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำเกษตรในแบบปัจจุบัน ให้เป็นการทำการเกษตรแบบยั่งยืน ในรูปแบบของการทำเกษตรผสมผสาน หรือ เกษตรทฤษฎีใหม่ ที่เน้นทั้งการจัดการที่ดินและการจัดการแหล่งน้ำ อีกทั้งยังลดการใช้สารเคมี ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร และมุ่งเน้นให้มีการใช้ทรัพยากรในพื้นที่อย่างคุ้มค่า ทั้งนี้ เนื่องจากปัญหาที่เกษตรกรประสบอยู่นั้น

มีทั้งปัญหาด้านภัยพิบัติ ซึ่งส่งผลทำให้สร้างความเสียหายกับผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ ทั้งการปลูกข้าว พืชผัก และไม้ผลประเภทต่างๆ อีกทั้งยังต้องเผชิญกับปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชอีกด้วย ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมี จึงคิดว่าแนวทางนี้จะช่วยแก้ไขปัญหามาจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละด้านได้ ทั้งด้านระบบนิเวศ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ เป็นต้น ในขณะที่ เกษตรกรร้อยละ 66.19 ยังไม่แน่ใจว่าแนวทางดังกล่าวจะช่วยแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรได้ อีกทั้งยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการตามแนวทางดังกล่าว

จากผลการศึกษาเรื่องแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นั้น ชี้ให้เห็นว่า หน่วยงานภาครัฐที่ดูแลเกษตรกรควรเข้าไปทำความเข้าใจเกี่ยวกับภัยพิบัติที่เกิดขึ้น ทั้งภัยแล้งและน้ำท่วม และถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกรในชุมชน ผ่านช่องทางต่างๆ ให้สามารถเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ทันทั่วถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดนครปฐม ในบางอำเภอที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วม เกือบเกี่ยวข้าวไม่ทัน จึงทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย ดังนั้น จึงต้องมีการวางแผนช่วงเวลาของการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับฤดูกาลที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยชุมชนต้องปรับตัวการเริ่มต้นปลูกข้าวให้สามารถเก็บเกี่ยวทันก่อนช่วงเวลาที่คาดว่าจะเกิดปัญหาน้ำท่วมในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม โดยเรียนรู้ร่วมกันในการวางแผนจัดการเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ให้สามารถอยู่ร่วมกับภัยพิบัติที่เกิดขึ้นได้อย่างสอดคล้องกับธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปวีณรัตน์ และ คณะ (2562) ศึกษาเรื่องการปรับตัวของผู้ปลูกข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีแนวทางในการปรับตัว 8 วิธีการ ได้แก่ การเปลี่ยนชนิดพืชที่ปลูก การเปลี่ยนวันปลูก การเปลี่ยนวิธีการปลูก การจัดการน้ำ การปรับเปลี่ยนอาชีพ การปรับเปลี่ยนด้านการ

ดำเนินชีวิต การประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปรับตัว และการวางแผนปรับตัวระดับชุมชน

นอกจากนี้ ควรมีการเพิ่มขีดความสามารถของชุมชนในการปรับตัวสำหรับเตรียมความพร้อมรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยขีดความสามารถของชุมชนนั้น ควรเน้นในเรื่องการเตรียมการในการป้องกันและลดผลกระทบจากภัยแล้ง น้ำท่วม ที่อาจเกิดขึ้น รวมไปถึงความสามารถในการหลบหลีกจากภัย และอันตรายที่อาจเกิดขึ้น และความสามารถในการฟื้นคืนสภาพเดิมหลังเกิดภัย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการรับรู้ของประชาชนถึงความเสี่ยงภัยของชุมชนด้วยการเพิ่มขีดความสามารถของชุมชน เป็นกระบวนการที่ชุมชนต้องรับรู้และทราบถึงความเปราะบางของชุมชนของตนเองต่อความเสี่ยงภัยธรรมชาติต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น ในอนาคต และมีความจำเป็นต้องมีการยกระดับของมาตรการในการรับมือให้เข้มข้นยิ่งขึ้น ด้วยการเพิ่มขีดความสามารถของชุมชนต่อการปรับตัวในด้านต่างๆ (สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.) ดังนั้น จึงควรมีการส่งเสริมการจัดการความรู้ของคนในชุมชนเกี่ยวกับการเตือนภัย ความเสี่ยงและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่การเกษตร การใช้แนวทางเกษตรอย่างประหยัด การคัดเลือกพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม การทำปฏิทินการปลูกพืชและสภาพภูมิอากาศให้สอดคล้องกัน เพื่อให้ชุมชนรับทราบและมีแนวปฏิบัติร่วมกันในพื้นที่ที่มีแนวโน้มว่าจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สรุป

ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 58.10) อายุเฉลี่ย 55.18 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 73.81) อาชีพหลักของเกษตรกร คือ ปลูกข้าว (ร้อยละ 72.38) ประสบการณ์ในการประกอบอาชีพทางการเกษตรของเกษตรกร เฉลี่ย 38.19 ปี พื้นที่ในการทำเกษตรเฉลี่ย 19.72 ไร่ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่วนใหญ่มาจากช่องทางโทรทัศน์ (ร้อยละ 32.14) สำหรับสถานการณ์

และผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำเกษตร พบว่า 1) แหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ในการทำการเกษตรมาจากแหล่งน้ำชลประทาน (ร้อยละ 48.48) โดยพบปัญหาทั้งการขาดแคลนน้ำในช่วงของภัยแล้ง ปัญหาน้ำท่วม ปัญหาน้ำเค็ม และปัญหาน้ำเน่าเสีย ในบางพื้นที่บางอำเภอ แตกต่างกันไปตามสภาพของพื้นที่ที่ได้รับน้ำ 2) ผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมต่อการทำการเกษตรการปลูกพืชในพื้นที่ มีเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วม ส่งผลทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต (ร้อยละ 44.76) 3) ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการทำการเกษตร มีเกษตรกรได้รับผลกระทบเป็นจำนวนมาก (ร้อยละ 70.00) และ 4) ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชระบาด ที่ส่งผลต่อการทำการเกษตร เกษตรกรได้รับผลกระทบเป็นจำนวนมาก (ร้อยละ 60.48) ในส่วนของแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรนั้น พบว่าแนวทางที่เกษตรกรคิดว่าสามารถทำได้มากที่สุด คือ การปรับเปลี่ยนเวลาในการวางแผนเพาะปลูก รองลงมาคือ การปรับรูปแบบการทำเกษตรเป็นแบบเกษตรยั่งยืน การหาแหล่งน้ำสำรองเพื่อเก็บกักน้ำใช้ในช่วงภัยแล้ง และการปรับเปลี่ยนพืชที่ปลูก

ข้อเสนอแนะ

1) ด้านการรับมือเพื่อแก้ไขกับปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

หน่วยงานในท้องถิ่นควรมีการสำรวจความเสียหายในพื้นที่ ตอนที่ประสบกับปัญหาความเดือดร้อน เช่น น้ำท่วม เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นในตอนนั้นได้ในช่วงเกิดเหตุการณ์เพื่อบรรเทาความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลผลิตทางการเกษตรได้ทันเวลา เพราะส่วนใหญ่ที่เกษตรกรได้รับความช่วยเหลือนั้น จะเป็นมาตรการที่ให้ความช่วยเหลือหลังเกิดภัยพิบัติไปแล้ว ดังนั้น หน่วยงานท้องถิ่นกับชุมชนควรมีการระดมความคิดเห็นเพื่อสร้างมาตรการในการรับมือกับปัญหาทั้งก่อนเกิดปัญหา ระหว่างเกิดปัญหา และหลังการเกิดปัญหา ร่วมกัน

2) ด้านการปรับตัวของเกษตรกรต่อสถานการณ์ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ควรมีการสร้างเครือข่ายชุมชนในพื้นที่ใน

แต่ละอำเภอ ในการติดตามและเฝ้าระวังความเสี่ยงภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้น เพื่อให้มีความรู้ ทักษะในการติดตาม และเฝ้าระวังสถานการณ์ของปัญหาได้อย่างทันทั่วทั้งในการติดตามสถานการณ์น้ำทั้งภัยแล้งและน้ำท่วม นอกจากนี้ ควรร่วมมือกับหน่วยงานในท้องถิ่นในการหามาตรการในการรับมือกับความเสียหายภัยธรรมชาติในแต่ละปี เพื่อให้สามารถรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการปรับตัวตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยมีการวางแผนล่วงหน้าสำหรับรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนที่ให้การสนับสนุนเงินทุนการวิจัยตลอดโครงการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2564 เรื่อง “แนวทางการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักในพื้นที่จังหวัดนครปฐม” โครงการวิจัยรหัส KPS-RDI-2021-021 และขอขอบพระคุณสำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครปฐม อำเภอกำแพงแสน อำเภอบางเลน อำเภอดอนตูม อำเภอ นครชัยศรี อำเภอสสามพราน และ อำเภอพุทธมณฑล ที่ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลกับเกษตรกรในพื้นที่ ทำให้การดำเนินโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. โรค-แมลงศัตรูข้าว และการป้องกันกำจัด (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://shorturl.asia/qGi0g>, 10 สิงหาคม 2565.
- จารุวรรณ ชื่นมาธูร ไพจิตร ชเนษฎ์ ม้าลำพอง ชัยสิทธิ์ ทองจุ คัทลียา ฉัตรเที่ยง และ จุฑามาต ร่มแก้ว. 2564. ผลของอุณหภูมิสูงในระยะเจริญพันธุ์ที่มีต่อการติดเมล็ด ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าว. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ 9(1): 1-13.

- ปวีณรัตน์ สิงสิน รุจ ศิริสัญลักษณ์ บุศรา
ลิมนิรันดร์กุล และแสงทิวา สุริยงค์. 2562.
การปรับตัวของผู้ปลูกข้าวต่อการ
เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในอำเภอ
ดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่. วารสาร
เกษตร, 35(1): 125-136.
- ปิยะธิดา ราตรี. 2561. การรับรู้ผลกระทบและการ
ปรับตัวของเกษตรกรจากการเปลี่ยนแปลง
สภาพภูมิอากาศต่อคุณภาพผลผลิตลำไย
ในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่.
วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตร
มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
71 หน้า.
- พรพรรณ สุทธิรัมย์. 2559. รายงานโครงการวิจัย
เรื่อง การศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการ
เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิต
พืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน (ระบบ
ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [https://www.doa.
go.th/research/attachment.php?aid=
2888](https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2888)., 5 กุมภาพันธ์ 2566.
- ศุภกร ชินวรรณ วิจิตรบุษบา มารมย์, ณัฏฐิณี
ติกุล วนารัตน์ กรอสิรานุกูล พงษ์ศักดิ์
สุทธินนท์ ไพบย สราภิรมย์ พนมศักดิ์
พรหมบุญมย์ และกรณีการธรรมชาติ.
2559. โครงการการจัดทำรายงาน
สังเคราะห์และประมวลสถานการณ์องค์
ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพ
ภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2 (ด้านความเสี่ยง
และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง
ภูมิอากาศ). สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุน
สนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- ศูนย์ติดตามและแก้ไขปัญหาภัยพิบัติด้านการเกษตร
จังหวัดนครปฐม. 2565. แผนป้องกันและ
บรรเทาสาธารณภัยด้านการเกษตรในช่วง
ฤดูฝน จังหวัดนครปฐม (ระบบออนไลน์).
แหล่งข้อมูล: <https://shorturl.asia/WVzKc>.,
10 สิงหาคม 2565.
- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
2554. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษา
ด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพ
ภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของ
ภาคส่วนที่สำคัญ. เสนอต่อ กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม,
กรุงเทพฯ. 150 หน้า.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม. ม.ป.ป. แผนการปรับตัวต่อ
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ
(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [https://
climate.onep.go.th/wp-content/uploads/
2021/06/National_Adaptation_Plan_010
62021.pdf](https://climate.onep.go.th/wp-content/uploads/2021/06/National_Adaptation_Plan_01062021.pdf)., 20 ตุลาคม 2563.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครปฐม.
2563. แผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์
จังหวัดนครปฐม (พ.ศ.2561-2565) (ระบบ
ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [https://www.
opsmoac.go.th/nakhonpathom-dwl-
files-421591791075](https://www.opsmoac.go.th/nakhonpathom-dwl-files-421591791075)., 20 ตุลาคม 2563.
- สำนักงานจังหวัดนครปฐม. 2561. แผนพัฒนาจังหวัด
นครปฐม 4 ปี (พ.ศ.2561-2564) (ระบบ
ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [https://shorturl.
asia/3uHKR](https://shorturl.asia/3uHKR) , 20 ตุลาคม 2563.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม. 2558. แผนแม่บทรองรับการ
เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ.2558-
2593 (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [https://
climate.onep.go.th/wp-content/
uploads/2019/07/CCMP_58-93_TH.pdf](https://climate.onep.go.th/wp-content/uploads/2019/07/CCMP_58-93_TH.pdf).,
20 ตุลาคม 2563.
- สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม. ม.ป.ป. ความรู้ในการป้องกัน
และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพ
ภูมิอากาศในระยะยาว (ระบบออนไลน์).
แหล่งข้อมูล: <https://shorturl.asia/p3Uji>.,
12 กันยายน 2564.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

3) เรียงย่อในหนังสือหรือตำรา ที่มีผู้เขียนแยกในแต่ละเรื่อง ย่อย และมีบรรณาธิการ (Chapters in books or textbooks with separated author(s) in each chapter and editor(s))

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อ. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด.

ใน: ชื่อบรรณาธิการ (บก.). ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์.

ดำรง เวชกิจ และสมบุญ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัด ศัตรูพืช. หน้า 22-42. ใน: สุวัฒน์ วัยอารีย์ (บก.). แมลงและ ศัตรูศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วน จำกัด โอเดีย สแควร์, กรุงเทพมหานคร.

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee sociality. pp. 3-20. In: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (Eds.). Gene, Behaviors and Evolution of Social Insects. Hokkaido University Press, Sapporo.

4) วิทยานิพนธ์ (Thesis/Dissertation)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ระดับวิทยานิพนธ์. สถาบันการศึกษา, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

อโนชา แก้ววงษ์วาลย์. 2558. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม ของถั่วเขียวผิวดำโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 106 หน้า.

Liquido, N.J. 1982. Population ecology of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Heteroptera: Miridae). Ph.D. Dissertation. University of Hawaii, Honolulu. 175 p.

5) รายงานการประชุม สัมมนาทางวิชาการ (Reports and Proceedings)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อ. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด.

ใน: รายงานการประชุม สัมมนา. สถานที่จัดประชุม.

นฤพนธ์ รักษาณชัยสิทธิ์ ทองสุข ศุภชัย อำคา จุฑามาศ ร่มแก้ว และศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จาก โรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. หน้า 100-110.

ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน, นครปฐม.

Feigenbaum, S., A. Bar-Tal and D.L. Sparks. 1990. Dynamics of soil potassium in multicationic systems. pp. 145-161. In: Proceedings of the 22nd Colloquium of the International Potash Institute, Bern.

6) เอกสารวิชาการอื่นๆ (Other forms of academic documents)
ชื่อผู้เขียน หรือหน่วยงาน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ. ประเภท ของเอกสาร. สถาบันหรือหน่วยงานที่จัดพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

กรมวิชาการเกษตร. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมะม่วงตามระบบ GAP. เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 6, จันทบุรี. 45 หน้า.

Lantican, F.A. 2008. The Philippine banana industry: market performance, constraints and policy direction. SEARCA professorial chair paper. Department of Agricultural Economics, College of Economics and Management, UP Los Baños. 46 p.

7) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic media)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: ที่อยู่ของ ไฟล์หรือเว็บไซต์ (URL) (วัน เดือน ปีที่สืบค้นข้อมูล ถ้าเป็น ภาษาอังกฤษใช้ เดือน วันที่ ปีที่สืบค้นข้อมูล).

ในกรณีไม่มีข้อมูลปีที่พิมพ์ ให้ระบุเป็นปีที่เข้าสืบค้นข้อมูล ฟิรเดช ทองอำไพ. 2554. เกษตรไทยในอนาคต. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.ladda.com/managedataladda/journal/agriculturethailand.pdf (2 พฤษภาคม 2556).

Unardakis, D. K. and B. I. Manois. 2005. Hydroponic culture of strawberry in perlite. (Online): Available Source: www.schunder.com/strawberries.htm (April 21, 2005).

รูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์ ให้เขียนตามหลักเกณฑ์การเขียนชื่อ วิทยาศาสตร์ โดยในครั้งแรกที่ปรากฏขึ้น ให้สะกดคำเต็ม เช่น *Sitophilus zeamais* และพิมพ์เป็นอักษรแบบตัวเอน หลังจากนั้น ถ้ามีการระบุชื่ออีกให้ย่อชื่อสกุล โดยเขียน เป็น *S. zeamais*

ชื่อเฉพาะ ให้ขึ้นต้นด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น Motschulsky, January, Chinese, โรคใบจุดเหลือง (Yellow spot disease)

หัวข้อ ตารางที่ ภาพที่ ให้ขึ้นต้นด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น Abstract, Keywords, Table 1, Figure 2

คำย่อ ให้ใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด และควรระบุคำเต็มไว้ ในการใช้ครั้งแรก เช่น Randomized Complete Block Design (RCBD) คำในวงเล็บที่ไม่ใช่ชื่อเฉพาะ หรือคำย่อ ให้ใช้อักษรตัวพิมพ์ เล็ก เช่น ตัวรับควบคุม (control), สปอร์แขวนลอย (spore suspension), เครื่องวัดแรงตึงน้ำของดิน (tensiometer)

การส่งต้นฉบับเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งไฟล์บทความต้นฉบับทางออนไลน์เท่านั้น โดยส่งที่ <https://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/jasm>

การบอกรับเป็นสมาชิก

บอกรับเป็นสมาชิกจากใบบอกรับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อกอง บรรณาธิการโดยตรง

การตอบรับบทความ

บทความทุกบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตร และการจัดการต้องผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่น้อยกว่า 2 ท่าน กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความที่เสนอ เพื่อการตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

*The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing.

สำนักงานและการติดต่อ (Office and Inquiries)

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ งานแผนและวิชาการ สำนักงานเลขานุการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

โทรสาร 034-351406 ต่อ 117

โทร. 034-351406 ต่อ 126-127

Editorial Board, Journal of Agricultural Science and Management, Planning and Technical Division, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University

Fax 034-351406 ext. 117

Tel. 0034-351406 ext. 151

E-mail : agriscim@gmail.com

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE AND MANAGEMENT

A Technical Journal of the Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University

Volume 6, Issue 2 May - August 2023

Study on Fruit Characteristics of 6 Local Avocado Cultivars and Booth-7 Cultivar (<i>Persea americana</i> Mill.) Ruangsak Komkhuntod and Daranee Thawornchareon.....	7
The Potential of Fruits Orchard Cultivation in the Mekong River region : Comparative Case Study of Mangosteen Orchard Microclimate and Root Zone Soil Water Status in the Mekong River Region, Bueng Kan and Southern Region, Nakhon Si Thammarat Province Pornchai Paiboon and Pannee Chuennakorn.....	14
Validation of a Molecular Marker for Heat Tolerance Selection in Improved Aromatic Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) Thanyalak Jampa, Jonaliza L. Siangliw, Chanate Malumpong and Watchareewan Jamboonsri.....	24
Adoption of Mung Bean Seeds Production Technology of Farmers in Lopburi Province Parichard Tarbud, Nareerut Seerasarn and Junya Singkum.....	33
Epidemic Situation and Farmer's Plant Disease Management of Potato Production during Dry Season in Nakhon Phanom Province Tidarat Poonprasit, Wanalai Viriyasuthee, Niyom Khaimuk, Nareerut Seerasarn and Thamrongjet Puttamuk.....	46
Genome-Wide Association Study (GWAS) Reveals an SNP Associated with Downy Mildew Resistance in Maize Nay Nay Oo., Vinitchan Ruanjaichon, Kularb Laosatit, Theerayut Toojinda and Jintana Unartngam.....	60
The Effect of Spraying with Wet-coating Silicone Surfactants and N70 Surfactants on Foliar Fertilization Efficacy of Wan Pirun Guava Cultivar Thamthawat Saengngam, Yaimai Chuaynoo, Anut Hengcharoen, Sirisuda Bootpetch and Tawatchai Inboonchuay..	71
Factors Affecting the Success of Registration and Improvement of Farmers Register in Photharam District, Ratchaburi Province Yotar Choomnirum, Nareerut Seerasarn and Bumpen Keawwan.....	81
Extension Needs of Off-season Longan Production for Farmers in Kosamphi Nakhon District, Kamphaeng Phet Province Panida Premjittibanthoeng, Nareerut Seerasarn and Sineenuch Khrutmuang Sansern.....	92
Assessment of Heat Tolerance of Karen Chili by Membrane Thermal Stability Method Natthakran Sukcharoen, Wimonsiri Fuenchompoo Anyamanee Auvuchanon and Piyathat Pagamas.....	103
Utilization of By-product from Sugar Factory as Sources of Potassium on Growth and Yield of Cassava Rungnapa Jampathong, Chaisit Thongjoo, Tawatchai Inboonchuay, Aunthicha Phommuangkhu, Jutamas Romkaew, Pongpet Pongsivapai, Natcha Sornhiran and Teerayut Klumchaun.....	112
Extension Needs of Mango Production Accordance with Good Agricultural Practices of Farmers in Prachantakham District, Prachinburi Province Warathaya Boonkvan, Nareerut Seerasarn and Benchamas Yooprasert.....	124
Guidelines for Climate Change Adaptation of Economic Crop Farmers in Nakhon Pathom Province Jirattinart Thungngern, Kanungrat Kummanee and Panchit Seeniang.....	135

ISSN 2586-9655

ISSN 2697-5378 (online)