วารสาร
วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ
JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE AND MANAGEMENT
วารสารวิชาการของคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2568

ความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรในอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง
นงลักษณ์ เงารัตนพันธิกุล นารีรัตน์ สีระสาร เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ.....5

ความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่
อดิศักดิ์ ภูกิตติกุล นารีรัตน์ สีระสาร และบำเพ็ญ เขียวหวาน.....13

การขยายพันธุ์อโกลนีมาซุปเปอร์เรดจากตาข้างในสภาพปลอดเชื้อ
พันทิพา ลิ้มสงวน นิสสรณ์ ดีพานทอง และภัททิยา ศิริวัฒโก.....21

การยอมรับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรใน อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
สันต์ฤทัย จันทองโชติ นารีรัตน์ สีระสาร และสินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม.....28

การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนประเทศไทย
สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย จารุวี อันเชตา ภัทรธีรา อินพลับ เนตรนภา อินสลุด และเทวินทร์ แก้วเมืองมูล.....36

ความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ของเกษตรกรในตำบลพระรักษ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร
จันทร์จิรา แก้วเรือง นารีรัตน์ สีระสาร และเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ.....51

ความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวของเกษตรกร ในอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก
พฤกจิกา กันทาแจ่ม นารีรัตน์ สีระสาร และสินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม.....59

ผลของการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิที่ปลูกในจังหวัดแม่ฮ่องสอน
ศิริพร อ่ำทอง ชิติ ศรีตนทิพย์ กิตติพันธ์ เพ็ญศรี และเมทินี นาคดี.....70

การประเมินคุณภาพผลและปริมาณวิตามินซีในฝรั่งชนิดรับประทานผลสดเนื้อสีแดง 8 พันธุ์
ดรุณี ถาวรเจริญ เรืองศักดิ์ กมขุนทด กัลยาณี สุวิทวัส ขวัญหทัย ทะนงจิตร พิมพ์นิภา เพ็งช่าง วิมลวรรณ ชอบสอาด
พัชรียา บุญกอแก้ว.....78

อิทธิพลของปุ๋ยมูลค้างคาวที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแรดิชที่ปลูกในวัสดุปลูก
ชมดาว ขำจริง และกนกวรรณ ใจเพชร.....86

เส้นตอบสนองต่อแสงของกะเพราภายใต้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์หลายระดับ
วสันต์ ปานนิ่ม วินัย อุดขาว อนุชา วงศ์ปราณีกุล รสริน มังกะโรทัย วันณิสา พูลเดช จุฑามณี เวียงวีระชาติ และ
สรวิศ สิทธิธรรม.....95

การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ถูกกระตุ้นด้วยสารอินโดล-3-แอซีติกแอซิด จากไซยาโนแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินแปลงนา
วิภาพร ยงสุวัฒนะ สิรินภา ช่วงโอภาส และเดือนรัตน์ ชลอุดมกุล 105

การรับรู้และการปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในอำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง
พันธ์จิตต์ สีเหนี่ยง คนึงรัตน์ คำมณี จิรัฐินาฏ ถังเงิน ศวิตา ตั้งวงศ์กิจ และโชตนา ลิ่มสอน.....116

การวิเคราะห์ตารางชีวิตของแมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) บนมะเขือเปราะ
พัธนพร เภามี และโสภณ อุไรชื่น.....125

การผลิตเซลล์บอร์เดอร์ของรากข้าวจาปอนิกา (*Oryza sativa* ssp. *japonica*)
พัจรรยา แปลกทิ้ง อัญชลี ใจดี และกนกวรรณ เสรีภาพ.....135

ISSN 2586-9655
ISSN 2985-1904 (online)

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ภาษา** เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. **การพิมพ์** พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษ A4 ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรม ไมโครซอฟเวิร์ด ตัวอักษร Cordia New ขนาด14 ขนาด14 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 (*) กำกับไว้ที่ท้ายนามสกุลของผู้เขียนที่ให้ติดต่อ (corresponding author) ด้วย

ที่อยู่หรือสังกัดของผู้เขียน ให้พิมพ์เป็นเชิงอรรถ (footnote) ในหน้าแรกของบทความ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมกับระบุจังหวัด และรหัสไปรษณีย์ หากที่อยู่มีหลายแห่งให้พิมพ์ภาษาไทยของที่อยู่แห่งแรกก่อน แล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ จากนั้นพิมพ์ภาษาไทยของที่อยู่แห่งที่สองแล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ สลับกันในลักษณะนี้เรื่อยไป ในกรณีผู้เขียนเป็นนิสิตนักศึกษา ให้ระบุที่อยู่ตามที่อยู่หรือสังกัดของอาจารย์ที่ปรึกษาเท่านั้น นอกจากนี้บรรทัดถัดจากที่อยู่ ให้พิมพ์ที่อยู่อีเมล (email address) ของผู้เขียนที่ให้ติดต่อ (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 ให้พิมพ์บทภาษาไทยก่อนบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

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

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

3.6 **ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง** (Results) ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางหรือภาพประกอบได้โดยตารางหรือภาพให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด 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) อาจมีหรือไม่มีก็ได้ 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 และจริยา รอดดี. 2562. การเปลี่ยนแปลงประชากรตามฤดูกาลของแมลงศัตรูเมล่อน. แก่นเกษตร 47(1): 937-946.

มณีมัย 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.

ในกรณีที่เป็นวารสารออนไลน์ไม่สามารถระบุเลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสิ้นสุดได้ ให้ระบุเป็น doi แทน

Bukhari, T., W. Takken and C.J.M. Koenraadt. 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.

สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 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 และยกระดับการผลิต ผลงานวิจัย ตลอดจนเพิ่มทางเลือกให้กับบุคลากรวิจัยและนิสิตในการพิจารณาส่งผลงานวิจัยลงตีพิมพ์/ เผยแพร่	Objective	To disseminate academic knowledge in agricultural science and management
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตร กำแพงแสน	Consultants	Dean, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen
บรรณาธิการ	รศ.ดร.ชเนษฎ์ ม้าลำพอง	Edittor	Assoc. Prof. Chanate Malumpong Kasetsart University
รองบรรณาธิการ	ผศ.ดร.ชัยสิทธิ์ ทองจู	Vice Editor	Assist. Prof. Dr. Chaisit Thongjoo Kasetsart University

กองบรรณาธิการฝ่ายวิชาการ

Editorial Board (Academic)

ศ.ดร.สุพัฒน์ อรรถธรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Prof. Dr. Suput Attathom Kasetsart University
ศ.ดร.ธีรภาพ เจริญวิริยภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Prof. Dr. Theeraphap Chareonviriyaphap Kasetsart University
ศ.ดร.ทิพย์วดี อรรถธรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Prof. Dr. Tipvadee Attathom Kasetsart University
ศ.ปรารถนา พฤกษะศรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Prof. Pratana Prucsasri Kasetsart University
ศ.ดร.นสพ.ทวีศักดิ์ ส่งเสริม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Prof. Dr. Thaweesak Songserm Kasetsart University
ศ.ดร.สืบศักดิ์ สนธิรัตน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Prof. Dr. Suebsak Sontirat Kasetsart University
ศ.ดร.จริยา จันทร์ไพแสง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Prof. Dr. Jariya Chanpaisaeng Kasetsart University
ศ.ดร.ดิเรก ฤกษ์หร่าย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Prof. Dr. Direk Rerkrai Kasetsart University
รศ.ดร.วิชัย โฆสิตรัตน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Assoc. Prof. Dr. Wichai Kositratana Kasetsart University
รศ.ดร.จิระเดช แจ่มสว่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Assoc. Prof. Dr. Chiradej Chamswarng Kasetsart University
รศ.ดร.สนธิชัย จันทร์เปรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Assoc. Prof. Dr. Sontichai Chanprame Kasetsart University
รศ.ดร.จีระชัย กาญจนพฤฒิพงศ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Assoc. Prof. Dr. Jeerachai Kanjanapruthipong Kasetsart University

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ
Journal of Agricultural Science and Management

รศ.ดร.ศิริพรรณ ตันตาคม	Assoc. Prof. Dr. Siripan Tantakom
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
ศ.พิเศษ ยงยุทธ โอสถสภา	Adjunct Prof. Dr. Yongyuth Osotsapar
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
รศ.ดร.สาวิตรี รังสิภัทร	Assoc. Prof. Dr. Savitree Rangsipaht
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
รศ.พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์	Assoc. Prof. Pongsak Chontanaswat
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
รศ.ดร.ธงชัย มาลา	Assoc. Prof. Dr. Thongchai Mala
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
รศ.ดร.กุมุท สังขศิลา	Assoc. Prof. Dr. Kumut Sangkhasila
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
รศ.ดร.ชลิดา เล็กสมบูรณ์	Assoc. Prof. Dr. Chalida Leksomboon
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
ศ.ดร.อภิชาติ วรรณวิจิตร	Prof. Dr. Apichart Vanavichit
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
รศ.ดร.ทศพล พรพรหม	Assoc. Prof. Dr. Tosapon Pornprom
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
ผศ.ดร.ลพ ภวภูตานนท์	Assist. Prof. Dr. Lop Phavaphutanon
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
รศ.ดร.อรรัตน์ มงคลพร	Assoc. Prof. Dr. Orarat Mongkolporn
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
รศ.ดร.พิชัย ทองดีเลิศ	Assoc. Prof. Dr. Pichai Tongdeelert
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
ศ.ดร.อนันต์ พลธานี	Prof. Dr. Anan Polthanee
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Khon Kaen University
รศ.ดร.อำนวย คำตื้อ	Assoc. Prof. Dr. Amnouy Kamtuo
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Khon Kaen University
รศ.ดร.มนต์ชัย ดวงจินดา	Assoc. Prof. Dr. Monchai Duangjindar
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Khon Kaen University
ผศ.ดร.อรอินทุ์ ประไชโย	Assist. Prof. Dr. Ornin Prachaiyo
มหาวิทยาลัยนเรศวร	Naresuan University
Prof. Dr. Gerard Duvallet	Prof. Dr. Gerard Duvallet
Paul Valéry University	Paul Valéry University
ศ.ดร.สัญชัย จตุรสิทธา	Prof. Dr. Sanchai Jaturasittha
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Chiang Mai University
ศ.ดร.ไสว บูรณพาณิชพันธุ์	Prof. Dr. Sawai Buranapanichpan
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Chiang Mai University

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ
Journal of Agricultural Science and Management

ศ.ดร.สุวิมล กีรติพิบูลย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Prof. Dr. Suwimon Keeratipibul Chulalongkorn University
Prof. Dr. Robert McGovern Cornell University	Prof. Dr. Robert McGovern Cornell University
Prof. Dr. Kazuyuki Inubushi Chiba University	Prof. Dr. Kazuyuki Inubushi Chiba University
Prof. Dr. Anake Kijjoa University of Porto, Portugal	Prof. Dr. Anake Kijjoa University of Porto, Portugal
ศ.ดร.อานัฐ ตันโช มหาวิทยาลัยแม่โจ้	Prof. Dr. Arnat Tancho Maejo University
รศ.ดร.วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ มหาวิทยาลัยนเรศวร	Assoc. Prof. Dr. Weerathep Pongprasert Naresuan University
ผศ.ดร.ปุณฑริกา รัตนตรัยวงศ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	Assist. Prof. Dr. Puntarika Ratanatriwong Naresuan University
รศ.ดร.บัณฑิต อินนุวงศ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	Assist. Prof. Dr. Bhundit Innawong Silpakorn University
ผศ.ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	Assist. Prof. Dr. Chaiyawan Wattanajan Prince of Songkla University
รศ.ดร.ทิพวรรณ ลิมังกูร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	Assoc. Prof. Dr. Tippawan Limunggura King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
รศ.บำเพ็ญ เขียวหวาน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	Assoc. Prof. Bumpen Keowan Sukhothai Thammathirat Open University

กองบรรณาธิการฝ่ายการจัดการ

Editorial Board (Management)

นางชลณัฐชา ตันทอง งานแผนและวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	Mrs. Chonnatcha Tantong Planning and Technical Division Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Nakhon Pathom Province.

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ : บริษัท ธรรมรักษ์การพิมพ์ จำกัด 241/55/57 ถ.ราษฎรยินดี ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000 โทร. 032-325534-5

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 เกษตรกลวิธาน สัตวบาล กีฏวิทยา ปฐพีวิทยา โรคพืช พืชสวน พืชไร่นา ส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร เพื่อส่งเสริม พัฒนา และยกระดับการผลิตผลงานวิจัย ตลอดจนเพิ่มทางเลือกให้กับบุคลากรวิจัยรุ่นใหม่ และนิสิตในการส่งผลงานวิจัยลงตีพิมพ์เผยแพร่ โดยผ่านความเห็นและได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งจากภายในและภายนอกหน่วยงาน เพื่อเป็นประสบการณ์สำหรับการส่ง และเสนอผลงานวิจัยเข้ารับการพิจารณาตีพิมพ์

คณะเกษตร กำแพงแสนได้เห็นความสำคัญของการพัฒนาและส่งเสริมผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่เชิงบูรณาการให้มีคุณภาพ เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง สำหรับฉบับนี้มีบทความวิจัยด้วยกัน 15 เรื่อง ประกอบด้วย สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร 6 เรื่อง สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช 1 เรื่อง สาขาพืชไร่นา 2 เรื่อง สาขาพืชสวน 2 เรื่อง สาขาปฐพีวิทยา 1 เรื่อง สาขากีฏวิทยา 1 เรื่อง สาขาพืชศาสตร์ 2 เรื่อง ซึ่งกองบรรณาธิการขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่าน ที่ได้กรุณาแบ่งปันข้อมูลดีๆ ที่เป็นประโยชน์เพื่อเผยแพร่สู่สาธารณะต่อไป

รศ.ดร.ชเนษฎ์ ม้าลำพอง
บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

ความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรในอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง

Extension Needs of Robusta Coffee Production for Farmers in Na Yong District, Trang Province

นงลักษณ์ เงารัตนพันธิกุล[1] นารีรัตน์ สีระสาร1* และเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ[1]

Nongluk Ngaorattanapanthikul[1], Nareerut Seerasarn[1*] and Benchamas Yooprasert[1]

Received: September 13, 2023
Revised: November 13, 2023
Accepted: November 14, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study extension needs of Robusta coffee production for farmers. The population included farmers who grow Robusta coffee in Na Yong district, Trang province. Data were collected from 130 farmers who produced Robusta coffee and registered with the Department of Agricultural Extension in the production year 2021/22. Structured interviews were used for data collection. Statistics used were frequency, percentage, minimum, maximum, mean, standard deviation and ranking. The results indicated the following: the farmers need to gain knowledge about Robusta coffee production at high level in terms of production quality standards (mean = 4.35), Robusta coffee product processing (mean = 4.26), and fertilization (mean = 4.01). Regarding the extension methods, farmers need to received extension of groups (mean 3.59) and field trips/work visits (mean 3.84). Therefore, relevant officials or agencies should encourage farmers to form groups to create a learning process knowledge documents regarding Robusta coffee quality standards have been prepared, processing of Robusta coffee products. Farmers were suggestions to officials on the issue that officials should took farmers to study tours to increase their experience in Robusta coffee production. And officials should go to the area to visit individual farmers to listen and solve problems related to Robusta production.

Keywords: Production extension, production of Robusta coffee, farmers in Na Yong district

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของกษตรกร ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้า ในอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง เก็บข้อมูลจากประชากรที่ผลิตกาแฟโรบัสต้า ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปีการผลิต 2564/65 จำนวน 130 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ และมีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรต้องการได้รับความรู้ด้านการผลิตกาแฟโรบัสต้า ในระดับมาก ในประเด็นมาตรฐานคุณภาพการผลิตกาแฟโรบัสต้า (ค่าเฉลี่ย4.35) การแปรรูปผลผลิตกาแฟโรบัสต้า (ค่าเฉลี่ย 4.26) และการให้ปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 4.01) ในส่วนวิธีการส่งเสริม เกษตรกรต้องการได้รับการส่งเสริมในรูปแแบบกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.59) การทัศนศึกษา/ดูงาน (ค่าเฉลี่ย 3.84) ดังนั้น เจ้าหน้าที่หรือหน่วยงาน

[1] วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

[1] Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120, Thailand

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

ที่เกี่ยวข้องควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรเกิดการรวมกลุ่มเพื่อสร้างกระบวนการการเรียนรู้ โดยมีการจัดทำเอกสารความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานคุณภาพกาแฟ โรบัสต้า การแปรรูปผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะต่อเจ้าหน้าที่ในประเด็นเจ้าหน้าที่ควรมีการนำเกษตรกรไปศึกษาดูงานเพื่อเพิ่มประสบการณ์การผลิตกาแฟโรบัสต้า และเจ้าหน้าที่ควรลงพื้นที่เพื่อเยี่ยมเยียนเกษตรกรรายบุคคลเพื่อรับฟังและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการผลิตกาแฟโรบัสต้า

คำสำคัญ: การส่งเสริมการผลิต, การผลิตกาแฟโรบัสต้า, เกษตรกรในอำเภอนาโยง

คำนำ

กาแฟถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ ประเทศที่มีพื้นที่การปลูกกาแฟที่สำคัญของโลกได้แก่ บราซิล เวียดนาม โคลอมเบีย อินโดนีเซีย และเอธิโอเปีย ตามลำดับ ส่วนประเทศที่มีความต้องการนำเข้ากาแฟมากที่สุด ได้แก่ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี ฝรั่งเศส อิตาลี แคนาดา ญี่ปุ่น ตามลำดับ การนำเข้ากาแฟดิบของประเทศไทยนั้นนำเข้าจาก ประเทศเวียดนาม สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และอินโดนีเซีย ตามลำดับ (สำนักการค้าสินค้า, 2564) ส่วนความต้องการใช้กาแฟของประเทศไทย จะอยู่ที่ประมาณ 89,208 ตันต่อปี แต่ผลผลิตภายในประเทศมีประมาณ 20,569 ตันต่อปี ตลาดการส่งออกเมล็ดกาแฟดิบที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และแคนาดา ทั้งนี้ประเทศไทยมีการส่งออกเมล็ดกาแฟ 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์โรบัสต้า และสายพันธุ์อาราบิก้า โดยสายพันธุ์อาราบิก้ามีพื้นที่ปลูกอยู่บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนสายพันธุ์โรบัสต้า ปลูกบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งพื้นที่การปลูกกาแฟโรบัสต้าลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2565)

กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้านิยมปลูกมาก ในจังหวัดชุมพร โดยมีพื้นที่การเพาะปลูกอยู่ที่ 22,255 ไร่ รองลงมาคือจังหวัดระนอง มีพื้นที่เพาะปลูกอยู่ที่ 15,438 ไร่ และจังหวัดสุราษฎร์ธานี 2,060 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งกาแฟโรบัสต้ายังมีการปลูกกระจายอีกหลายจังหวัดในภาคใต้ เช่น จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสงขลา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565)

จังหวัดตรัง มีพื้นที่การปลูกกาแฟโรบัสต้า 812.75 ไร่ ซึ่งกระจายการปลูกอยู่ทั้งจังหวัด โดยในอำเภอนาโยง มีพื้นที่การปลูกกาแฟโรบัสต้าอยู่ที่ 458.75 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565) จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่เบื้องต้นทราบว่า อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง มีพื้นที่การปลูกกาแฟโรบัสต้าและเป็นแหล่งกำเนิดกาแฟโรบัสต้าที่หลายคนรู้จักในนามกาแฟเขาช่อง (เขาช่อง รสแท้ กาแฟไทย, 2566) การผลิตกาแฟโรบัสต้า ในจังหวัดตรังมักปลูกแซมในสวนยางพาราและสวนไม้ผลเพื่อเพิ่มรายได้นอกเหนือจากรายได้ของพืชหลักเนื่องจากในช่วงเดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนธันวาคม ในภาคใต้จะมีฝนตกชุกส่งผลให้รายได้จากยางพาราซึ่งเป็นพืชหลักของเกษตรกรหายไป แต่ผลผลิตกาแฟจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมเช่นกันเกษตรกรจึงสามารถนำผลผลิตที่ได้ไปจำหน่ายเพื่อชดเชยรายได้ที่หายไปจากสวนยางพารา นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์กับเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟในพื้นที่พบว่า ได้ผลผลิตเป็นที่น่าพึงพอใจ แต่มักประสบปัญหาด้านคุณภาพที่เกิดจากการเก็บเกี่ยวที่ไม่ถูกต้องตามช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยวจึงได้ผลผลิตที่ไม่มีคุณภาพและขนาดตามมาตรฐาน ของตลาดรับซื้อ และผลผลิตไม่มีมาตรฐานรองรับ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเรื่องความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรในอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปเป็นแนวทางในการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรในอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง ทำให้เกิดกระบวนการผลิตกาแฟโรบัสต้าที่มีคุณภาพและมีมาตรฐานรองรับ

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้า ในพื้นที่อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปีการเพาะปลูก 2564/65 ทั้งหมด จำนวน 130 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ลักษณะคำถามมีลักษณะแบบปลายเปิดและปลายปิดประกอบด้วย 3 ส่วนคือ (1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลและสภาพเศรษฐกิจของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง (2) สภาพการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง (3) ความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง นำผล การสัมภาษณ์เกษตรกรมาทดสอบหาค่าความเที่ยง โดยนำแบบสัมภาษณ์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดตรัง ที่ไม่ใช่เกษตรกรอำเภอนาโยง จำนวน 30 ราย และนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่า ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการทดสอบระดับความต้องการความรู้ด้านการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าเท่ากับ 0.954 จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับโดยนำคะแนนรวมในประเด็นความต้องการความรู้ด้านการผลิตกาแฟโรบัสต้า และความต้องการวิธีการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง มาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์คะแนนน้ำหนักเฉลี่ยดังนี้ 1.00 – 1.80 เท่ากับน้อยที่สุด 1.81 – 2.60 เท่ากับน้อย 2.61 – 3.40 เท่ากับปานกลาง 3.41 – 4.20 เท่ากับมาก และ 4.21 – 5.00 เท่ากับมากที่สุดในการวัดความคิดเห็น

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลและสภาพเศรษฐกิจของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 57.69 อาจเนื่องมาจากงานทางด้านเกษตรส่วนใหญ่เป็นงานที่ต้องใช้พละกำลังในการดำเนินการและอาจมีเครื่องจักรที่ต้องนำมาใช้ในกระบวนการการทำการเกษตรจึงส่งผลให้ส่วนใหญ่เกษตรกรจึงเป็นเพศชาย เกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 56.64 ปี อาจเนื่องมาจาก ส่วนใหญ่ผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นผู้สูงอายุ เกษตรกรส่วนใหญ่จึงเป็นผู้สูงอายุ แรงงานวัยทำงานจะออกไปทำงานต่างจังหวัดและไม่สนใจในส่วนของงานการเกษตร เกษตรกรร้อยละ 54.62 จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา อาจเนื่องมาจากการศึกษาภาคบังคับขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับประถมศึกษาส่งผลให้เกษตรกรส่วนใหญ่จึงจบในระดับประถมศึกษา เกษตรกรร้อยละ 57.69 ยังไม่เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับการผลิตกาแฟโรบัสต้าตลอดระยะเวลาการปลูก อาจเนื่องมาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังไม่ทราบถึงปัญหาและความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรในอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง เกษตรกรส่วนใหญ่จึงยังไม่ได้รับการอบรมการผลิตกาแฟโรบัสต้า แตกต่างกับงานวิจัยของจุฬารัตน์ (2561) พบว่า เกษตรกรที่ผลิตกาแฟส่วนใหญ่ได้รับการอบรมให้ความรู้ในการผลิตกาแฟ

ด้านเศรษฐกิจ พบว่า เกษตรกรมีแรงงานในในครัวเรือนเฉลี่ย 1.93 คน อาจเนื่องมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้แรงงานในครัวเรือนในการประกอบอาชีพทางการเกษตร มีพื้นที่การปลูกกาแฟโรบัสต้าเฉลี่ย 3.53 ไร่ ประสบการณ์ในการผลิตกาแฟโรบัสต้า เฉลี่ย 3.25 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการปลูกกาแฟโรบัสต้าน้อย อาจเนื่องมาจากเกษตรกรเริ่มมาปลูกกาแฟเป็นพืชแซมเมื่อ 3-4 ปี ที่ผ่านมา ส่งผลให้เกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีประสบการณ์ในการผลิตกาแฟโรบัสต้า ในปีการผลิต พ.ศ. 2564/65 เกษตรกรมีรายได้จากการปลูกกาแฟ เฉลี่ย 6,635 บาทต่อไร่ต่อปี อาจเนื่องมาจากการปลูกกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรส่วนใหญ่เพิ่งมีปลูกกาแฟโรบัสต้าเมื่อ 3-4 ปี ดังนั้นผลผลิตเฉลี่ยต่อไรจึงยังมีไม่มากเท่าที่ควร ส่งผลให้รายได้จากการปลูกกาแฟเฉลี่ยต่อปีจึงยังไม่ได้แตกต่างจากต้นทุน ในปีการผลิต พ.ศ. 2564/65 ต้นทุนในการผลิตกาแฟโรบัสต้าเฉลี่ย 4,677.69 บาทต่อไร่ต่อปี ในส่วนของแหล่งเงินทุนของเกษตรกร เกษตรกรใช้ทุนตัวเองในการผลิต

กาแฟโรบัสต้า ร้อยละ 99.23 ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ นวรัตน์ และคณะ (2561) พบว่า เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกกาแฟ เฉลี่ย 20.74 ปี เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้ามีพื้นที่การปลูกกาแฟเฉลี่ย 14.41 ไร่ มีรายได้จากการปลูกกาแฟโรบัสต้าเฉลี่ย 15,276.66 บาทต่อไร่ต่อปี มีแรงงานปลูกกาแฟโรบัสต้าเฉลี่ย 4.55 คน

2. สภาพการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง

การผลิตกาแฟโรบัสต้า พบว่า เกษตรกรผลิตกาแฟโรบัสต้าบนพื้นที่ราบ ร้อยละ 73.90 ปลูกในลักษณะสวนแซมร้อยละ 63.00 อาจเนื่องมาจากเกษตรกรนิยมปลูกกาแฟแซมสวนยางพาราและสวนไม้ผล เช่น สวนลองกอง มังคุด และเงาะ เพื่อเพิ่มรายได้จากพืชหลัก ใช้ระยะปลูก 3x3 เมตร ร้อยละ 63.90 ใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตกาแฟโรบัสต้า อาจเนื่องมาจากการปลูกกาแฟส่วนใหญ่ปลูกแซมสวนยางพาราและสวนไม้ผลเกษตรกรจึงนิยมใส่ปุ๋ยกาแฟไปพร้อมกับพืชหลัก แหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิตกาแฟโรบัสต้า เกษตรกรทั้งหมดใช้น้ำฝนในการผลิตกาแฟโรบัสต้า อาจเนื่องมาจากในภาคใต้มีฝนตกชุกตลอดทั้งปีและมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้า ในการจำหน่ายผลผลิตกาแฟโรบัสต้า เกษตรกรจำหน่ายในรูปแบบผลสด ร้อยละ 83.10 อาจเนื่องมาจากง่ายต่อการจำหน่ายผลผลิตและเกษตรกรไม่มีองค์ความรู้ ในการแปรรูปกาแฟโรบัสต้า ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันวิจัยพืชสวน (2562) พบว่าระยะการปลูกที่เหมาะสมกับการปลูกกาแฟโรบัสต้าคือระยะ 3x3 เมตร ส่วนการให้ปุ๋ยกาแฟโรบัสต้า มีการแนะนำการใส่ปุ๋ยเคมีตามช่วงอายุของต้นกาแฟ ในการให้น้ำพบว่าปริมาณน้ำฝนในภาคใต้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสต้า ซึ่งกาแฟโรบัสต้าจะต้องการปริมาณน้ำฝนจะอยู่ที่ 1,200-1,500 มิลลิลิตรต่อปี

3. ความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง

3.1 ความต้องการความรู้ด้านการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง พบว่า เกษตรกรมีความต้องการได้รับความรู้ด้านการผลิตกาแฟโรบัสต้า ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.71) โดยแยกเป็นประเด็นได้ดังนี้ ประเด็นที่มีความต้องการในระดับมากที่สุด มี 2 ประเด็น ได้แก่ มาตรฐานคุณภาพกาแฟ (ค่าเฉลี่ย 4.35) และการแปรรูปผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.26) อาจเนื่องมาจากพ่อค้าคนกลางมีการกดราคาผลผลิตกาแฟโรบัสต้าเนื่องจากเกษตรกรนำผลผลิตที่ไม่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่ตลาดมีความต้องการและผลผลิตไม่มีมาตรฐานรองรับมาจำหน่าย และในพ่อค้าคนกลางบางราย พบว่า มีการเพิ่มราคาหากเกษตรกรท่านใดมีมาตรฐานรองรับคุณภาพผลผลิตกาแฟโรบัสต้า และในบางช่วงที่ผลผลิตออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก พ่อค้าคนกลางจะมีการกดราคา หรือไม่มีการรับซื้อ เกษตรกรจึงมีความต้องการความรู้ทางด้านการแปรรูปผลผลิตกาแฟโรบัสต้า เพื่อเพิ่มมูลค่าและจำหน่ายผลผลิตในรูปแบบผลิตภัณฑ์ของตนเอง รองลงมาประเด็นที่มีความต้องการในระดับมาก มี 9 ประเด็น ได้แก่ การให้ปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 4.01) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.00) การตัดแต่งกิ่ง (ค่าเฉลี่ย 3.81) การคัดเลือกสายพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.79) การป้องกันกำจัดโรคในกาแฟ (ค่าเฉลี่ย 3.70) การป้องกันกำจัดศัตรูกาแฟ (ค่าเฉลี่ย 3.69) 7) การให้น้ำกาแฟ (ค่าเฉลี่ย 3.65) การเตรียมพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 3.54) และการเลือกพื้นที่ปลูกให้เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 3.46) อาจเนื่องมาจากผลผลิตไม่ได้ขนาดตามมาตรฐาน เกษตรกรจึงมีความต้องการความรู้ในเรื่องการให้ปุ๋ย รวมถึงการดูแลรักษากาแฟโรบัสต้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตของกาแฟโรบัสต้าให้ได้ขนาดตามมาตรฐานที่ตลาดต้องการ และในการเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟโรบัสต้า เกษตรกรบางรายมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีลักษณะสีเหลืองหรือสีเขียวปนมา ส่งผลให้พ่อค้าคนกลางมีการตัดน้ำหนักผลผลิตออกและกดราคาลง ทำให้ไม่ได้ผลตอบแทนเท่าที่ควร รองลงมาประเด็นที่มีความต้องการในระดับปานกลาง มี 3 ประเด็น คือ ระยะปลูก (ค่าเฉลี่ย 3.35) การเตรียมต้นกล้า (ค่าเฉลี่ย 3.27) และวิธีการขยายพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.03) อาจเนื่องมาจากการปลูกกาแฟของเกษตรกรอำเภอนาโยงส่วนใหญ่เป็นการปลูกแซมพืช ดังนั้นในเรื่องระยะปลูกอาจจะปรับเปลี่ยนตามสภาพพื้นที่ เกษตรกรจึงมี

ความต้องการความรู้ในประเด็นดังกล่าวในระดับปานกลาง ส่วนในประเด็นการเตรียมต้นกล้าและการขยายพันธุ์ เกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นฐานในประเด็นดังกล่าวพอสมควร อาจเนื่องมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีการเพาะกล้าด้วยตัวเองเพื่อปลูกในพื้นที่เป็นพื้นฐานอยู่แล้ว สรุปได้ว่าความต้องการของเกษตรกรในประเด็นความต้องการความรู้เกี่ยวกับการผลิตกาแฟโรบัสต้า เกษตรกรมีความต้องการ 3 อันดับแรกได้แก่ประเด็น มาตรฐานคุณภาพกาแฟ การแปรรูปผลผลิต และการให้ปุ๋ย ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากเกษตรกรได้รับการกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง ซึ่งเป็นผลมาจากผลผลิตไม่มีคุณภาพ ไม่ได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการและไม่มีมาตรฐานรองรับ รวมถึงเกษตรกรมีความต้องการความรู้ในเรื่องมาตรฐานกาแฟและการผลิตกาแฟคุณภาพ วิธีการแปรรูปกาแฟ การดูแลรักษาต้นกาแฟเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ ทำให้เกษตรกรมีความตระหนักถึงความสำคัญของประเด็นดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภิดา และคณะ (2564) พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้าในจังหวัดชุมพร ต้องการความรู้เกี่ยวกับการผลิตกาแฟโรบัสต้า ได้แก่ 1.เทคนิคการเพิ่มผลผลิตกาแฟโรบัสต้า ด้านการอบรมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับกาแฟ และ ด้านการจัดการในแปลงปลูกหลังการเก็บเกี่ยว

Table 1 Knowledge needs for Robusta coffee production

(N=130)

Items	μ	σ	Interpretation	Ranking
1. Choosing the right planting area	3.46	0.864	High	11
2. Selection of Robusta coffee varieties	3.79	0.994	High	6
3. Planting period	3.35	0.922	Moderate	12
4. Seedling preparation	3.27	0.971	Moderate	13
5. Method of propagation	3.03	1.181	Moderate	14
6. Preparation of the planting area	3.54	1.005	High	10
7. Fertilizing	4.01	0.821	High	3
8. Irrigation	3.65	0.860	High	9
9. Pruning	3.81	0.965	High	5
10. Prevention of coffee pests	3.69	0.931	High	8
11. Preventing and eliminating diseases in coffee	3.70	0.954	High	7
12. Harvest and post-harvest handlings	4.00	1.107	High	4
13. Coffee processing	4.26	1.016	The most	2
14. Coffee quality standards	4.35	1.287	The most	1
Average	**3.71**	**0.991**	**High**	

Remark: The most = 4.21 - 5.00, High = 3.41 – 4.20, Moderate = 2.61 – 3.40, Low = 1.81 – 2.60, Lowest =1.00 – 1.80

3.2 ความต้องการวิธีการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง พบว่า โดยภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.27) โดยแยกเป็นประเด็นได้ดังนี้

1) วิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม เกษตรกรมีต้องการในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.59) โดยแยกเป็นประเด็นย่อย มี 4 ประเด็น ดังนี้ ทัศนศึกษา/ศึกษาดูงาน (ค่าเฉลี่ย 3.84) การฝึกอบรม (ค่าเฉลี่ย 3.72) การสาธิต (ค่าเฉลี่ย 3.48) และการบรรยาย

อาจเนื่องมาจากเมื่อเกิดการรวมกลุ่ม เกษตรกรมีโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ วิธีการ ประสบการณ์ เกี่ยวกับการผลิตกาแฟโรบัสต้าซึ่งกันและกัน รวมไปถึงการศึกษาดูงานแปลงเรียนรู้การผลิตกาแฟโรบัสต้าของสมาชิกและของผู้ที่ประสบความสำเร็จจากประสบการณ์จริงเพื่อนำมาประยุกต์และปรับใช้ในแปลงของตนเพื่อให้การผลิตกาแฟโรบัสต้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภิดา และคณะ (2564) เกษตรกรต้องการวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้แบบการศึกษาดูงาน และการบรรยายในระดับมาก

2) วิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคลเกษตรกรมีความต้องการในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.14) โดยแยกเป็นประเด็นย่อยได้ดังนี้ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมมาเยี่ยมในฟาร์ม (ค่าเฉลี่ย 3.71) การติดต่อทางโทรศัพท์ (ค่าเฉลี่ย 2.98) และ เกษตรกรมาติดต่อเจ้าหน้าที่ที่สำนักงาน (ค่าเฉลี่ย 2.74) อาจเนื่องมาจากวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคลเป็นการส่งเสริมแบบเผชิญหน้า ทำให้เกษตรกรสามารถพูดคุยถึงประเด็นที่ต้องการสอบถามได้อย่างตรงประเด็น ซึ่งเป็นการส่งเสริมแบบเฉพาะเจาะจงในบริบทพื้นที่ของแหล่งผลิตที่มีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องสภาพดิน น้ำ อากาศ โรคและแมลงศัตรูพืช ดังนั้นเกษตรกรจึงมีความต้องการให้เจ้าหน้าที่ไปเยี่ยมเยียนในฟาร์มเพื่อได้ปรึกษาและดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ตรงกับบริบทของพื้นที่นั้นๆ ได้อย่างตรงประเด็น เช่นในการเกิดโรคหรือแมลงศัตรูพืชระบาด เจ้าหน้าต้องลงพื้นที่เพื่อดูบริบทพื้นที่นั้นๆ ประกอบในการวินิจฉัยอาการของพืช และบริบทพื้นที่ รวมถึงประวัติการใช้พื้นที่ เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของโรคและแมลงศัตรู สอดคล้องกับงานวิจัยของณฐิตากานต์ และ พงษ์ศักดิ์ (2560) พบว่ามีความต้องการของเกษตรกรที่จะได้รับการอบรมจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมโครงการหลวง และนักวิชาการที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการเข้าไปตรวจเยี่ยมพื้นที่ปลูกให้คำปรึกษา

3) วิธีการส่งเสริมแบบมวลชนเกษตรกรมีความต้องการในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.09) โดยแยกเป็นประเด็นย่อยมี 4 ประเด็น ดังนี้ การจัดทำเอกสารเผยแพร่ (ค่าเฉลี่ย 3.39) การจัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยี (3.28) การจัดนิทรรศการ (ค่าเฉลี่ย 3.02) และการจัดรายการวิทยุ (ค่าเฉลี่ย 2.68) อาจเนื่องมาจากการส่งเสริมแบบมวลชนที่มุ่งเผยแพร่การสร้างการรับรู้ในภาพรวมซึ่งไม่ได้มีรายละเอียดที่จำเพาะเจาะจง หากเกษตรกรสนใจในเนื้อหานั้นๆ เกษตรกรต้องศึกษาเพิ่มเติม แต่การส่งเสริมในรูปแบบดังกล่าวจะสร้างแรงกระตุ้นความอยากรู้ ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ของเกษตรกรได้เป็นอย่างดี และเป็นการเพิ่มโอกาสให้แก่เกษตรนอกจากความรู้หรือประสบการณ์ภายในกลุ่ม ส่วนในประเด็นวิธีการส่งเสริมที่เกษตรต้องการในวิธีการส่งเสริมแบบมวลชนมากที่สุด ในประเด็นการจัดทำเอกสารเผยแพร่ เป็นประเด็นอันดับ 1 อาจเนื่องมาจากเอกสารหรือคู่มือ เป็นสื่อในการส่งเสริมที่เกษตรสามารถนำมาใช้ได้สะดวก สามารถพกพาได้ และเป็นสิ่งตีพิมพ์ที่สามารถเชื่อถือได้ เหมาะสมกับช่วงวัยของเกษตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภิดา และคณะ (2564) พบว่าเกษตรกรมีความต้องการเรียนรู้จากสื่อสิ่งพิมพ์ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ คู่มือ แผ่นพับ โปสเตอร์ สื่อสิ่งพิมพ์

Table 2 Extension Needs of Arabica coffee production for farmers

(N=130)

Items	μ	σ	Interpretation	Ranking
1. Individual method	3.14	1.020	Moderate	2
1.1 Extension officers visit the farm	3.71	1.047	High	1
1.2 Contact by phone	2.98	1.038	Moderate	3
1.3 Farmers come to contact the staff at the office	2.74	0.976	Moderate	2

Table 2 (continued).

(N=130)

Items	μ	σ	Interpretation	Ranking
2. Group method	**3.59**	**1.119**	**High**	**1**
2.1 Field trips/study trips	3.84	1.107	High	1
2.2 Training	3.72	1.097	High	2
2.3 Demonstration	3.48	1.073	High	3
2.4 Description	3.31	1.196)	Moderate	4
3. Mass method	**3.09**	**1.142**	**Moderate**	**3**
3.1 Preparation of publications	3.39	1.107	Moderate	3
3.2 Technology transfer day event	3.28	1.202	Moderate	2
3.3 Exhibitions	3.02	1.124	Moderate	1
3.4 Radio program preparation	2.68	1.136	Moderate	4

Remark: The most = 4.21 - 5.00, High = 3.41 – 4.20, Moderate = 2.61 – 3.40, Low = 1.81 – 2.60, Lowest =1.00 – 1.80

สรุป

เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้าในอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง มีความต้องการประเด็นเกี่ยวกับการส่งเสริมในเรื่องการผลิตกาแฟโรบัสต้า มากที่สุดใน 3 อันดับแรกได้แก่ ประเด็นมาตรฐานคุณภาพกาแฟ การแปรรูปผลผลิต และการให้ปุ๋ยกาแฟ อาจเนื่องมาจากเกษตรประสบปัญหาในเรื่องของการโดนกดราคาจากพ่อค้ากลางเนื่องมาจากผลผลิตไม่มีมาตรฐานรองรับ รวมถึงผลผลิตไม่ได้ตามมาตรฐานความต้องการของตลาด เช่น ขนาดของผล ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องมาจากการดูแลรักษาเช่นการใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยที่ถูกวิธีจะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและช่วยเพิ่มขนาดของผลผลิตให้ตรงตามมาตรฐานและมีเมล็ดกาแฟที่สมบูรณ์ตามความต้องการของตลาด และในช่วงผลผลิตล้นตลาดหรือเกินกำลังการซื้อพ่อค้าคนกลางเกษตรกรจะโดนกดราคาหรือไม่รับซื้อผลผลิต เกษตรกรจึงมีความต้องการการส่งเสริมความรู้ในเรื่องของการแปรรูปผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตกาแฟโรบัสต้า ในส่วนวิธีการส่งเสริมที่เกษตรกรมีความต้องการ คือการส่งเสริมในรูปแบบกลุ่ม ในลักษณะ การทัศนศึกษา การศึกษาดูงาน การฝึกอบรม เนื่องจากการศึกษาดูงานเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงจากผู้ที่ประสบความสำเร็จมาก่อนทำให้เกษตรกรสามารถเห็นภาพได้ชัดเจนและสามารถนำมาปรับใช้ได้ตามบริบทพื้นที่ของตน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการส่งเสริมการรวมกลุ่มเพื่อเพิ่มกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบการอบรมจากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการผลิตกาแฟโรบัสต้า การแปรรูปรองลงมา การส่งเสริมแบบรายบุคคลในลักษณะเจ้าหน้าที่มาเยี่ยมในฟาร์ม เนื่องจากเกษตรกรและเจ้าหน้าที่จะได้พูดคุยกันได้อย่างตรงและแก้ปัญหาได้ตรงตามบริบทพื้นที่ได้อย่างครบถ้วนและตรงประเด็น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

(1) หน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานภาคเอกชน ควรมีการส่งเสริมการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้ผลผลิตกาแฟโรบัสต้า อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง และมีการจัดกระบวนการจัดอบรม ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับกาแฟโรบัสต้า การแปรรูปผลผลิตกาแฟโรบัสต้า และการดูและรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตกาแฟโรบัสต้า รวมถึงการดูงานแปลงต้นแบบในการผลิตกาแฟโรบัสต้าให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้าในอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตให้ได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ

(2) เจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่างๆ สามารถนำผลการวิจัยเหล่านี้ นำไปปรับใช้เพื่อส่งเสริมให้กับ

เกษตรกรให้ได้รับความรู้ การพัฒนาได้ตรงกับความต้องการของเกษตรกร เพื่อส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าให้มีประสิทธิภาพและเกิดผลสัมฤทธิ์ตามความต้องการของเกษตรในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565. ระบบฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกรกลาง กรมส่งเสริมการเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://farmer.doae.go.th/report/report65/report_coffee_65_fmdfbd_pv/92/ (8 พฤศจิกายน 2565).

เขาช่อง รสแท้ กาแฟไทย. 2566. ต้นกำเนิดเขาช่อง. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: https://www.khaoshong.com/th/about (13 ตุลาคม 2566).

จุฬารัตน์ คำเภา. 2561. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตกาแฟในจังหวัดแม่ฮ่องสอน. การค้นคว้าอิสระเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 131 หน้า.

ณฐิตากานต์ ปินทุกาศ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์. 2560. รูปแบบและกระบวนการส่งเสริมการปลูกกาแฟอราบิก้าในพื้นที่โครงการหลวงและโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง.วารสารแก่นเกษตร 45 v(ฉบับพิเศษ1): 521-526.

นวรัตน์ โพธิ์คีรี, สาวิตรี รังสิภัทร์ และพัชราวดี ศรีบุญเรื่อง. 2561. ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกร ตำบลรับช่อ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 36 (2): 43-52.

ศุภิดา บุญนุช, จินดา ขลิบทอง และเฉลิมศักดิ์ ตุ้มหิรัญ. 2564. การผลิตกาแฟโรบัสต้าคุณภาพและความต้องการการส่งเสริมของเกษตรกรในจังหวัดชุมพร. หน้า 1913-1925. *ใน*: รายงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 11. ระบบออนไลน์ โดยใช้ Microsoft Team

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2565. ราคากาแฟโลกคาดยืนระดับสูงต่อเนื่องราว 3 ปี จากอุปทานของบราซิลที่ลดลงเป็นหลักการนำเข้ากาแฟของไทยปี 65 ขยายตัวสูง. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-social-media/Pages/Coffe-FB-23-11-2022.aspx (14 พฤศจิกายน 2565).

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 2562. คู่มือการจัดการการผลิตกาแฟโรบัสต้า. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล คู่มือการจัดการการผลิตกาแฟโรบัสต้า.pdf (10 ตุลาคม 2565).

สำนักการค้าสินค้า กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2564. สินค้ากาแฟและผลิตภัณฑ์กาแฟ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://api.dtn.go.th/files/v3/6253f844ef4140eb2c3b124e/download (14 พฤศจิกายน 2565).

ความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ในอำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่

Extension Needs on Integrated Pest Management in Oil Palm for Farmers in Khao Phanom District, Krabi Province

อดิศักดิ์ ภูกิตติกุล[1] นารีรัตน์ สีระสาร[1*] และบำเพ็ญ เขียวหวาน[1]

Adisak Pookittikul[1], Nareerut Seerasarn[1*] and Bumpen Keowan[1]

Received: October 2, 2023
Revised: November 10, 2023
Accepted: November 14, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study (1) the social and economic conditions, (2) the extension needs for integrated pest management (IPM) on oil palm, and (3) the problems and suggestions related to the extension of integrated pest management on oil palm. The population consisted of 360 oil palm farmers in Khao Phanom District, Krabi Province, who were registered with the Department of Agricultural Extension for the production year 2022. The sample size of 190 was calculated using the Taro Yamane formula with an error value of 0.05. Structured interviews were used for data collection. The statistics used were frequency, percentage, mean, minimum, maximum, and standard deviation. The results indicated the following: 1) Most of the farmers were male, with an average age of 48.75 years old. They had completed elementary school education. The average oil palm plantation experience was 10.27 years, and the average plantation area was 21.94 rai. The land was owned by the farmers themselves. On average, there were three agricultural laborers. The average yield of oil palm in the previous year was 2.90 tons/rai/year. The average income from oil palm production over the past year was 474,002.63 baht/year, and the average cost of oil palm production in the past year was 151,485.89 baht/year. 2) Farmers expressed a need for further knowledge about integrated pest management, particularly in academic and practical aspects related to fertilizing and watering. They also indicated a desire for more support in developing extension group methods, such as organizing groups and conducting practical training. 3) Problems related to the extension of integrated pest management included issues with funding support and the introduction of new technologies and innovations. Suggestions included that government agencies should provide support for new technology and innovations, as well as assist with funding sources.

Keywords: Oil palm production, integrated pest management, extension needs of oil palm

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร 2) ความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร และ 3) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ประชากรที่ศึกษา

[1] วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

[1] Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120, Thailand

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

คือ เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในอำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปีการผลิต 2565 จำนวน 360 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามวิธีการของทาโร ยามาเน ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 190 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า 1) เกษตรกร ร้อยละ 66.30 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 48.75 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีประสบการณ์ในการปลูกปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 10.27 ปี มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 21.94 ไร่ มีลักษณะการถือครองที่ดินเป็นของตนเอง มีแรงงานในการทำการเกษตรเฉลี่ย 3 คน มีผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ได้ในรอบหนึ่งปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 2.90 ตันต่อไร่ต่อปี มีรายได้จากการผลิตปาล์มน้ำมันในรอบหนึ่งปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 474,002.63 บาทต่อปี มีต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันในรอบหนึ่งปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 151,485.89 บาทต่อปี 2) เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในด้านวิชาการและการปฏิบัติเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยและการให้น้ำ และต้องการวิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม โดยจัดให้มีการรวมกลุ่มและการฝึกปฏิบัติ 3) เกษตรกรพบปัญหาในการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน ประเด็นการสนับสนุนด้านแหล่งเงินทุน ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ และมีข้อเสนอแนะประเด็นหน่วยงานรัฐควรมีการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ มีการสนับสนุนแหล่งเงินทุน

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน, การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน, การส่งเสริมการผลิตปาล์มน้ำมัน

คำนำ

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นพืชที่สร้างรายได้ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก ประเทศไทยปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดในโลกเป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากอินโดนีเซียและมาเลเซีย ในปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 5,878,127 ไร่ และปลูกกันมากในภาคใต้ของประเทศไทย ประมาณ 5,068,989 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 85.50 ของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งประเทศ โดยจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด ประมาณ 1.23 ล้านไร่ จังหวัดกระบี่จำนวน 1.12 ล้านไร่ และจังหวัดชุมพร 1.01 ล้านไร่ นอกเหนือจากนั้นก็ปลูกกระจายอยู่ในจังหวัดภาคกลาง 516,691 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 203,694 ไร่ และภาคเหนือ 88,753 ไร่ แม้ประเทศไทยจะปลูกปาล์มน้ำมันมากเป็นอันดับ 3 แต่มีสัดส่วนเพียง 3.90 % ของผลผลิตน้ำมันปาล์มโลก (The Story Thailand, 2564) ผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทยอยู่ที่ประมาณ 11 - 13 ล้านตันต่อปี อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญกับเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุน รวมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ในห่วงโซ่อุปทานตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ นอกจากนั้นประเทศไทยยังสามารถส่งออกน้ำมันปาล์มไปยังตลาดต่างประเทศได้ โดยปริมาณการส่งออกทั้งน้ำมันปาล์มดิบ และน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิต ราคาในประเทศ และต่างประเทศ หากปริมาณผลผลิตในประเทศมีมากและราคาต่ำหรือราคาในบางประเทศสูงกว่า ก็จะจูงใจให้มีการส่งออกมาก ตลาดที่ส่งออกน้ำมันปาล์มดิบ ได้แก่ มาเลเซียและอินเดีย ส่วนตลาดส่งออกน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ได้แก่ พม่า ลาว และกัมพูชา (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2563)

อำเภอเขาพนม ปาล์มน้ำมันถือเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่เกษตรกรปลูกมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง มีพื้นที่ปลูกประมาณ 202,268 ไร่ 5,878 ครัวเรือน โดยมีพื้นที่ปลูกมาก คือ ตำบลเขาพนม จำนวน 39,760 ไร่ 1,044 ครัวเรือน รองลงมาคือ ตำบลหน้าเขา จำนวน 37,429 ไร่ 1,020 ครัวเรือน และตำบลสินปุน จำนวน 34,298 ไร่ 900 ครัวเรือน มีปริมาณผลผลิตประมาณ 307,457 ตัน (สำนักงานเกษตรอำเภอเขาพนม, 2565) เนื่องจากปัจจุบันปาล์มน้ำมันมีราคาสูงและความต้องการปาล์มน้ำมันเพื่อผลิตเป็นอาหาร และ

ไบโอดีเซล เติบโตอย่างต่อเนื่อง เกษตรกรจึงหันมาปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น (ธนาคารกรุงศรีอยุธยา, 2564) แต่ปัญหาที่พบบ่อยของปาล์มน้ำมัน คือ ปัญหาด้านศัตรูพืช ซึ่งได้แก่ วัชพืช สัตว์ (หนู) โรค และแมลง ถือเป็นปัญหาและอุปสรรคในการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้เกษตรกรได้รับผลผลิตไม่เต็มที่ และวิธีกำจัดศัตรูปาล์มน้ำมันของเกษตรกรส่วนใหญ่จะเน้นการใช้สารเคมีเป็นหลัก โดยเฉพาะสารเคมีกำจัดวัชพืช ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี (กรมวิชาการเกษตร, 2555) เพราะเป็นวิธีที่ง่ายไม่ยุ่งยาก สะดวกรวดเร็ว ช่วยลดความเสียหายจากศัตรูพืชในเวลาอันสั้น ทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชเพียงอย่างเดียวอาจนำมาซึ่งผลกระทบในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะกับตัวเกษตรกรเอง หากใช้ไม่ถูกวิธีหรือการป้องกันไม่เพียงพอก็จะทำให้สารพิษเข้าสู่ร่างกาย และมีการสะสมในระยะยาว รวมไปถึงยังทำให้เกิดสารพิษตกค้างในผลิตผล ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคเป็นวงกว้าง (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2558)

ดังนั้น จึงมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่อง ความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ในอำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ เพื่อหาแนวทางในการส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานเพื่อให้เกิดความสำเร็จในการควบคุมและป้องกันศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพแก่เกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในอำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปีการผลิต 2565 จำนวน 360 คน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการคำนวนของ Taro Yamane จากประชากรทั้งหมดจำนวน 360 คน ที่ระดับความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 0.05 ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 52.77 ของจำนวนประชากรทั้งหมด แล้วทำการสุ่มตัวอย่างจากรายชื่อกลุ่มตัวอย่างของแต่ละกลุ่มโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วย 3 ตอนคือ (1) สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ (2) ความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรไปทดสอบหาค่าความเที่ยง (reliability consistency) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient หรือ Cronbach's alpha) ได้ค่าความเชื่อมั่นจากสัมประสิทธิ์ของครอนบาซเท่ากับ 0.955 และ (3) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานของเกษตรกร มีค่าความเชื่อมั่นจากสัมประสิทธิ์ของครอนบาซเท่ากับ 0.975 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (frequencies) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และการจัดลำดับโดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์คะแนนน้ำหนักเฉลี่ยดังนี้ 1.00 - 1.80 เท่ากับน้อยที่สุด 1.81 - 2.60 เท่ากับน้อย 2.61 - 3.40 เท่ากับปานกลาง 3.41 - 4.20 เท่ากับมาก และ 4.21 - 5.00 เท่ากับมากที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพพื้นฐานทางสังคมเศรษฐกิจของเกษตรกรด้านสังคม พบว่า เกษตรกรร้อยละ 66.30 เป็น เพศชาย มีอายุเฉลี่ย 48.75 ปี เนื่องจากเพศชายมีความแข็งแรง เป็นเสาหลักและเป็นหัวหน้าครอบครัว มีหน้าที่ในการทำงานเพื่อหารายได้เข้ามาจุนเจือครอบครัว และเกษตรกรมักจะมีอายุอยู่ในช่วงวัยกลางคนจนถึงวัยสูงอายุ อาจเนื่องมาจากมีการสืบทอดเรื่องการทำเกษตรต่อจากบรรพบุรุษซึ่งก่อนหน้านี้ยึดการทำเกษตรเป็นอาชีพหลัก ต่างจากปัจจุบันที่พบว่าคนอายุน้อยหรือคนรุ่นใหม่นิยมออกไปทำงานอย่างอื่นที่ไม่ใช่ด้านเกษตร สอดคล้องกับงานวิจัยของพรพจน์ (2552) ศึกษาเรื่องการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ในอำเภอละแม จังหวัดชุมพร พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย

มีอายุเฉลี่ย 47.80 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีประสบการณ์ในการปลูกปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 10.27 ปี เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่ให้ผลผลิตเร็ว มีอายุยืนและมีแนวโน้มความต้องการตลาดยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกษตรกรที่เดิมทีปลูกยางพาราซึ่งมีราคาค่อนข้างตกต่ำหันมาปรับเปลี่ยนพืชหลักเป็นปาล์มน้ำมันกันเพิ่มมากขึ้นในช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ส่งผลให้ประสบการณ์ในการปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรมากพอสมควร ใกล้เคียงกับงานวิจัยของพรพจน์ (2552) พบว่าเกษตรกรร้อยละ 37.70 มีประสบการณ์ในการปลูกปาล์มน้ำมันอยู่ระหว่าง 6 - 10 ปี

ด้านเศรษฐกิจ พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 25.62 ไร่ มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 21.94 ไร่ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก และราคาผลผลิตในปัจจุบันมีราคาค่อนข้างสูง สัดส่วนพื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่ของเกษตรกรที่มีอยู่จึงนิยมหันมาปลูกปาล์มน้ำมันเกือบทั้งพื้นที่ มีแรงงานในการทำเกษตรเฉลี่ย 3 คน โดยแรงงานมักจะประกอบไปด้วยสมาชิกภายในครัวเรือน เช่น พ่อ แม่ และลูก สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพจน์ (2552) พบว่าเกษตรกรมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 26.65 ไร่ แรงงานในการทำเกษตร เฉลี่ย 2 คน แตกต่างจากงานวิจัยของมยุรี (2563) ศึกษาเรื่องการยอมรับการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 26.41 ไร่ จำนวนแรงงานมีค่าเฉลี่ย 4 คน ในส่วนของรายได้จากการผลิตปาล์มน้ำมัน พบว่า เกษตรกรมีรายได้จากการผลิตปาล์มน้ำมันในรอบหนึ่งปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2565) เฉลี่ย 474,002.63 บาทต่อปี เนื่องมาจากปัจจุบันราคาปาล์มน้ำมันมีการปรับตัวสูงขึ้น อยู่ที่กิโลกรัมละ 7.89 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2565) ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น แตกต่างกับงานวิจัยของ พรพจน์ (2552) พบว่า เกษตรกรมีรายได้จากการจำหน่ายปาล์มน้ำมัน เฉลี่ย 207,998.80 บาทต่อปี ส่วนต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมัน พบว่า เกษตรกร มีต้นทุนจากการผลิตปาล์มน้ำมันในรอบหนึ่งปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2565) เฉลี่ย 151,485.89 บาทต่อปี เนื่องจากสถานการณ์ด้านการตลาดและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร มีการปรับตัวสูงขึ้นตามกลไกตลาด ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นตาม แตกต่างกับงานวิจัยของสุภาวดี (2561) พบว่า เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันในรอบหนึ่งปีที่ผ่านมา เฉลี่ย 3,038.66 บาทต่อไร่ต่อปี (Table 1)

Table 1 Basic social conditions and economic conditions of farmers

(N=190)

Item	$\bar{x}$	S.D
1. Age (years)	48.75	10.607
2. Experience in growing oil palm (years)	10.27	6.254
3. Attending training on pest management (times/years)	0.96	0.730
4. Oil palm piantation area (rai)	21.94	22.403
5. Labor in agriculture (people)	2.72	1.397
6. Income from oil palm production (tons/rai/year)	474,002.63	507,167.024
7. Coat of palm oil production (bath/year)	151,485.89	244,819.977

2. ความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร

2.1 ด้านวิชาการและการปฏิบัติของเกษตรกร พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.31) โดยประเด็นที่เกษตรกรมีความต้องการมากที่สุดคือ การจัดการศัตรูพืช

โดยวิธีเขตกรรม 2 ประเด็น ได้แก่ การให้น้ำและปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 4.28) รองลงมาการกำจัดวัชพืช (ค่าเฉลี่ย 4.26) ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของสุนทร (2562) ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชด้วยวิธีผสมผสานของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ในพื้นที่อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน พบว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชโดยวิธีเขตกรรมอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาแยกรายประเด็นพบว่าเกษตรกรมีความต้องการอยู่ในระดับน้อย 1 ประเด็น คือ มีการให้น้ำและให้ปุ๋ยถูกต้อง ถูกสูตร ตรงเวลา และสม่ำเสมอ เนื่องมาจากสภาพการผลิตของพื้นที่ต่างกัน พืชต่างชนิดกัน ทำให้ความต้องการในการส่งเสริมของเกษตรกรไม่เหมือนกัน

2.2 ด้านวิธีการส่งเสริม พบว่าภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.61) โดยวิธีที่เกษตรกรต้องการมากที่สุดคือ การส่งเสริมแบบรายกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.87) ส่วนประเด็นที่เกษตรกรต้องการที่สุดคือ ต้องการให้มีการส่งเสริมให้เกิดการรวมกลุ่มและฝึกปฏิบัติ (ค่าเฉลี่ย 4.02) สอดคล้องกับเสาวลักษณ์ (2565) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมด้านวิธีการส่งเสริม ระดับมาก ในทุกประเด็น คือ การส่งเสริมแบบรายกลุ่ม การส่งเสริมแบบมวลชน และการส่งเสริมแบบรายบุคคล โดยประเด็นที่มีความต้องการมากที่สุด คือ การจัดอบรมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานและฝึกปฏิบัติจริงในแปลง เนื่องจากการรวมกลุ่มจะทำให้เกษตรกรเกิดความเข้มแข็ง มีการร่วมมือและช่วยเหลือกันในการดำเนินงานและแก้ปัญหาต่างๆ ง่ายต่อการติดต่อประสานงานและการถ่ายทอดความรู้ด้านต่างๆ จากเจ้าหน้าที่

2.3 ด้านการสนับสนุน พบว่าภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.94) ส่วนประเด็นที่เกษตรกร มีความต้องการอยู่ในระดับมากทั้ง 3 ประเด็นคือ การสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ (ค่าเฉลี่ย 3.99) การสนับสนุนด้านแหล่งเงินทุน (ค่าเฉลี่ย 3.96) และการสนับสนุนด้านปัจจัยการผลิตและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ (ค่าเฉลี่ย 3.88) สอดคล้องกับเสาวลักษณ์ (2565) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมด้านการส่งเสริมและการสนับสนุน ระดับมาก ในทุกประเด็น คือ การสนับสนุนศัตรูธรรมชาติ ได้แก่หัวเชื้อจุลินทรีย์และแมลงศัตรูธรรมชาติ การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ในการผลิตสารสกัดจากธรรมชาติจัดการศัตรูพืชในระยะแรกของการปรับเปลี่ยน และการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ในการจัดการแมลงศัตรูพืช เนื่องจากการสนับสนุนด้านปัจจัยการผลิต เทคโนโลยี วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเงินทุน ส่วนใหญ่เป็นการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐหรือจากภายนอก เกษตรกรไม่สามารถจัดหาได้ด้วยตนเอง จึงมีความต้องการให้หน่วยงานภาครัฐเข้ามาส่งเสริมและสนับสนุน (Table 2)

Table 2 Extension of integrated pest management on oil palm

(N=190)

Extension needs	$\bar{x}$	S.D	Interpretation
1. Academic and practical aspects of farmers	3.31	1.197	Moderate
1.1 Pest management by using cultivation technique	4.24	0.924	Highest
1.1.1 Watering and fertilizing	4.28	0.863	Highest
1.1.2 Weed control	4.26	0.915	Highest
2. Extension methods	3.61	1.195	High
2.1 Group methods	3.87	1.164	High
2.1.1 Farmer gathering and training	4.02	1.204	High
2.2 Individual methods	3.65	1.228	High
2.2.1 Officials should go to the area to provide knowledge and visit farmer ‘s field.	4.10	1.134	High

Table 2 (continued).

(N=190)

Extension needs	$\bar{x}$	S.D	Interpretation
2.3 Mass methods	3.32	1.194	Moderate
2.3.1 Public relations through online media and social media	3.52	1.149	High
3. Support	3.94	1.194	High
3.1 Support for production inputs factors and various equipment	3.88	1.281	High
3.2 Support for financial resources	3.96	1.152	High
3.3 Support for new technology and innovation	3.99	1.150	High

3. ปัญหาในการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน

ในภาพรวมเกษตรกรมีปัญหาในการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.63) โดยพบว่าปัญหาที่เกษตรกรพบมากเป็นอันดับที่ 1 คือ ปัญหาด้านการสนับสนุน พบว่าอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.79) เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็นปัญหาที่เกษตรกรพบมากที่สุดเรียงตามลำดับ คือ ขาดการสนับสนุนด้านแหล่งเงินทุน (ค่าเฉลี่ย 3.87) รองลงมา ขาดการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ (ค่าเฉลี่ย 3.77) และขาดการสนับสนุนด้านปัจจัยการผลิตและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ (ค่าเฉลี่ย 3.74) เนื่องจากในปัจจุบันต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ทำให้ปัจจัยทางด้านการผลิตต่างๆ ก็เพิ่มขึ้นตาม ในขณะที่ราคาผลผลิตยังคงเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทำให้เกษตรกรมีปัญหาเรื่องเงินทุนในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ รวมไปถึงการเข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ ก็ทำได้ยาก สอดคล้องกับเสาวลักษณ์ (2565) พบว่า เกษตรกรมีปัญหาด้านการส่งเสริมและสนับสนุนระดับมาก ในทุกประเด็น คือ 1) งบประมาณในการสนับสนุน ไม่เพียงพอ 2) การสนับสนุนความรู้และปัจจัยการผลิตไม่เพียงพอ และ 3) การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ไม่ต่อเนื่อง ปัญหาที่พบมากอันดับที่ 2 คือ ปัญหาด้านวิธีการในการส่งเสริม พบว่าอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.59) เมื่อพิจารณาประเด็นที่เกษตรกรมีปัญหามากที่สุดด้านวิธีการส่งเสริมคือ การส่งเสริมรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.69) ในประเด็น เกษตรกรไม่สามารถเดินทางมาติดต่อที่สำนักงานได้ (ค่าเฉลี่ย 3.95) และปัญหาที่เกษตรกรพบมากเป็นอันดับที่ 3 คือ ปัญหาด้านวิชาการและการปฏิบัติ พบว่าอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.50) เมื่อพิจารณาประเด็นที่เกษตรกรมีปัญหามากที่สุดด้านวิชาการและการปฏิบัติ คือ การจัดการศัตรูพืชโดยการใช้สารเคมี (ค่าเฉลี่ย 3.97) ในประเด็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีราคาค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย 4.09) และต้องมีการใช้อย่างถูกวิธีและปลอดภัย (ค่าเฉลี่ย 3.86) เนื่องจากสารเคมีเป็นวัตถุอันตราย และมีราคาสูง มีการตกค้างในผลผลิตยาวนาน ผู้ใช้ควรมีความรู้ความเข้าใจและวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและต่อตัวเกษตรกรเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของสุนทร (2562) พบว่า ปัญหาในการจัดการศัตรูพืชด้วยวิธีผสมผสานของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ในพื้นที่อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ในด้านการปฏิบัติ มี 7 วิธีการ คือ ระดับความเป็นปัญหาอยู่ในระดับมาก คือ การควบคุมศัตรูพืชโดยการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (Table 3)

Table 3 Problems on extension of integrated pest management

(N=190)

Items	$\bar{x}$	S.D	Interpret
1. Support	3.79	1.106	High
1.1 Lack of financial support	3.87	1.078	High
1.2 Lack of support for new technology and innovation	3.77	1.140	High
2. Methods for extension	3.59	1.064	High
2.1 Farmers cannot come to the office to contact stuff.	3.95	0.862	High
2.2 Officials lack the ability to continuously go to the area to follow up on the work.	3.54	1.130	High
3. Academic and practical aspects	3.50	1.104	High
3.1 Pesticides were high price	4.09	1.017	High
3.2 Must be used correctly and safely.	3.86	0.988	High

สรุป

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อยู่ในช่วงวัยเข้าสู่ผู้สูงอายุ จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ส่วนใหญ่ต้องทำงานหาเลี้ยงครอบครัวเป็นหลัก ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาเท่าที่ควร มีที่ดินทำกินเป็นของตนเอง แรงงานส่วนใหญ่เป็นสมาชิกภายในครัวเรือน เนื่องจากเกษตรกรผ่านการเข้ารับการฝึกอบรมด้านการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานค่อนข้างน้อย ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้น้อย ขาดความรู้ทางด้านวิชาการและการปฏิบัติที่ถูกต้อง มีความต้องการการส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานโดยวิธีเขตกรรมมากที่สุด ในเรื่องของการให้น้ำและปุ๋ย และการกำจัดวัชพืช และต้องการให้เจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานเข้าไปส่งเสริมโดยใช้วิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม โดยการรวมกลุ่มและการฝึกปฏิบัติ ส่วนปัญหาของเกษตรกรคือ ขาดการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ แหล่งเงินทุน และปัจจัยการผลิตรวมไปถึงวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสนับสนุนทั้งในด้าน เทคโนโลยี นวัตกรรม แหล่งเงินทุน ปัจจัยการผลิตรวมไปถึงวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และลงพื้นที่อย่างต่อเนื่องเพื่อติดตาม รับทราบปัญหา สามารถให้คำแนะนำหรือแนวทางที่เหมาะสมแก่เกษตรกรเพื่อปรับใช้ในการประกอบอาชีพอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

(1) เกษตรกรควรศึกษาความรู้เรื่องการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานให้มากขึ้น เพราะปัจจุบันโรคและแมลงศัตรูพืชมีการปรับตัวและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การใช้วิธีเดิมๆ ในการป้องกันอาจไม่ทันท่วงทีหรือเห็นผลช้า จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันและเกิดประสิทธิภาพที่สุด

(2) เจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ในเรื่องการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานแก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกษตรกรมีการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ๆ และนำไปปฏิบัติอย่างถูกต้อง ทันต่อสถานการณ์ต่างๆ ควรเน้นการส่งเสริมในรูปแบบกลุ่ม และการฝึกปฏิบัติ เพราะช่วยประหยัดเวลาและเกษตรกรเองสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีการช่วยเหลือกันได้มากขึ้น

(3) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนงบประมาณ และปัจจัยการผลิต รวมไปถึงการสนับสนุนเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อให้เกษตรสามารถเข้าถึงและนำไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2555. คู่มือการป้องกันกำจัดศัตรูปาล์มน้ำมันโดยวิธีผสมผสาน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=1240 (12 มกราคม 2566).

ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. 2564. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2564-2566: อุตสาหกรรมไบโอดีเซล. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/energy-utilities/biodiesel/io/io-biodiesel-21 (12 มกราคม 2566).

พรพจน์ เชิญรัตนรักษ์. 2552. การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอละแม จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 168 หน้า.

มยุรี เดชพิชัย. 2563. การยอมรับการเพิ่มประสิทธิภาพและการลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 194 หน้า.

สำนักงานเกษตรอำเภอเขาพนม. 2565. แผนพัฒนาการเกษตรระดับอำเภอ. สำนักงานเกษตรอำเภอเขาพนม, จังหวัดกระบี่. 175 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.). 2563. ความเป็นไปได้ในการร่วมลงทุนอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันระหว่าง ไทย ลาว และจีน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://researchcafe.tsri.or.th/palm-oil-industry/ (10 มกราคม 2566).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร ราคาสินค้ารายเดือนประจำปี 2565. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/view/1/ราคาสินค้าเกษตร/TH-TH (12 มกราคม 2566).

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. 2558. ผลกระทบของสารเคมีการเกษตรต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค: แนวทางในการควบคุมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเพื่อสร้างความมั่นคงทางสุขภาพของผู้ประกอบการภาคเกษตรกรรมและผู้บริโภค. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/parliament_parcy/ewt_dl_link.php?nid=29268 (12 มกราคม 2566).

สุภาวดี บัวเพ็ง. 2561. การยอมรับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 137 หน้า.

สุนทร วันหมื่น. 2562. การส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชด้วยวิธีผสมผสานของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 106 หน้า.

เสาวลักษณ์ ธนาภิวัฒน์ นารีรัตน์ สีระสาร และจรรยา สิงห์คำ. 2565. การส่งเสริมการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานของเกษตรกรผู้ผลิตส้มโอ ในอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 5 (3): 61-70.

The Story Thailand. 2564. ปาล์มน้ำมันไทย ถึงเวลาขับเคลื่อน การพัฒนาอุตสาหกรรม. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.thestorythailand.com/13/10/2021/43891/ (10 มกราคม 2566).

การขยายพันธุ์อโกลนีมาซุปเปอร์เรดจากตาข้างในสภาพปลอดเชื้อ

In Vitro Micropropagation of Aglaonema 'Super Red' Using Axillary Bud Explants

พันทิพา ลิ้มสงวน[1*] นิสสรณ์ ดีพานทอง[1] และภัททิยา ศิริวัฒโก[1]

Pantipa Limsanguan[1*], Nissorn Deepanthong[1] and Pattiya Siriwatthago[1]

Received: October 19, 2023
Revised: November 14, 2023
Accepted: November 16, 2023

Abstract: Aglaonema is very popular foliage plant of high international market demand. However, there are fungal problems when propagating by division of shoots. Therefore, the objective of this research was to investigate the effects of BA on *in vitro* shoot proliferation and multiplication of aglaonema 'Super Red'. The axillary buds were cultured on semi-solid MS medium supplemented with 0, 1.0, 3.0 and 5.0 mg/L BA. The cultures were incubated at a photoperiod of 16 h with light intensity at 50 µmol/m^2/s and 25±2 °C for 8 weeks. The experimental design was CRD with 10 replications. Each replicate had 1 piece of axillary bud. The results demonstrated that BA had a significant effect on shoot proliferation. The MS medium supplemented with 5.0 mg/L BA yielded the highest average shoots number of 1.33±0.15 followed by the MS medium supplemented with 3.0 mg/L BA (1.00±0.15 shoots). However, the hormone-free MS medium gave the least number of shoots (0.67±0.15 shoots). Plantlets were rooted and developed on the hormone-free MS medium. Acclimatization was performed successfully with 100 % survival rate on peat moss and coconut coir dust.

Keywords: Aglaonema, axillary bud, tissue culture

บทคัดย่อ: อโกลนีมาเป็นไม้ใบที่ได้รับความนิยมและตลาดต่างประเทศมีความต้องการสูง แต่มักพบปัญหาเกี่ยวกับเชื้อราเมื่อขยายพันธุ์ด้วยการแยกหน่อ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ N6-Benzyladenine (BA) ต่อการเกิดยอดและการขยายพันธุ์ของอโกลนีมาในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำตาข้างมาเพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 50 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ทรีทเมนต์ละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ชิ้น พบว่า BA มีผลต่อการเกิดยอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดเฉลี่ยมากที่สุด 1.33±0.15 ยอด รองลงมาเป็นอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดยอด 1.00±0.15 ยอด ขณะที่สูตรอาหารที่ไม่เติม BA เกิดยอดเฉลี่ยน้อยที่สุด 0.67±0.15 ยอด เพาะเลี้ยงยอดที่ได้บนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมฮอร์โมนเพื่อให้เกิดรากและการพัฒนาของต้น ต้นอโกลนีมามีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในสภาพธรรมชาติด้วยพีทมอสและขุยมะพร้าว

คำสำคัญ: อโกลนีมา, ตาข้าง, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

[1] สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130

[1] Program in Crop Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani 12130, Thailand

*Corresponding author: pantipa_l@rmutt.ac.th

วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 8 (1) : 21-27 (2568)

คำนำ

อโกลนีมาเป็นไม้ประดับที่มีความโดดเด่นด้วยสีของใบที่สวยงาม และในปัจจุบันประเทศไทยเป็นอันดับหนึ่งในการผสมพันธุ์อโกลนีมาจนได้พันธุ์ที่มีสีสันสวยงาม เช่น พันธุ์ซุปเปอร์เรดมีสีแดงอมชมพูและขอบใบสีเขียวสด พันธุ์อัญมนีมีสีขาวนวลและแซมด้วยลายด่างเขียวเล็กน้อยเป็นต้น (Kaset today, 2562) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะที่ตรงตามความต้องการของตลาดไม้ประดับทั้งในและต่างประเทศ และคาดว่ายังมีความต้องการอย่างต่อเนื่องอีกหลายปี โดยเฉพาะในตลาดต่างประเทศ เช่น ตลาดอินโดนีเซีย ซึ่งเป็นตลาดส่งออกที่สำคัญ นอกจากนั้นยังมีตลาดใหม่ๆ เช่น ฟิลิปปินส์ และมาเลเซีย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

ต้นอโกลนีมาสายพันธุ์ซุปเปอร์เรดมีการแตกหน่อใหม่ได้ ดังนั้นโดยทั่วไปการขยายพันธุ์อโกลนีมาที่ดีจึงเป็นการแยกหน่ออ่อน แต่มีข้อจำกัดโดยจะต้องรอให้ต้นแม่พันธุ์เจริญเติบโตและขยายเป็นพุ่มใหญ่ก่อนจึงจะสามารถแยกหน่อได้ เพื่อลดความบอบช้ำที่จะเกิดขึ้นกับต้นแม่พันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าต้นอโกลนีมาทุกสายพันธุ์มักจะพบปัญหาเกี่ยวกับเชื้อรา (Kaset today, 2562) ดังนั้นเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้ในการขยายพันธุ์อโกลนีมาให้ได้จำนวนมากและปราศจากเชื้อรา การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นการนำส่วนของพืชที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตมาเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้อาหารสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้นเฉพาะสำหรับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืช ส่วนของพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงที่นิยมใช้เป็นส่วนที่ยังอ่อนของอวัยวะต่างๆ เช่น ปลายยอด ข้อ ปล้อง ตา การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นวิธีการหนึ่งที่นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มจำนวนพืชเศรษฐกิจหลายชนิดอย่างรวดเร็ว โดยสามารถขยายพันธุ์พืชปริมาณมากๆ ใช้เวลาที่สั้น วิธีนี้เป็นวิธีใหม่ที่ผู้ปลูกอโกลนีมาในเชิงการค้ามีความสนใจต้องการขยายพันธุ์ต้นให้ได้ปริมาณมาก และมีความสม่ำเสมอ โดยจะต้องคัดเลือกชนิดของเนื้อเยื่อที่เหมาะสม เพื่อสามารถกำหนดอายุการส่งตลาดได้ (รงรอง และคณะ, 2550) การขยายพันธุ์อโกลนีมาด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นได้มีรายงานบ้างแล้ว เช่น Totik *et al.* (2015) ได้ศึกษาการขยายพันธุ์อโกลนีมาในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ Mohamed *et al.* (2016) ได้ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน คือ BA และ kinetin ความเข้มข้น 0 1.0 2.0 4.0 8.0 และ 16.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอดของอโกลนิมา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ BA ต่อการเกิดยอดและการขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อของอโกลนีมาพันธุ์ซุปเปอร์เรด

อุปกรณ์และวิธีการ

นำต้นอโกลนีมาพันธุ์ซุปเปอร์เรดที่ปลูกในกระถางมาตัดส่วนข้อตรงโคนต้น (Figure 1A) นำส่วนใบออกใช้เฉพาะส่วนตาข้าง ล้างด้วยน้ำยาล้างจานแล้วล้างด้วยน้ำไหลผ่านให้สะอาด จากนั้นแช่ด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายไฮเตอร์ 2 ครั้ง ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเติมสารลดแรงตึงผิว (น้ำยาล้างจาน) 1-2 หยด เขย่าความเข้มข้นละ 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง เขย่าครั้งละ 5 นาที

นำต้นอโกลนีมาที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ผิวแล้วตัดส่วนตาข้าง (Figure 1B) เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1.0 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5.7 วางเลี้ยงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขนาด 4 ออนซ์ ปริมาตรอาหาร 15 มิลลิลิตร นำไปเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความเข้มแสง 50 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยเปลี่ยนอาหารทุก 4 สัปดาห์ บันทึกจำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนราก และความยาวราก

นำต้นอโกลนีมามาชักนำให้เกิดราก โดยเพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อให้ออกราก จากนั้นนำต้นที่มีรากสมบูรณ์

ออกปลูกในสภาพธรรมชาติ โดยปรับสภาพด้วยการคลายฝาขวดเพาะเลี้ยงและนำออกจากห้องเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วล้างวุ้นที่ติดรากออกให้หมด ปลูกต้นอโกลนีมาลงในกระถางสี่เหลี่ยมขนาด 2 นิ้ว โดยใช้พีทมอสและขุยมะพร้าวอัตราส่วน 1:1 เป็นวัสดุปลูก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) ทำการทดลองทรีทเมนต์ละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ชิ้น วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 21

Figure 1 The characteristics of aglaonema 'super red' (A) and stem, the source of axillary buds (B)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาการชักนำให้เกิดยอดโดยการเพาะเลี้ยงส่วนตาข้างอโกลนีมาพันธุ์ซุปเปอร์เรดบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1.0 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เริ่มมีการพัฒนาของยอดที่ตาข้าง และเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เริ่มเห็นยอดชัดเจนมากขึ้นและมีการเกิดแคลลัสบางส่วนบริเวณส่วนข้อที่สัมผัสกับอาหารเพาะเลี้ยง จำนวนยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.33±0.15 ยอด รองลงมาเป็นอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดเฉลี่ย 0.89±0.09 ยอด อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม BA มีจำนวนยอดเฉลี่ย 0.88±0.09 และ 0.67±0.15 ยอด ตามลำดับ (Table 1 and Figure 2)

Table 1 The average number of shoots from axillary buds of aglaonema 'super red' cultured on semi-solid MS medium supplemented with 0, 1.0, 3.0 and 5.0 mg/L BA for 4 weeks.

BA concentration (mg/L)	No. of shoots[1/]
0	0.67±0.15[b]
1.0	0.88±0.09[b]
3.0	0.89±0.09[b]
5.0	1.33±0.15[a]
F-test	*

* Significantly different at $P \leq 0.05$

[1/] Means (± SE) in a column followed by the same letters are not significantly different according to DMRT

เมื่อเพาะเลี้ยงตาข้างอโกลนีมาเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าจำนวนยอดมีจำนวนใกล้เคียงกับ 4 สัปดาห์ แต่มีความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นและมีรากเกิดขึ้น เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีความยาวของยอดและรากเพิ่มมากขึ้น โดยจำนวนยอดมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.33±0.15 ยอด รองลงมาเป็นอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดเฉลี่ย 1.00±0.15 ยอด อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม BA มีจำนวนยอดเฉลี่ย 0.88±0.09 และ 0.67±0.15 ยอด ตามลำดับ (Table 2 and Figure 2)

ยอดที่พัฒนาบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความยาวยอดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.30±0.47เซนติเมตร รองลงมาเป็นอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความยาวยอดเฉลี่ย คือ 1.11±0.51 เซนติเมตร อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม BA มีความยาวยอดเฉลี่ย 1.03±0.29 และ 0.04±0.04 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2 and Figure 2)

จำนวนรากที่พัฒนา พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.50±0.34 ราก ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 0.46±0.31 เซนติเมตร ขณะที่อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม BA ไม่มีรากเกิดขึ้น (Table 2 and Figure 2)

นอกจากนี้หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้ทดลองย้ายเนื้อเยื่ออโกลนีมาในทุกสูตรอาหารมาเพาะเลี้ยงต่อบนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าตาข้างของชิ้นส่วนที่เคยเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารที่ไม่เติม BA ในตอนแรกสามารถเจริญเติบโตไปเป็นยอดได้ปกติ อีกทั้งเมื่อนำต้นออกปลูกในสภาพธรรมชาติ พบว่า ต้นอโกลนีมาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติและมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 100 % (Figure 3)

Table 2 The average number of shoots, shoot length, number of roots and root length of shoots derived from axillary buds of aglaonema 'super red' cultured on semi-solid MS medium supplemented with 0, 1.0, 3.0 and 5.0 mg/L BA for 8 weeks.

BA concentration (mg/L)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0.67±0.15[b]	0.04±0.04[b]	0.00±0.00	0.00±0.00
1.0	0.88±0.09[b]	1.03±0.29[b]	0.00±0.00	0.00±0.00
3.0	1.00±0.15[ab]	1.11±0.51[b]	0.00±0.00	0.00±0.00
5.0	1.33±0.15[a]	2.30±0.47[a]	0.50±0.34	0.46±0.31
F-test	*	*	ns	ns

* Significantly different at $P \leq 0.05$ ns non-significant different

Means in a column followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

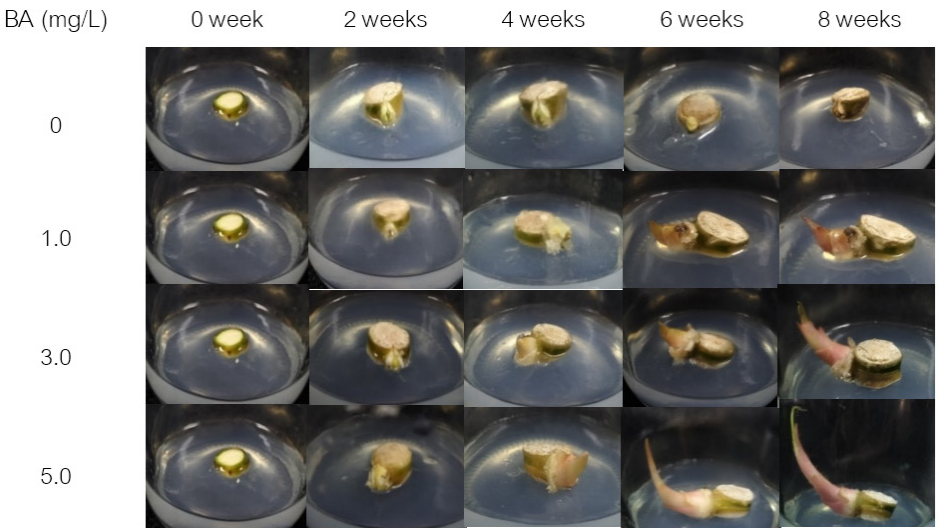

Figure 2 Development of aglaonema 'super red' shoots cultured on semi-solid MS medium supplemented with 0, 1.0, 3.0 and 5.0 mg/L BA for 0, 2, 4, 6 and 8 weeks.

Figure 3 Growth of aglaonema 'super red' at 30 days after transplantation

จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตาข้างอโกลนีมาพันธุ์ซุปเปอร์เรดบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1.0 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ โดยที่สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดและมีความยาวยอดเฉลี่ยมากที่สุด เนื่องจากปริมาณของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ซึ่งอยู่ในกลุ่มไซโทไคนิน ที่ผสมอยู่ในอาหารมีความเข้มข้นที่เหมาะสมและมีผลต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยในการเจริญของต้นกระตุ้นการแบ่งเซลล์ (ธงชัย และกิตติศิกดิ์, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่องที่มีการศึกษาถึงผลของ BA ต่อการชักนำให้เกิดยอดและเพิ่มจำนวนยอด ดังเช่นการทดลองของ Phetole (2020) ที่ศึกษาผลของ BA ต่อเมล็ดถั่วเหลืองในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า BA มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าและสามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากได้ นอกจากนี้จิรายุทธ และคณะ (2564) ศึกษาความเข้มข้นของ BA ที่มีผลต่อการเกิดยอดของคัพภะต้นจันทน์ผา พบว่าคัพภะของเมล็ดจันทน์ผาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอด และความสูงต้นมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 11.50 ยอด และสูง 3.20 เซนติเมตร นิธิ (2539) ได้ศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ต่อการเจริญเติบโตของข้อกาแฟอราบิก้า พบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 10.0 มิลลิโมลาร์ สามารถกระตุ้นข้อกาแฟให้สร้างตาได้มากที่สุด หรือจากรายงานของ

อภิชาติ และคณะ (2544) ศึกษาผลของ BA ต่อการเพิ่มจำนวนต้นกระชายดำในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 4.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้นส่วนมากที่สุด คือ 5.00 4.33 และ 5.33 ยอด ตามลำดับ ส่วนอาหารที่ไม่เติม BA เกิดยอดเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.33 ยอด และรายงานการทดลองของ Ahmed and Mohamed (2018) ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออโกลนีมาโดยเพาะเลี้ยง ส่วนข้อบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA ความเข้มข้น 2.0 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สามารถเพาะเลี้ยงอโกลนีมาได้ในระยะเริ่มต้น แต่เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA ความเข้มข้น 4.0 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สามารถเพิ่มปริมาณยอดของอโกลนีมาได้

อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยนี้ พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้น BA มากขึ้นจะทำให้การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่ออโกลนีมามากขึ้นด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เกิดยอดเพียงเล็กน้อย และมีความยาวยอดเพียง 0.04 เซนติเมตร ซึ่งไม่สอดคล้องกับรายงานของจิรายุทธ และคณะ (2564) ที่พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ BA มากขึ้นจะทำให้ลักษณะของเนื้อเยื่อจันทน์ผามีการเจริญไม่แตกต่างจากชุดควบคุม อาจเป็นผลมาจากเนื้อเยื่อจันทน์ผาสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้พืชแต่ละชนิดมีความต้องการ BA ที่สามารถชักนำการเจริญเติบโตในระดับที่แตกต่างกัน ดังเช่นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของบัวหลวง พบว่าความเข้มข้นของ BA มีผลต่อการเพิ่มจำนวนยอดของเนื้อเยื่อบัวหลวงอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้ BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้มากกว่าการใช้ BA ที่ความเข้มข้นสูงกว่า คือ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ณราวุฒิ, 2539) นอกจากนี้ยังมีงานทดลองของกาญจนรี และณฐกร (2547) ที่ศึกษาผลของ BA ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออนูเบียส แล้วพบว่าการใช้ BA ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้สูงกว่าการใช้ BA ความเข้มข้นที่สูงถึง 16.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทำให้การเกิดยอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

สรุป

จากการเพาะเลี้ยงตาข้างของต้นอโกลนีมาพันธุ์ซุปเปอร์เรดบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างได้เฉลี่ยมากที่สุด 1.33±0.15 ยอด ความยาวยอดเฉลี่ยมากที่สุด 2.30±0.47 เซนติเมตร

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. อโกลนีมา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://ebook.lib.ku.ac.th/ebook27/ebook/20160072/#p=1 (14 ธันวาคม 2565).

กาญจนรี พงษ์ฉวี และณฐกร ประดิษฐ์สรรพ์. 2547. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออนูเบียส (*Anubias nanaengler*). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.fisheries.go.th/aquaorna/ web2/images/download/A.nana.pdf (14 ธันวาคม 2565).

จิรายุทธ กองภูเขียว, วิวัฒน์ สรจักร และกรกนก ตั้งจิตมั่น. 2564. ผลของ Benzylaminopurine (BA) ต่อการเกิดยอดของคัพภะจันทน์ผา. หน้า 43-47. *ใน* การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. ราชบุรี.

ณราวุฒิ ปิยโชติสกุล. 2539. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในสภาพหลอดทดลอง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 84 หน้า.

ธงชัย ศรีตะปัญญะ และกิตตศิกดิ์ โชติกเดชาณรงค์ 2564. การขยายพันธุ์จันทน์ผาโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 26(1): 59-70.

นิธิ ไทยสันทัด. 2539. อิทธิพลของ BA ต่อการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงข้อลำต้นของกาแฟอราบิก้า. วารสารเกษตร 12(3): 270-278.

รงรอง หอมหวล, มณฑา วงศ์มณีโรจน์, กมลศรี สระทองพรม, รัตนา เอการัมย์ และกัลยา กระต่ายทอง. 2550. อโกลนีมา (Aglaonema) ไม้ใบประดับอนาคตไกล. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/50/plant/06_plant/06_plant.html (14 ธันวาคม 2565).

อภิชาติ ชิดบุรี, พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง และพิทักษ์ พุทธวรชัย. 2544. ผลของ BA ที่มีต่อการเพิ่มจำนวนต้นกระชายดำในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารเกษตร 17(2): 100-105.

Ahmed, A.B. and K.G. Mohamed. 2018. Micropropagation and ex *vitro* acclimatization of aglaonema plants. Middle East Journal of Applied Sciences 8(4): 1425-1436.

Kaset today. 2562. ซุปเปอร์เรด ซุปเปอร์พิงค์ ไม้ใบสีสดช่วยเสริมความมั่งคั่งและวาสนา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://kaset.today/พืช/อโกลนีมา/ซุปเปอร์เรด/ (14 ธันวาคม 2565).

Mohamed, M.A., H. A. El-Shamy, A.K. Dawh and S.S. Sawsan. 2016. *In vitro* micropropagation of *Aglaonema commutatum* Schott. Zagazig Journal of Horticultural Science 43(2):363-376.

Phetole, M. 2020. Benzyl adenine in plant tissue culture- succinct analysis of the overall influence in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] seed and shoot culture establishment. Journal of Biotech Research 11(1): 23-34.

Totik, S. M., F. Any, A. Jaime, D. S. Teixeira, W. Adhityo and F.C. Tet. 2015. Micropropagation of aglaonema using axillary shoot explants. International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS-IJENS 11(1): 27-30.

การยอมรับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร ในอำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช

Adoption of Mangosteen Production in Accordance with Good Agricultural Practices Standards by Farmers in Phrom Khiri District, Nakhon Si Thammarat Province

สันต์ฤทัย จันทองโชติ[1] นารีรัตน์ สีระสาร[1*] และสินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม[1]

Sunrutai Chanthongchot[1], Nareerut Seerasarn[1*] and Sineenuch Khrutmuang Sanserm[1]

Received: September 18, 2023
Revised: November 22, 2023
Accepted: November 24, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study 1) social and economic conditions 2) adoption of good agricultural practices standards and 3) problems and recommendations with adoption of good agricultural practices standards. The study population consisted of 204 mangosteen farmers who registered with the Department of Agricultural Extension in the production year of 2021/2022. The 135-sample size was based on Taro Yamane formula with the error value of 0.05. Structured interviews were used for data collection. Statistics used were frequency, percentage, mean, minimum, maximum, standard deviation, and ranking. The results indicated that 1) Most of the famers were male with average age of 56.07 years. There was an average of 2.25 agricultural workers. The average experience in mangosteen planting of 20.10 years. The average received training on good agricultural practices standards of 1.58 times in 5 years. There was an average mangosteen planting area of 6.37 rai. The average mangosteen production cost was 3,550.00 baht per rai per year. The average income from growing mangosteen was 14,658.14 baht per rai per year. 2) Mangosteen production of accordance to good agricultural practices of farmers at a high level on issue harvest and post-harvest practices and a moderate level on issue acceptance of data recording. 3) The problems of farmers producing mangosteen according with good agricultural practice standards were at a high level in the issue of marketing, The product has an uncertain price. And the recommendation for increasing the variety of distribution channels, and farmers should form groups to mangosteen production in accordance with good agricultural practice standards.

Keywords: Adoption, mangosteen production, Good Agricultural Practices

บทคัดย่อ: การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพสังคมและเศรษฐกิจ 2) การยอมรับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และ 3) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรอำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกมังคุดที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรปี 2564/65 จำนวน 204 ราย กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร ยามาเน

[1] วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

[1] Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120, Thailand

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

ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 135 ราย สุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือแบบสัมภาษณ์ และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ ผลการวิจัย พบว่า 1) เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 56.07 ปี มีแรงงานเกษตรเฉลี่ย 2.25 คน เกษตรกรมีประสบการณ์ปลูกมังคุดเฉลี่ย 20.10 ปี ได้รับฝึกอบรมมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 1.58 ครั้ง ใน 5 ปี มีพื้นที่ปลูกมังคุดเฉลี่ย 6.37 ไร่ มีต้นทุนเฉลี่ย 3,550.00 บาทต่อไร่ต่อปี มีรายได้ปลูกมังคุดเฉลี่ย 14,658.14 บาทต่อไร่ต่อปี 2) เกษตรกรมีการยอมรับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีอยู่ในระดับมาก ประเด็นการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว และเกษตรกรมีการยอมรับระดับปานกลางในประเด็นการบันทึกข้อมูล 3) เกษตรกรมีปัญหาในการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีระดับมากที่สุด ด้านการตลาด ราคาผลผลิตไม่แน่นอน และข้อเสนอแนะในการเพิ่มช่องทางการจำหน่ายให้หลากหลายซึ่งเกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มในการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

คำสำคัญ: การยอมรับ, การผลิตมังคุด, มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

คำนำ

"มังคุด" ผลไม้เมืองร้อนที่มีเอกลักษณ์โดดเด่นจากลักษณะของทรงผล สีของผล และรสชาติ ซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทั้งยังเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญในด้านเศรษฐกิจมีการส่งออกมังคุดไปยังประเทศต่างๆ ได้แก่ จีน สัดส่วนร้อยละ 92.64 ของมูลค่าการส่งออกมังคุดสด รองลงมา คือ เกาหลีใต้ ฮ่องกง สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์และสหรัฐอเมริกา โดยการส่งออกมังคุดไปตลาดคู่ค้าในปี พ.ศ. 2564 ปริมาณ 256,266 ตัน มูลค่า 17,089.74 ล้านบาท (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2565) ผลผลิตในประเทศส่วนใหญ่มาจาก จังหวัดจันทบุรี นครศรีธรรมราช ชุมพร ตราด และระยอง การผลิตมังคุดยังมีข้อจำกัดในเรื่องคุณภาพของผลผลิตที่มีปัญหาเนื้อแก้ว และยางไหล คุณภาพผลผลิตยังไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนน้อย ทั้งยังประสบปัญหาราคาตกต่ำ ในขณะที่ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ทำให้ขายผลผลิตได้ไม่คุ้มค่าการลงทุน (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครศรีธรรมราช, 2562)

สถานการณ์การผลิตมังคุดของไทย ปี พ.ศ. 2565 มีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ 463,185.29 ไร่ และมีเกษตรกรที่ปลูกมังคุด 138,293 ครัวเรือน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565) จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ที่มีการผลิตมังคุดเป็นอับดับที่ 2 ของประเทศ มีเนื้อที่การผลิต 96,159.00 ไร่ ด้วยสภาพอากาศและปริมาณน้ำฝนเพียงพอทำให้มีผลผลิตเฉลี่ย 689.73 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) อำเภอพรหมคีรีเป็นหนึ่งในแหล่งผลิตมังคุดที่สำคัญของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีเนื้อที่ผลิต 11,444.00 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8, 2562) มีแหล่งรวบรวมผลผลิตและส่งออกในพื้นที่เพิ่มขึ้นทุกปี หน่วยงานภาครัฐได้ดำเนินการให้เกษตรกรได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิตตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เป็นการสร้างความสามารถการแข่งขันในตลาดคู่ค้ารายใหญ่ ได้แก่ประเทศจีนที่กำหนดข้อตกลงทางการค้าให้ผลไม้ต้องผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP) (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2565) โดยประเทศเวียดนามเป็นคู่แข่งทางการตลาดที่สำคัญของประเทศไทยก็มีการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการขยายพื้นที่ปลูกมังคุดเพิ่มขึ้นและเกษตรกรต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP ส่งผลกระทบต่อส่วนแบ่งทางการตลาดของประเทศไทยในการส่งออกมังคุดไปยังประเทศจีน ซึ่งเกษตรกรของไทยต้องมีการพัฒนาให้ผลผลิตได้รับการรับรองมาตรฐานตามที่ประเทศคู่ค้ากำหนดเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน

ในตลาดการส่งออกมังคุดได้มากขึ้น ซึ่งในอำเภอพรหมคีรีมีเกษตรกรผู้ปลูกมังคุดได้รับการรับรองมาตรฐาน GAP แล้วจำนวน 1,020 ราย พื้นที่ปลูกมังคุดที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GAP จำนวน 4,541.44 ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2566) โดยการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการจัดการกระบวนการผลิตทั้งแหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การจัดการคุณภาพการผลิตในกระบวนการผลิต การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การพักผลผลิต การขนย้าย การเก็บรักษา สุขลักษณะส่วนบุคคล รวมถึงการบันทึกข้อมูล เพื่อให้เกษตรกรได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามความต้องการของตลาดมากขึ้น แต่เกษตรกรยังประสบปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ทำให้ได้ผลผลิตคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกษตรกรต้องจำหน่ายผลผลิตแบบคละเกรด อีกทั้งราคาผลผลิตตกต่ำส่งผลให้ไม่ได้รับผลตอบแทนอย่างคุ้มค่า จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีความสำคัญในการศึกษาเรื่อง การยอมรับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร เพื่อแก้ไขปัญหาของเกษตรกรให้สามารถพัฒนากระบวนการผลิต ได้รับผลผลิตที่มีคุณภาพ เพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาด ส่งผลต่อการขยายตลาดส่งออกมังคุดเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกมังคุดในปีการผลิต 2564/65 ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรในอำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 204 ราย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร Taro Yamane (ปธาน, 2561) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 135 ราย โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง กำหนดประเด็นคำถามตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) สภาพสังคมและเศรษฐกิจ เป็นคำถามปลายปิดและคำถามปลายเปิด (2) การยอมรับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร เป็นคำถามปลายปิดให้ผู้ตอบเลือกตอบตามการยอมรับในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี แบ่งออกเป็น 8 ประเด็น โดยกำหนดระดับการยอมรับเป็น 5 ระดับ แบ่งช่วงคะแนนเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยจากการคำนวณ คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายถึง ไม่ได้ยอมรับ คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายถึงยอมรับระดับน้อย คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายถึง ยอมรับระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายถึง ยอมรับระดับมาก คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายถึง ยอมรับระดับมากที่สุด (3) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเป็นคำถามปลายปิดให้ผู้ตอบเลือกตอบ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านการผลิตและดูแลรักษา ด้านการเก็บเกี่ยว และด้านการตลาด โดยกำหนดระดับปัญและข้อเสนอแนะเป็น 5 ระดับ คือ คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายถึง ระดับน้อย คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายถึง ระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายถึง ระดับมาก และคะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด สถิติที่ใช้ คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพสังคมและเศรษฐกิจ

1.1 สภาพสังคม พบว่า เกษตรกรร้อยละ 64.40 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 56.07 ปี ร้อยละ 23.70 จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. มีแรงงานในการทำเกษตรเฉลี่ย 2.25 คน และมีประสบการณ์ในการปลูกมังคุดเฉลี่ย 20.10 ปี สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุภารัตน์ (2562) พบว่า เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกมังคุดเฉลี่ย 18.72 ปี เนื่องจากบรรพบุรุษมีการปลูกมังคุดเกษตรกรจึงสืบทอดอาชีพต่อทำให้มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเป็นอย่างดี เกษตรกรร้อยละ 88.10 ได้รับฝึกอบรมกับหน่วยงานสำนักงานเกษตรอำเภอ เนื่องจากสำนักงานเกษตรอำเภอเป็นหน่วยงานหลักในพื้นที่ ในการส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้ด้านการผลิต การจัดการผลผลิตและการพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตรให้กับเกษตรกร

เกษตรกรร้อยละ 68.90 มีการศึกษาดูงานกับเกษตรกรต้นแบบในพื้นที่ เกษตรกรได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เฉลี่ย 1.79 ปี ใน 5 ปี ที่มีการส่งเสริม เกษตรกรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เฉลี่ย 1.58 ครั้ง ใน 5 ปี จึงไม่เพียงพอในการทำให้เกษตรกรได้เข้าใจในขั้นตอนและรายละเอียดการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี อีกทั้งเกษตรกรยังไม่เห็นถึง ความแตกต่างของตลาดผลผลิตที่ผ่านการรับรอง และไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

1.2 **สภาพเศรษฐกิจ** พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกมังคุดเฉลี่ย 6.37 ไร่ เนื่องจากเกษตรกรมีข้อจำกัดของจำนวนแรงงาน จึงมีขนาดของพื้นที่ปลูกที่สามารถดูแลพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง เกษตรกรทั้งหมดมีพื้นที่ของตนเองเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ได้รับช่วงต่อจากบรรพบุรุษที่ใช้ทำการเกษตร มีต้นทุนในการปลูกมังคุดต่อปีเฉลี่ย 3,550.00 บาทต่อไร่ แตกต่างจากผลงานวิจัยของ ผกามาศ (2563) พบว่า ต้นทุนจากการผลิตไม่เกิน 1,500.00 บาทต่อไร่ต่อปี เนื่องจากปัจจัยการผลิตมังคุดมีราคาสูงขึ้นทำให้ต้นทุนการผลิตมังคุดสูงขึ้นด้วย มีรายได้จากการปลูกมังคุดเฉลี่ย 14,658.14 บาทต่อไร่ต่อปี สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุภารัตน์ (2562) เนื่องจากประสบการณ์และความชำนาญของเกษตรกรในการปลูกมังคุดทำให้ได้ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่สูงเกษตรกรจึงมีรายได้ที่สูงตามไปด้วย ร้อยละ 93.30 มีแหล่งเงินทุนในการผลิตมังคุดจากเงินทุนของตนเอง เนื่องจากเกษตรกรมีรายได้ที่สูงจึงมีความมั่นคงทางการเงิน สามารถใช้แหล่งเงินทุนของตนเอง เพื่อลงทุนในการผลิตมังคุดในแต่ละปี ได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ผกามาศ (2563) พบว่า เกษตรกรเกือบทั้งหมดใช้เงินทุนตนเองในการผลิตและร้อยละ 54.80 มีรูปแบบการจำหน่ายทั้งขายด้วยตนเองและพ่อค้าคนกลางมารับซื้อ ซึ่งเกษตรกรนำไปขายผ่านช่องทางออนไลน์ที่สามารถจำหน่ายผลผลิตให้กับผู้บริโภคได้โดยตรง และพ่อค้าคนกลางมารับซื้อเนื่องจาก ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชมีผู้ประกอบการรับซื้อผลไม้จำนวนมาก ซึ่งกระจายอยู่ในอำเภอต่างๆ ของจังหวัด จำนวน 32 ราย (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครศรีธรรมราช, 2562)

2. การยอมรับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร

การยอมรับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในภาพรวมเกษตรกรมีการยอมรับระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.55) โดยสามารถเรียงลำดับการยอมรับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ ประเด็นที่เกษตรกรมีการยอมรับระดับมาก ได้แก่ การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.00) วัตถุอันตรายทางการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 3.81) การพักผลิตผลการขนย้ายในแปลงปลูกและการเก็บรักษา (ค่าเฉลี่ย 3.70) พื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 3.58) สุขลักษณะส่วนบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.56) และการจัดการเพื่อให้ได้ผลมังคุดคุณภาพ (ค่าเฉลี่ย 3.49) สำหรับประเด็นที่เกษตรกรมีการยอมรับระดับปานกลาง ได้แก่ แหล่งน้ำ (ค่าเฉลี่ย 3.34) และการบันทึกข้อมูล (ค่าเฉลี่ย 2.89) ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Summary of farmers' acceptance of mangosteen production according to good agricultural practices.

(N=135)

Issues	$\bar{x}$	S.D	Interpretation
Harvesting and post-harvest practice	4.00	1.08	High
Harvested produce at the appropriate harvesting period..	4.19	0.65	High
Harvesting and transport containers are separated to prevent contamination.	4.13	0.72	High
Equipment, containers and materials directly contacted with pro duce shall be made of materials that do not cause contamination.	4.04	0.77	High

Table 1 (continued).

(N=135)

Issues	$\bar{x}$	S.D	Interpretation
Application of pesticides	3.81	1.04	High
During working, you must wear complete clothing and protective equipment.	4.24	0.77	High
Use of agricultural hazardous substances according to recommendations.	3.99	0.97	High
Selecting the appropriate agricultural hazardous substances.	3.84	0.75	High
Transportation, storage and produce collection	3.70	0.93	High
Moving produce in the planting plot shall be carried out with care and able to prevent the contamination harmful to consumption.	3.90	0.79	High
Produce placement the planting plot must be suitable.	3.79	0.65	High
Transport produces with care.	3.76	0.65	High
Plantation area	3.58	0.81	High
Planting area shall not be located in the environment causing contamination of hazardous substances on produce.	3.71	0.89	High
Growing plants that are suitable for the type of soil.	3.57	1.08	High
The plot is planned.	3.45	1.16	High
Worker health and hygiene	3.56	0.75	High
There are personal hygiene facilities.	3.66	0.76	High
People who touch the produce must take care of their personal hygiene.	3.64	0.71	High
Operator involved in the pesticide activity shall have their health examination at least once a year.	3.55	0.84	High
Quality management in pre-harvest production	3.49	0.72	High
Adding fertilizer to prepare the plant before flowering.	3.70	0.87	High
Fertilizing after harvest within 2 weeks.	3.65	0.90	High
Fertilizing approximately 4 weeks after flowering.	3.64	0.72	High
Water sources	3.34	0.77	Moderate
The water source used does not harm the environment.	3.56	1.07	High
The water used does not cause contamination.	3.49	0.96	High
Take sample of water at least once prior to entering the system of production	2.97	1.22	Moderate
Recording and record keeping	2.89	1.03	Moderate
There are records of pre- and post-harvest practices.	2.99	0.96	Moderate
Record information on agricultural hazardous substances.	2.95	0.90	Moderate
Maintain operational records for at least 2 years.	2.81	1.21	Moderate
Average	**3.55**	**0.89**	**High**

จากการศึกษา พบว่า ประเด็นการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก เรื่อง การเก็บเกี่ยวผลิตผลที่มีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 4.19) สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุภารัตน์ (2562) พบว่า เกษตรกรเก็บเกี่ยวมังคุดในระยะสายเลือด เนื่องจากผลมังคุดในระยะนี้สามารถพัฒนาจากระยะสายเลือดค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีม่วงทั้งลูกซึ่งมีความเหมาะสมในการขนส่งผลผลิตไปยังพื้นที่อื่น หากเก็บผลมังคุดระยะที่เป็นสีแดงหรือม่วงจะทำให้ผลมังคุดสุกงอมเกินไป ผลผลิตเสียหายได้เร็วมากขึ้น ประเด็นวัตถุอันตรายทางการเกษตร เกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก เรื่อง การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์หรือตามคำแนะนำในฉลากที่ขึ้นทะเบียน (ค่าเฉลี่ย 3.99) ประเด็นการพักผลิตผลการขนย้ายในแปลงปลูก และการเก็บรักษา เกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก เรื่อง การขนย้ายผลิตผลในแปลงปลูกให้ปฏิบัติด้วยความระมัดระวังและป้องกันการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค (ค่าเฉลี่ย 3.90) ประเด็นพื้นที่ปลูกเกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก เรื่อง พื้นที่ปลูกไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายต่อผลิตผล (ค่าเฉลี่ย 3.71) ประเด็นการจัดการเพื่อให้ได้ผลมังคุดคุณภาพ เกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก เรื่อง การใส่ปุ๋ยเพื่อเตรียมต้นก่อนการออกดอกเมื่อใบแก่ทั้งต้น มีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 8 - 24 - 24 หรือ 9 - 24 - 24 หว่านใต้ทรงพุ่ม อัตรากิโลกรัมต่อต้น เท่ากับ 1/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เมตร) (ค่าเฉลี่ย 3.70) ประเด็นสุขลักษณะส่วนบุคคล เกษตรกรมีการยอมรับในระดับมาก เรื่อง มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลที่เพียงพอและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 3.66) ประเด็นแหล่งน้ำที่เกษตรกรมีการยอมรับปานกลาง เรื่อง การเก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ครั้งก่อนการผลิต เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย (ค่าเฉลี่ย 2.97) เนื่องจากแหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ในการเกษตรเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติไหลมาจากเทือกเขานครศรีธรรมราช (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครศรีธรรมราช, 2562) ไม่อยู่ในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม คอกปศุสัตว์ และแหล่งน้ำเสียจากชุมชน จึงมีเกษตรกรเพียงบางส่วนที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร สำหรับประเด็นการบันทึกข้อมูลเกษตรกรยอมรับปานกลาง เรื่อง เก็บรักษาบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงานและเอกสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานไว้อย่างน้อย 2 ปี (ค่าเฉลี่ย 2.81) และผลิตผลที่อยู่ระหว่างการเก็บรักษาและขนย้าย หรือบรรจุ มีการระบุรุ่นผลิตผล ติดรหัสหรือเครื่องหมายแสดงแหล่งผลิตหรือวันที่เก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 2.76) เนื่องจากผลการวิจัยเกษตรกรจะเป็นเกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 56.07 ปี จึงขาดความเข้าใจในขั้นตอนการบันทึกข้อมูลที่มีความยุ่งยาก สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุภารัตน์ (2562) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีทุกประเด็น ยกเว้น การจดบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพ โดยมีสาเหตุ คือความยุ่งยากในการจัดการการขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

3. ปัญหาและข้อเสนอแนะในการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร

จากการศึกษา พบว่า ในภาพรวมเกษตรกรมีปัญหาในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.78) โดยเกษตรกรมีปัญหาด้านการตลาดในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.17) เรื่อง ราคาผลผลิตไม่แน่นอน (ค่าเฉลี่ย 3.53) สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วัลลภา (2562) พบว่า เกษตรกรมีปัญหาตลาดมังคุดคุณภาพโดยรวมในระดับปานกลาง เรื่อง ราคาผลผลิตตกต่ำและราคาผลผลิตไม่แน่นอน อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากผลการวิจัยเกษตรกรมีการจำหน่ายผลผลิตให้พ่อค้าคนกลางและมีการกำหนดราคาผลผลิตโดยพ่อค้าคนกลาง ทำให้เกษตรกรไม่มีอำนาจในการต่อรองราคาผลผลิต เกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มและมีระบบการบริหารจัดการกลุ่มที่ดี โดยคณะกรรมการและสมาชิกทุกคนรู้บทบาทหน้าที่และสามารถปฏิบัติหน้าที่ของตนเองได้อย่างดี ซึ่งกลุ่มเกษตรกรจะเป็นจุดรวบรวมและจำหน่ายผลผลิตของเกษตรกร

สำหรับในภาพรวมเกษตรกรมีข้อเสนอแนะในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.64) โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะด้านการตลาดในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.96) เรื่อง ควรรวมกลุ่มในการรับซื้อผลผลิตของพื้นที่ (ค่าเฉลี่ย 4.02) สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อรุณชัย (2562) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการรวมกลุ่มผู้ผลิตมังคุด เนื่องจากเป็นการเพิ่มอำนาจการต่อรองราคาผลผลิตส่งผลให้ราคาผลผลิตดีขึ้น และควรเพิ่มช่องทางการจำหน่ายให้มีความหลากหลาย (ค่าเฉลี่ย 4.02) เนื่องจากเป็นการเพิ่มโอกาสในการจำหน่ายผลผลิตไปสู่ผู้บริโภค เป็นการกระจายกลุ่มผู้บริโภคให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพิ่มความต้องการในการซื้อผลผลิตของผู้บริโภค

สรุป

เกษตรกรมากกว่าครึ่งเป็นเพศชาย ซึ่งมีอายุเฉลี่ยในช่วงวัยกลางคน เกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกมังคุดมากกว่า 20 ปี เนื่องจากสืบทอดอาชีพต่อจากบรรพบุรุษทำให้มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการปลูกมังคุดเป็นอย่างดี โดยมีเกษตรกรมากกว่าครึ่งที่มีการศึกษาดูงานกับเกษตรกรต้นแบบในพื้นที่ เกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับฝึกอบรมกับสำนักงานเกษตรอำเภอซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้ด้านต่างๆ ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ สำหรับการอบรมเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดียังมีจำนวนครั้งในการเข้าร่วมค่อนข้างน้อยในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา ซึ่งไม่เพียงพอให้เกษตรกรได้ทำความเข้าใจในขั้นตอนและรายละเอียดการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เกษตรกรส่วนน้อยได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เนื่องจากเกษตรกรยังไม่เห็นถึงความแตกต่างของตลาดผลผลิตที่ผ่านการรับรองมาตรฐานกับตลาดผลผลิตทั่วไป เกษตรกรทั้งหมดมีพื้นที่เป็นของตนเองซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่มากเพื่อให้สามารถดูแลพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง เกษตรกรมากกว่าครึ่งที่มีการจำหน่ายทั้งขายด้วยตนเองและพ่อค้าคนกลางมารับซื้อผลผลิต เกษตรกรมีการยอมรับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในระดับมาก แต่มีบางเรื่องที่เกษตรกรยอมรับปานกลาง ในด้านการเก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ครั้งก่อนการผลิต เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย เกษตรกรมีปัญหาในประเด็นด้านการตลาดในระดับปานกลาง ด้านราคาผลผลิตไม่แน่นอนเกษตรกรมีข้อเสนอแนะระดับมาก ในประเด็นการรวมกลุ่มในการรับซื้อผลผลิตของพื้นที่ และควรเพิ่มช่องทางการจำหน่ายให้มีความหลากหลาย เพื่อเพิ่มอำนาจต่อรองด้านราคาผลผลิตและช่องทางการจำหย่ายและการกระจายผลผลิต

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การยอมรับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรในอำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกรในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 เกษตรกรควรมีการถอดองค์ความรู้ด้านการเตรียมแปลงปลูก การดูแลบำรุงรักษาต้นมังคุด การป้องกันและกำจัดศัตรูมังคุด การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการดูแลหลังการเก็บเกี่ยว ในการผลิตมังคุด และเป็นผู้ที่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ผู้ที่เริ่มต้นในการผลิตมังคุดได้เรียนรู้และสามารถปฏิบัติตามได้ เพื่อเป็นการสร้างกลุ่มเกษตรกรรุ่นใหม่เข้ามาทดแทนในการเกษตร

1.2 เกษตรกรควรเพิ่มช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การถ่ายทอดสดทางสื่อออนไลน์ เพจจำหน่ายสินค้า Facebook Line TikTok และมีการรวมตัวเป็นกลุ่มเกษตรกรสำหรับดำเนินการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) พัฒนาให้กลุ่มมีการบริหารจัดการที่เข้มแข็ง มีกฎระเบียบของกลุ่มในการดำเนินที่ชัดเจน ซึ่งสมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการผลิต และรวมกันจำหน่ายโดยมีตลาดรองรับที่แน่นอน และหน่วยงานที่ดูแลกลุ่มเกษตรกรต้องมี แผนการพัฒนากลุ่มที่ต่อเนื่องจนสามารถแก้ไขปัญหาของกลุ่มได้

2. มีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาถึงความต้องการในการพัฒนาของเกษตรกรในด้านอื่นๆ เช่น การรวมกลุ่มเกษตรกร

การแปรรูปผลิตภัณฑ์ การท่องเที่ยวเชิงเกษตร รวมถึงการพัฒนามาตรฐานการรับรองความปลอดภัย เช่น มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ GMP เพื่อใช้ในเป็นข้อมูลในการส่งเสริมให้กับเกษตรกร

2.2 ควรมีการศึกษาแนวทางการส่งเสริมการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร เพื่อใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตให้ได้รับผลผลิตที่มีคุณภาพ เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในตลาด ส่งผลต่อการขยายตลาดส่งออกมังคุดเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2566. ผลการดำเนินงานพืชมังคุด จังหวัดนครศรีธรรมราช อำเภอพรหมคีรี. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://gap.doa.go.th/?t=6&r=194&p=708 (30 ตุลาคม 2566).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565. ระบบฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกรกลาง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://farmer.doae.go.th (8 พฤศจิกายน 2565).

ปธาน สุวรรณมลคล. 2561. การออกแบบการวิจัย : การออกแบบประชากรและกลุ่มตัวอย่าง. หน้า 19 - 23 *ใน*: อารมณ์ ฤกษ์นุ้ย (บก.). ประมวลสาระชุดวิทยานิพนธ์ ขั้น 1. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี.

ผกามาศ คุ่มเคี่ยม. 2563. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตมังคุดของเกษตรกรในจังหวัดพัทลุง. หน้า 26 - 32. *ใน*: การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านวิทยาการจัดการ สาขาวิชาวิทยาการจัดการ ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

วัลลภา สามประดิษฐ์. 2562. การพัฒนาการผลิตมังคุดคุณภาพตามแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ในอำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 122 หน้า.

สุภารัตน์ ชูชัย. 2563. แนวทางการส่งเสริมการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ของเกษตรกร อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 117 หน้า.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2562. ฐานข้อมูลเกษตรรายสินค้า พ.ศ. 2562 จังหวัดนครศรีธรรมราช มังคุด. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.opsmoac.go.th/nakhonsithammarat-dwl-files-411391791997 (2 เมษายน 2565).

สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. 2565. ศักยภาพและอนาคตของมังคุดราชินีผลไม้ไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.tpso.moc.go.th/th/node/10724 (8 กรกฎาคม 2565).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2565. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http:// www.oae.go.th/assets/portals/1/ files/jounal/2562/yearbook2561 (2 เมษายน2565).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8. 2562. ข้อมูลสินค้าเกษตร. มังคุด. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://oaezone.oae.go.th/view/17/index/TH-TH (8 พฤศจิกายน 2565).

อรุณชัย ตรีไวย. 2563. การส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพ ในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 138 หน้า.

การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ประเทศไทย

Spatial Analysis of Suitable Area for Wheat Production in the Upper Northern Region, Thailand

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย[1*] จารุวี อันเชตา[1] ภัทรธีรา อินพลับ[1] เนตรนภา อินสลุด[2] และเทวินทร์ แก้วเมืองมูล[3]

Sippawit Punyatuy[1*], Jaruvee Ancheta[1], Phattarateera Inplub[1], Nednapa Insalud[2] and Thewin Kaeomuangmoon[3]

Received: August 9, 2023
Revised: November 22, 2023
Accepted: November 27, 2023

Abstract: The import of wheat in Thailand is increasing every year which is an opportunity of management approach to Increase wheat production and income for farmer. Therefore, analysis the potential areas for wheat production that are currently being planted was done. The study was conducted during March 2023 – April 2023 in Chiang Mai, Chiang Rai, Mae Hong Son, Lamphun, Lampang, Phayao, Phrae and Nan province, to be the guidelines for producing enough wheat to meet market demand. By overlay analysis method with the geographic information system program consisting of meters above sea level, slope, soil texture, pH, organic matter, available phosphorous, available potassium, soil depth, soil drainage, cation exchange capacity, base saturation and soil salinity, the results showed that highly suitable (S1) areas were Chiang Mai and Mae Hong Son province total of 8,112 rai or 0.01% of the studied areas. The moderately suitable (S2) areas were of 25,140 rai, 0.05%. The marginally suitable (S3) areas were of 3,951,318 rai, 7.19% and the not suitable (N) areas were of 50,945,108 rai, 92.75%.

Keywords: wheat, suitable area, geographic information system (GIS)

บทคัดย่อ: จากสถิติการนำเข้าข้าวสาลีในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทำให้เป็นโอกาสในการเพิ่มผลผลิตและสร้างรายได้เสริมให้กับเกษตรกร จึงต้องการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าวสาลีที่มีการปลูกในปัจจุบัน โดยทำการศึกษาระหว่างเดือน มี.ค. 2566 – เม.ย. 2566 ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตข้าวสาลีให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด โดยวิธีการวิเคราะห์แบบซ้อนทับข้อมูล (overlay analysis) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย ปัจจัยความสูงระดับทะเล ความลาดชัน เนื้อดิน ค่าปฏิกิริยาของดิน อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ความลึกของดิน

[1] ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง อ. สะเมิง จ. เชียงใหม่ 50250
[1] Samoeng Rice Research Center, Samoeng, Chiang Mai 50250, Thailand
[2] สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[2] Program in Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Maejo, Chiang Mai, 50290, Thailand
[3] ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[3] Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand
*Corresponding author: sippawit.p@rice.mail.go.th

การระบายน้ำของดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน อัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบส และปริมาณเกลือที่สะสม พบว่า พื้นที่มีความเหมาะสมมาก (S1) อยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอน จำนวน 8,112 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.01 พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2) จำนวน 25,140 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.05 พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3) จำนวน 3,951,318 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.19 และพื้นที่ไม่เหมาะสม (N) จำนวน 50,945,108 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 92.75

คำสำคัญ: ข้าวสาลี, พื้นที่เหมาะสม, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

คำนำ

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชเมืองหนาวที่ใช้ผลิตอาหารขนมปัง ผลิตภัณฑ์ด้านเบเกอรี่และพาสต้า โดยประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์และการนำเข้าเมล็ดและแป้งข้าวสาลีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – 2563 มีปริมาณและมูลค่าเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ในปี พ.ศ. 2564 – 2565 ลดลงเนื่องจากความขาดแคลนซึ่งมีผลมาจากสงครามและภัยธรรมชาติในต่างประเทศ โดยมีมูลค่าในปี 2565 สูงถึง 122 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ทำให้เป็นโอกาสในการผลิตข้าวสาลีสำหรับใช้ภายในประเทศเพิ่มมากขึ้น จากการจัดประชุมผู้ใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาวร่วมกับกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาวให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดภายในประเทศ ทำให้ทราบว่ามีผู้ประกอบการที่ต้องการข้าวสาลีที่มีคุณภาพพิเศษและเมล็ดพันธุ์ดีสูงถึง 382 ตันต่อปี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) กลุ่มข้าวสาลีแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อบริโภค จำนวน 380 ตันต่อปี ได้แก่ แป้งสำหรับทำขนมปัง ผลิตภัณฑ์น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี รำข้าวสาลี และน้ำอาร์ซีเพื่อสุขภาพ และ 2) กลุ่มข้าวสาลีหัตถกรรม จำนวน 2 ตัน ได้แก่ หลอดจากข้าวสาลีสำหรับเครื่องดื่ม และช่อแห้งข้าวสาลี แต่สามารถผลิตได้เพียง 59 ตันเท่านั้น อีกทั้งในปัจจุบันพื้นที่ปลูกข้าวสาลีเพื่อการค้าโดยเกษตรกรมีเพียง 2 พื้นที่ มีพื้นที่รวมประมาณ 200 ไร่ ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมการข้าว, 2562) รวมทั้งผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรค่อนข้างต่ำเฉลี่ย 300 กิโลกรัมต่อไร่ (สิปปวิชญ์ และคณะ, 2565) ดังนั้นการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทยยังมีข้อจำกัดของผลผลิตข้าวสาลีต่อพื้นที่ต่ำและมีพื้นที่การผลิตน้อย จึงต้องการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าวสาลีที่มีการปลูกในปัจจุบันด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS) (วันวิสาข์ และคณะ, 2558) เพื่อจำแนกพื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวน 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน สำหรับเป็นแนวทางในการขยายพื้นที่ปลูกข้าวสาลีให้ได้ผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการของตลาดเฉพาะภายในประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ภาคเหนือ ทำการศึกษาระหว่างเดือนมีนาคม 2566 – เมษายน 2566 ได้เก็บรวบรวมและจัดเตรียมฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ เป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial database) และข้อมูลแผนที่เชิงเลข (digital elevation model : DEM) ประกอบด้วย

1. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวน 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน

2. แผนที่ขอบเขตการปกครองในระดับอำเภอ ครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวน 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน

3. แผนที่แสดงความลาดชันครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวน 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน

4. แผนที่แสดงความสูงมาตราส่วน 1:4,000 ครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวน 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566)

5. แผนที่แสดงชุดดินมาตราส่วน 1:25,000 ครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวน 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566)

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาและกำหนดหลักเกณฑ์ที่ชัดเจนรายงานไว้จึงได้พัฒนาฐานข้อมูลข้างต้นเพื่อให้ได้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวสาลี ได้แก่ ขอบเขตพื้นที่ศึกษา ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ความลาดชัน และเนื้อดิน เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analytic hierarchy process : AHP) แบบพิจารณาหลายหลักเกณฑ์ (multiple criteria decision making) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539; เรนุกา, 2560; FAO, 1983) นำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อเลือกค่าที่ดีที่สุดในการตัดสินใจประเด็นสำคัญที่ใช้ในกระบวน AHP จากปัจจัยต่างๆ ที่ทำการบันทึก ได้แก่ (1) ตีความเกณฑ์มูลฐาน (elements) การตัดสินใจกรณีนี้ประยุกต์ในระบบภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) โดยการกำหนดค่าในชั้นข้อมูลแผนที่ (map layers) (2) บันทึกค่าความสัมพันธ์ของเกณฑ์มูลฐานเหล่านั้น (3) สร้างตารางกำหนดค่าความสัมพันธ์ของเกณฑ์มูลฐานดังกล่าว และ (4) คำนวณข้อมูลในตารางในลักษณะของการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน (Table 1)

Table 1 Diagnostic factor, data type, rating and weighting value of wheat cultivation

Factors		Rating			
Diagnostic factors	Unit	S1	S2	S3	N
1. Meters above sea level	m	>1,000	1000-600	600-300	300
2. Slope	%	0-5	5-12	12-20	>20
3. Texture	class	1. loam 2. silt loam 3. silt	1. sandy clay loam 2. sandy loam	1. silty clay loam 2. clay loam	1. clay 2. silty clay 3. sandy clay 4. loamy sand 5. sand
4. pH	pH	5.1-6.0	1. 6.1-7.3 2. 4.5-5.0	1. 7.4-8.4 2. 4.0-4.5	1. >8.4 2. <4.0
5. Organic matter	%	>2	1-2	<1	
6. Available phosphorous	mg/kg	>10	5-10	<5	
7. Available potassium	mg/kg	>80	60-80	<60	
8. Depth	cm	>50	30-50	20-30	<20
9. Soil drainage	Class	5,6	4	3	1,2
10. Cation exchange capacity	cmol/kg	>15	5-15	<5	
11. Base saturation	%	>35	<35		
12. Soil salinity	dS/m	<2	2-4	4-8	>8

Adapted from FAO (1983) and Department of Land Development (1996)

Rating 1 = Highly suitable
2 = Moderately suitable
3 = Marginally suitable

การประเมินความเหมาะสมด้วยวิธี Weight Linear Combination เพื่อให้ได้เขตพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีเชิงภูมิศาสตร์ได้มีการปรับใช้รูปแบบของการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาศักยภาพทางกายภาพของพื้นที่สำหรับปลูกสตรอเบอรี่ในเขตอำเภอเขาค้อ เนื่องจากเป็นพืชที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำเช่นเดียวกับข้าวสาลี และใช้เกณฑ์บางประการของกรมพัฒนาที่ดินแสดงในรูปแบบของพื้นที่ภูมิสารสนเทศ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539; เรนุกา, 2560; FAO, 1983) โดยความต้องการใช้ที่ดินของการปลูกข้าวสาลีมีหลายปัจจัยที่ต้องนำมาประเมินและวิเคราะห์ในระบบของ FAO ได้กำหนดไว้ประมาณ 18 ชนิด (Figure 1) (Yohannes and Soromessa, 2018; Kilic *et al*., 2022) สำหรับการศึกษานี้ ได้นำปัจจัยวินิจฉัยใช้วิเคราะห์เพียงไม่กี่ชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูลและความแตกต่างของลักษณะภูมิภาคและระดับความต้องการของลักษณะดินที่มีผลต่อผลผลิต (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) โดยเฉพาะปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ มาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย สาเหตุที่ในพื้นที่ไม่มีสถานีตรวจอากาศ อุตุนิยมวิทยาย้อนหลังที่กระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด หากใช้ข้อมูลสถานีตรวจอากาศโดยทั่วไปอาจเกิดความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากข้าวสาลีเป็นพืชที่มีข้อจำกัดทางด้านสภาพภูมิอากาศเป็นสำคัญ (สาวิตร, 2528) ดังนั้นการใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศควรมีการติดตั้งสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติในพื้นที่ที่มีข้อมูลมากกว่า 1 ปี และกระจายตามพื้นที่ศึกษาตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ (สมพล และคณะ, 2563)

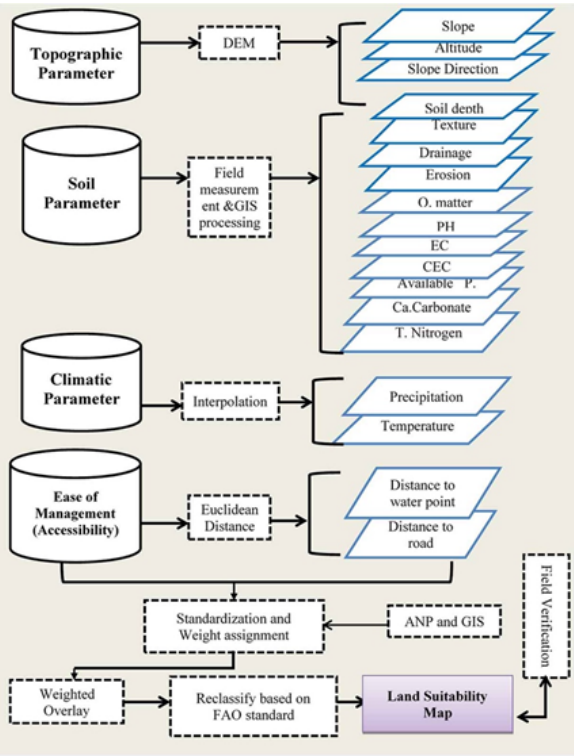

Figure 1 Geographical factors used in the spatial analysis of the suitability of international wheat production

ที่มา : Yohannes and Soromessa (2018) และ Kilic *et al*. (2022)

การศึกษานี้ได้กำหนดปัจจัยวิเคราะห์เพิ่มเติม คือ ลักษณะภูมิประเทศ โดยเพิ่มปัจจัยวินิจฉัย ได้แก่ ความสูงระดับทะเล โดยใช้เส้นชั้นความสูงจากกรมพัฒนาที่ดิน (2539) เนื่องจากความสูงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ซึ่งอัตราที่ลดลงของอุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส ในทุกๆ ระดับความสูง 1,000 เมตร (Yau and Rogers, 1989) และความลาดชัน เนื่องจากพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สูง มีความเกี่ยวข้องกับการชะล้างพังทะลายของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมถึงการกร่อนของดินในพื้นที่สูง (ไพบูลย์ และคณะ, 2548) (Figure 2)

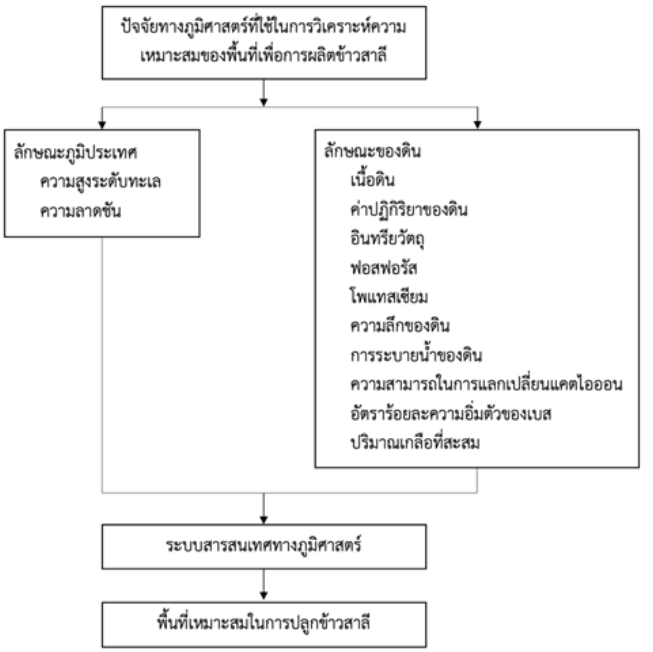

Figure 2 Conceptual framework of diagnostic factors used in spatial analysis of suitable area for wheat

การกำหนดหลักเกณฑ์ค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนนั้น ใช้หลักเกณฑ์จากความต้องการพื้นฐานด้านกายภาพของข้าวสาลีเป็นหลักในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูกข้าวสาลี ผ่านกระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการซ้อนทับข้อมูล (overlay analysis) นั้นต้องมีการกำหนดความสำคัญของแต่ละชั้นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ เนื่องจากแต่ละชั้นข้อมูลมีความสำคัญต่างกันจึงกำหนดค่าตัวเลขเป็นจำนวนเต็มเลขฐาน 10 ตามจำนวนชั้นข้อมูล ได้แก่ 5, 3 และ 1 โดยกำหนดให้ 5 เป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญมากที่สุด 3 เป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญรองลงมา และ 1 เป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

การกำหนดหลักเกณฑ์ค่าถ่วงน้ำหนักสามารถอธิบายได้ ดังนี้ (1) ชั้นข้อมูลระดับความสูงเป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากระดับความสูงมีความสัมพันธ์กับภูมิอากาศ เนื่องจากข้าวสาลีต้องการอากาศค่อนข้างหนาวเย็นเพื่อให้ได้ผลผลิตในปริมาณมากและยาวนานขึ้น จึงจำเป็นต้องปลูกในพื้นที่ที่มีระดับความสูงที่เหมาะสม ดังนั้นค่าถ่วงน้ำหนักในการวิเคราะห์จึงกำหนดให้เท่ากับ 5 (2) ชั้นข้อมูลความลาดชันเป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญรองจากระดับความสูง เนื่องจากพื้นที่ที่มีความลาดชันมีผลต่อการชะล้างของธาตุอาหารผิวดิน และการพังทลายของหน้าดิน จึงกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักในการวิเคราะห์เท่ากับ 3 และ (3) ชั้นข้อมูลลักษณะดิน

ได้แก่ เนื้อดิน ค่าปฏิกิริยาของดิน อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ความลึกของดิน การระบายน้ำของดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน อัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบส และปริมาณเกลือที่สะสม เป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยที่สุดแต่ก็มีความจำเป็น เนื่องจากปัจจัยทางด้านคุณลักษณะของดินสามารถเป็นตัวกำหนดความเหมาะสมในการเพาะปลูกข้าวสาลีได้ ดังนั้นจึงกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักในการวิเคราะห์เท่ากับ 1 (เรนุกา, 2560)

การซ้อนทับข้อมูลและการคำนวณหาค่าคะแนนของข้อมูลในแต่ละปัจจัย หลังจากที่ได้ให้ค่าความสามารถและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยแล้วทำการซ้อนทับข้อมูลปัจจัยต่างๆ และทำการรวมค่าคะแนนของข้อมูลที่ได้รับการถ่วงน้ำหนักแล้วของแต่ละปัจจัยด้วยวิธีการทางตรรกะ รวมทั้งการบวกหรือคูณ โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ได้พื้นที่ที่มีค่าคะแนนรวมต่างๆ กัน หลังจากที่ทำการซ้อนทับของข้อมูลของแต่ละปัจจัยแล้ว ซึ่งการคิดค่าคะแนนรวมในการวิเคราะห์ข้อมูล และจัดระบบความเหมาะสมในการใช้ที่ดินของการปลูกข้าวสาลีขนมปัง เป็นดังสมการ

$$S = (R_1 W_1) + (R_2 W_2) + (R_3 W_3) + (R_n W_n)$$

เมื่อ

S คือ ค่าระดับคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่

R_1 คือ ค่าระดับความเหมาะสมของปัจจัยย่อยในปัจจัยที่ 1

R_n คือ ค่าระดับความเหมาะสมของปัจจัยย่อยในปัจจัยที่ n

W_1 คือ ค่าถ่วงน้ำหนักระดับความสำคัญของปัจจัยที่ 1

W_n คือ ค่าถ่วงน้ำหนักระดับความสำคัญของปัจจัยที่ n

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในประเทศไทยมีการรายงานไว้เมื่อประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา โดยอาลัย และคณะ (2533) รายงานว่าจากการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีทั้งหมด 8 จังหวัด ในพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน พะเยา ลำพูน ลำปาง และแม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ที่อยู่ในเขตรับน้ำโครงการชลประทานหลวง และโครงการชลประทานขนาดกลาง และขนาดเล็กที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลี มีพื้นที่ประมาณ 192,789 ไร่ หลังจากปี 2533 ไม่ได้มีการศึกษา และวิเคราะห์พื้นที่เพื่อการผลิตข้าวสาลี อย่างไรก็ตามจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในปัจจุบันกับในอดีตมีช่วงของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ประมาณ 0.8 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) ซึ่งอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวสาลี รวมทั้งปัจจัยความอุดมสมบูรณ์ของดิน (สิปปวิชญ์, 2566) นอกจากนี้การรายงานของอาลัย และคณะ (2533) เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ในเขตชลประทาน ด้วยปัจจัยวินิจฉัยหลักเป็นแหล่งน้ำ ลักษณะและสมบัติดินบางประการของดิน แต่ปัจจุบันพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิต คือ พื้นที่สูง (สิปปวิชญ์, 2566)

เมื่อนำค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยมาสร้างตารางเปรียบเทียบและคำนวณด้วยวิธี Pairwise Comparison Matrix (PCM) ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย (Table 2 และ 3)

Table 2 Comparison of diagnostic factors scores

Factors	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5.00	0.60	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
2	3.00	3.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
3	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00
Total	18.00	13.60	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53

Diagnostic factors: 1 = Meters above sea level, 2 = Slope, 3 = Texture, 4 = pH, 5 = Organic matter, 6 = Available phosphorous, 7 = Available potassium, 8 = Depth, 9 = Soil drainage, 10 = Cation exchange capacity, 11 = Base saturation and 12 = Soil salinity

Table 3 Calculation of the weight of diagnostic factors

Factors	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Weight
1	0.28	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.48	0.04
2	0.17	0.22	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.65	0.05
3	0.06	0.07	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
4	0.06	0.07	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
5	0.06	0.07	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
6	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
7	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
8	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
9	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
10	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	1.09	0.09
11	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	1.09	0.09
12	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	1.09	0.09
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	12.00	1.00

Diagnostic factors: 1 = Meters above sea level, 2 = Slope, 3 = Texture, 4 = pH, 5 = Organic matter, 6 = Available phosphorous, 7 = Available potassium, 8 = Depth, 9 = Soil drainage, 10 = Cation exchange capacity, 11 = Base saturation and 12 = Soil salinity

สำหรับการคำนวณค่าคะแนนระดับความเหมาะสมของปัจจัย (rating) ในการคำนวณค่าคะแนนระดับความเหมาะสมของปัจจัย (S1 - N) ใช้วิธีการ Linear Scale Transformation เพื่อแปลงค่าน้ำหนักเป็นค่าคะแนนระดับความเหมาะสมซึ่งค่าคะแนนที่ได้อยู่ในช่วง 0 – 1 (Tienwong, 2008) (Table 4 and 5) คำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$X'_{ij} = X_{ij} / X_{jmax}$$

เมื่อ

X'_{ij} คือ ค่าคะแนนระดับความเหมาะสม (S1 - N)

X_{ij} คือ ค่าน้ำหนักของปัจจัยแต่ละแถวในตาราง

X_{jmax} คือ ค่าคะแนนความสำคัญสูงสุดในตาราง

Table 4 Comparison of weight diagnostic factors rating

Slope	S1	S2	S3	N
S1	1.00	3.00	5.00	7.00
S2	0.33	1.00	3.00	5.00
S3	0.20	0.33	1.00	3.00
N	0.14	0.20	0.33	1.00

note S1 = Highly suitable
S2 = Moderately suitable
S3 = Marginally suitable
N = Not suitable

Table 5 Calculation of the rating of diagnostic factors

Slope	S1	S2	S3	N	Sum	Weight (X_{ij})	Rating
S1	0.60	0.66	0.54	0.44	2.23	0.56	1.00
S2	0.20	0.22	0.32	0.31	1.05	0.26	0.49
S3	0.12	0.07	0.11	0.19	0.49	0.12	0.18
N	0.08	0.04	0.04	0.06	0.23	0.06	0.09

note S1 = Highly suitable
S2 = Moderately suitable
S3 = Marginally suitable
N = Not suitable

เมื่อนำข้อมูลพื้นที่ ประกอบด้วย ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะของดิน เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ แบบพิจารณาหลายหลักเกณฑ์ กำหนดหลักเกณฑ์ค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนนั้นใช้หลักเกณฑ์จากความต้องการพื้นฐานด้านกายภาพของข้าวสาลีเป็นหลักในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูกข้าวสาลีผ่านกระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการซ้อนทับข้อมูล จำแนกออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งคะแนนความเหมาะสมรวม (total suitability score) ของแต่ละหน่วยที่ดินมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 1 และนำมาสร้างแผนที่ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกข้าวสาลี โดยจัดช่วงคะแนนความเหมาะสม (Table 6)

Table 6 Range of scores for classification of land suitability

Land suitability	Range of scores
Highly suitable (S1)	0.8-1.0
Moderately suitable (S2)	0.4-0.8
Marginally suitable (S3)	0.2-0.4
Not suitable (N)	0.0-0.2

จากการวิเคราะห์พื้นที่ภาคเหนือ จำนวน 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน มีพื้นที่ตามขอบเขตการปกครอง จำนวน 54,929,677 ไร่ พบว่าพื้นที่มีความเหมาะสมมาก (S1) จำนวน 8,112 ไร่ พื้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2) จำนวน 25,140 ไร่ พื้นที่มีความเหมาะสมน้อย (S3) จำนวน 3,951,318 ไร่ และพื้นที่ไม่เหมาะสม (N) จำนวน 50,945,108 ไร่ (Figure 3)

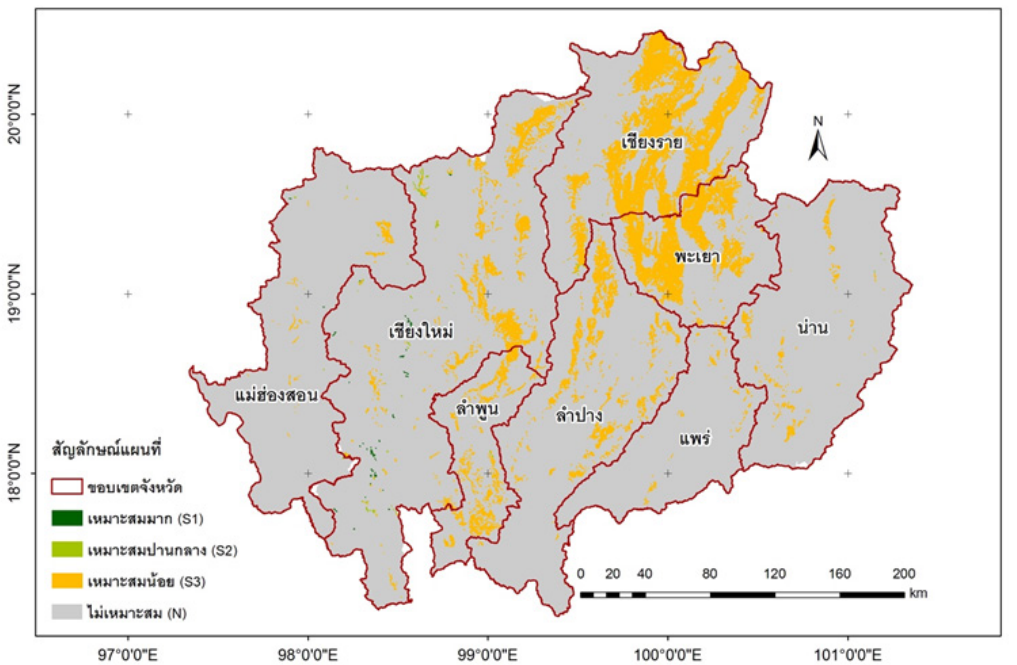

Figure 3 Map of suitable areas for wheat production in the upper northern region

หากพิจารณาเฉพาะพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับการปลูกข้าวสาลีรายอำเภอ พบว่า พื้นที่มีความเหมาะสมมาก (S1) อยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ อำเภอเชียงดาว แม่แจ่ม แม่วาง ไชยปราการ กัลยาณิวัฒนา จอมทอง สะเมิง อมก๋อย และฮอด จำนวน 7,831 ไร่ และจังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้แก่ อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน และขุนยวม จำนวน 281 ไร่ รวมทั้ง 2 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 0.01 สำหรับพื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2) คิดเป็นร้อยละ 0.05 พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3) คิดเป็นร้อยละ 7.19 และพื้นที่ไม่เหมาะสม (N) คิดเป็นร้อยละ 92.75 (Table 7)

Table 7 Suitable areas for wheat production in the upper northern region

Province/District	Areas (rai)				
	Highly suitable (S1)	Moderately suitable (S2)	Marginally suitable (S3)	Not suitable (N)	Total
Chiang Mai	**7,831**	**19,433**	**523,758**	**13,171,382**	**13,722,405**
Chiang Dao	257	3,821	46,814	1,303,990	1,354,881
Chiang Mai city			2,647	110,269	112,916
Wiang Haeng		8,205	3,338	416,956	428,500
Mae Chaem	599	521	15,979	1,687,700	1,704,799
Mae Taeng			43,625	837,498	881,123
Mae Rim		100	22,554	261,013	283,667
Mae Wang	657	642	9,859	411,528	422,686
Mae On			14,999	280,476	295,475
Mae Ai			68,797	403,456	472,253
Chai Prakan	105	100	30,066	295,318	325,588
Kanlayaniwattana	123	735	608	380,290	381,756
Chom Thong	966	134	1,549	692,205	694,855
Doi Tao			8,463	524,249	532,712
Doi Saket			43,056	363,984	407,040
Doi Lo			1,461	131,387	132,848
Fang			62,910	445,548	508,458
Phrao			47,909	748,085	795,994
Samoeng	1,221	850	2,721	622,832	627,624
San Kamphaeng			43,892	102,287	146,179
San Sai			29,855	183,878	213,733
San Pa Tong			7,951	99,921	107,872
Saraphi				66,092	66,092
Hang Dong			4,368	158,904	163,272
Omkoi	2,111	3,303	5,474	1,729,120	1,740,008
Hot	1,791	1,023	4,864	914,397	922,075
Lamphun		**403**	**209,870**	**2,574,392**	**2,784,665**
Mueang Lamphun			33,412	265,126	298,538
Wiang Nong Long				34,022	34,022
Mae Tha			18,028	456,193	474,221
Thung Hua Chang		403	22,354	261,565	284,321
Ban Hong			6,687	306,954	313,641
Ban Thi			20,370	63,570	83,940
Pa Sang			5,508	175,522	181,030
Li			103,512	1,011,440	1,114,952

Table 7 (continued).

Province/District	Areas (rai)				
	Highly suitable (S1)	Moderately suitable (S2)	Marginally suitable (S3)	Not suitable (N)	Total
Lampang		**106**	**369,268**	**7,413,698**	**7,783,072**
Koh Kha			3,391	317,134	320,525
Thoen			1,154	1,106,030	1,107,184
Mueang Pan			37,210	571,863	609,073
Mueang Lampang			31,044	731,832	762,876
Serm Ngam			6,349	452,786	459,135
Chae Hom			47,682	697,683	745,365
Mae Mo			47,629	638,491	686,120
Mae Tha			42,759	446,036	488,795
Mae Phrik			991	409,360	410,351
Ngao		106	37,098	893,447	930,651
Wang Nuea			106,392	468,025	574,417
Sop Prap				308,440	308,440
Hang Chat			7,569	372,571	380,140
Phrae			**24,708**	**4,014,273**	**4,038,981**
Den Chai			4,174	332,842	337,016
Mueang Phrae				495,014	495,014
Rong Kwang			5,620	533,434	539,054
Long			1,344	793,081	794,425
Wang Chin			1,559	613,273	614,832
Song			10,632	931,308	941,940
Sung Men			420	231,516	231,936
Nong Muang Khai			959	83,805	84,764
Nan		**517**	**81,371**	**7,508,087**	**7,589,975**
Chaloem Phra Kiat				353,115	353,115
Chiang Klang			3,397	193,179	196,576
Mueang Nan			2,018	661,578	663,596
Wiang Sa			16,157	1,290,460	1,306,617
Mae Charim			1,743	645,530	647,273
Tha Wang Pha			955	487,790	488,745
Thung Chang			12,092	429,473	441,565
Na Noi			18,027	737,668	755,695
Na Muen			3,465	519,481	522,946
Bo Kluea		402	944	574,990	576,336

Table 7 (continued).

Province/District	Areas (rai)				
	Highly suitable (S1)	Moderately suitable (S2)	Marginally suitable (S3)	Not suitable (N)	Total
Ban Luang			14,985	222,097	237,082
Pua			6,727	495,720	502,447
Phu Phiang				278,362	278,362
Song Khwae		115	695	372,101	372,911
Santi Suk			167	246,543	246,710
Phayao		**173**	**948,694**	**2,908,843**	**3,857,709**
Chiang Kham			125,299	403,251	528,550
Chiang Muan		102	9,290	424,576	433,968
Mueang Phayao			171,887	382,025	553,912
Mae Chai			74,126	109,440	183,566
Chun			147,056	183,661	330,717
Dok Kham Tai			224,928	238,486	463,414
Pong		71	95,827	955,016	1,050,913
Phu Kam Yao			60,620	69,638	130,258
Phu Sang			39,662	142,750	182,412
Chiang Rai		**2,851**	**1,754,453**	**5,458,170**	**7,215,473**
Chiang Saen			92,328	191,931	284,259
Chiang Khong			152,716	323,496	476,212
Thoeng			162,042	355,924	517,966
Mueang Chiang Rai			229,954	756,388	986,342
Wiang Chiang Rung			76,781	94,123	170,904
Wiang Kaen			20,564	282,302	302,866
Wiang Chai			103,114	115,000	218,114
Wiang Pa Pao		2,611	65,636	697,981	766,228
Mae Chan			134,033	329,562	463,595
Mae Fah Luang		71	143	409,544	409,758
Mae Lao			58,521	76,845	135,366
Mae Suai		101	42,500	830,494	873,095
Mae Sai			108,500	81,276	189,776
Khun Tan			60,060	100,234	160,294
Doi Luang			42,358	155,461	197,819
Pa Daet			66,564	92,096	158,661
Phaya Mengrai			104,343	191,761	296,104
Phan		68	234,295	373,752	608,115

Table 7 (continued).

Province/District	Areas (rai)				
	Highly suitable (S1)	Moderately suitable (S2)	Marginally suitable (S3)	Not suitable (N)	Total
Mae Hong Son	**281**	**1,657**	**39,197**	**7,896,263**	**7,937,398**
Mueang Mae Hong Son	181	328	1,923	1,444,970	1,447,402
Mae La Noi		86	2,497	860,975	863,558
Mae Sariang			454	1,634,370	1,634,824
Khun Yuam	100	63	5,508	1,005,350	1,011,022
Pang Mapha		239	475	684,619	685,333
Pai		805	28,341	1,394,260	1,423,405
Sop Moei		137		871,719	871,856
Total	**8,112**	**25,140**	**3,951,318**	**50,945,108**	**54,929,677**

นอกจากนี้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน เป็นเพียงการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อประเมินพื้นที่เพื่อการขยายผล ตามข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิที่มีอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น สำหรับการประเมินและวิเคราะห์เพื่อต่อยอดในอนาคต อาจต้องมีการบันทึกหรือเก็บข้อมูลเพิ่มเติมให้เพียงพอกับปัจจัยวินิจฉัยที่ต้องการวิเคราะห์เพิ่มขึ้น จากการศึกษาเพื่อจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ในการจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวสาลีหรือพืชชนิดอื่นๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่และฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะของพื้นที่นั้นๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันไป ปัจจุบันในการรวบรวมฐานข้อมูลดังกล่าวมีข้อจำกัดอยู่มาก ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรดำเนินการจัดรวบรวมฐานข้อมูลต่างๆ ให้พร้อมและทันสมัยตลอดเวลาเพื่อสามารถเรียกค้นได้ในการพิจารณาด้านต่างๆ

2. งานวิจัยนี้ปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมมีเพียง 12 ปัจจัย คือ ความสูงระดับทะเล ความลาดชัน เนื้อดิน ค่าปฏิกิริยาของดิน อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ความลึกของดิน การระบายน้ำของดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน อัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบส และปริมาณเกลือที่สะสมเท่านั้น หากในอนาคตมีข้อมูลที่สามารถเรียกค้นได้ควรเพิ่มปัจจัยการวิเคราะห์เพื่อความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลด้านภูมิอากาศ เนื่องจากอุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ และปริมาณน้ำฝน มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลี เป็นต้น

สรุป

จากการศึกษาในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือ สามารถจำแนกพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับปลูกข้าวสาลีได้ 8,112 ไร่ อยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอน คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยและส่งเสริมด้านข้าว ภายใต้โครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตธัญพืชเมืองหนาวสู่เศรษฐกิจสร้างสรรค์มูลค่าสูง ของกรมการข้าว

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2562. ความต้องการของธัญพืชเมืองหนาวของไทย. หน้า 1-8. *ใน*: การประชุมผู้ใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาว. 23 เมษายน 2562. ณ กรมการข้าว กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2539. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กองวางแผนการใช้ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 63 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2566. บัญชีรายงานข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:http:// http://sql.ldd.go.th/lddata/index.html (13 กันยายน 2566).

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2566. สรุปสภาวะอากาศทั่วไปในรอบปี พ.ศ. 2565. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.tmd.go.th/climate/summaryyearly (30 มีนาคม 2566).

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม สมศักดิ์ วังใน เสรี ไตรรัตน์ สมเจตน์ จันทวัฒน์ ถวิล ครุฑกุล สันทัด โรจนสุนทร และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาปฐพีวิทยา. 547 หน้า.

เรนุกา ปานสี. 2560. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาศักยภาพทางกายภาพของพื้นที่ สำหรับปลูกสตรอเบอรี่ในเขตอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 47 หน้า.

วันวิสาข์ คาทวี เอนก ศรีสุวรรณ และวาสนา ภานุรักษ์. 2558. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา. หน้า 1-13. *ใน*: การประชุมวิชาการนิสิตนักศึกษาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8. 25-26 ธันวาคม 2558. ปทุมธานี.

สมพล ชีวมงคลกานต์ จอมภพ แววศักดิ์ และชนะ จันทร์ฉ่ำ. 2563. การพยากรณ์อัตราเร็วลมด้วยแบบจำลองสภาพอากาศเพื่อการวิจัยขั้นสูง WRF-ARW. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 23(3): 20-30.

สาวิตร มีจุ้ย. 2528. ผลกระทบของวันปลูกและความชื้นในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ Inia 66. หน้า 93 - 109. *ใน*: การประชุมทางวิชาการแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว. 23 - 25 สิงหาคม 2528. เชียงราย.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ข้อมูลสินค้าเกษตรสำคัญ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://mis-app.oae.go.th (4 เมษายน 2566).

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย สาธิต ปิ่นมณี นิพนธ์ บุญมี อาทิตยา ยอดใจ นงนุช ประดิษฐ์ สุรพล ใจวงศ์ษา และเนตรนภา อินสลุด. 2565. ข้าวสาลีขนมปังสายพันธุ์ดีเด่น. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 11(1): 17-29.

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย. 2566. การประเมินศักยภาพเชิงพื้นที่และอิทธิพลของวันปลูกต่อการผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 171 หน้า.

อาลัย มาศจรูญ ไพบูลย์ พงษ์สกุล และทรรศนะ ลาภรวย. 2533. การปลูกข้าวสาลีหลังนาปี. หน้า 398 – 408. *ใน*: รายงานการสัมมนาระบบการทำฟาร์มครั้งที่ 7. 26-29 มีนาคม 2533 ณ โรงแรมวังใต้, สุราษฎร์ธานี.

FAO. 1983. Guidelines Land Evaluation For Rained Agriculture Soils Bulletin No.52. Rome: Food And Agriculture Organization of The United Nations. 237 p.

Kilic, O. M., K. Ersayın, H. Gunal, A. Khalofah and M. S. Alsubeie. 2022. Combination of fuzzy-AHP and GIS techniques in land suitability assessment for wheat (*Triticum aestivum*) cultivation. Saudi Journal of Biological Sciences 29: 2634–2644.

Yau, M.K. and R.R. Rogers. 1989. Short Course in Cloud Physics (3rd ed.). Butterworth-Heinemann. 302 p.

Tienwong K. 2008. Applications of Geoinformatics Technology to Land Evaluation for Energy Economic Crops in Western Thailand. Degree of Doctor of Philosophy. Suranaree University of Technology, Nakhon Rachasima. 233 p.

Yohannes, H. and T. Soromessa. 2018. Land suitability assessment for major crops by using GIS-based multi-criteria approach in Andit Tid Watershed, Ethiopia. Cogent Food & Agriculture 4(1) https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1470481.

ความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ของเกษตรกรใน ตำบลพระรักษ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร

Extension Needs of Durian Production in Collaborative Farm for Farmers in Phra Rak Subdistrict, Phato District, Chumphon Province

จันทร์จิรา แก้วเรือง[1] นารีรัตน์ สีระสาร[1] และเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ[1]

Chanchira Kaewruang[1], Nareerut Seerasarn[1*] and Benchamas Yooprasert[1]

Received: September 22, 2023
Revised: November 27, 2023
Accepted: November 28, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study (1) social and economic conditions of farmers (2) extension needs of durian production in collaborative farm and (3) problems and recommendations with extension needs of durian production in collaborative farm. The population consisted of 140 durian farmers in Phra Rak subdistrict, Phato district, Chumphon province who registered with the Department of Agricultural Extension in the production year of 2021/2022. Structured interviews were used for data collection. Statistics used were frequency, percentage, minimum, maximum, mean, standard deviation ranking and Pearson's correlation coefficient. The results indicated that (1) most farmers were male, with an average age of 52.36 years, graduated from junior high school. The average experience in growing durian was 16.41 years. There was an average number of durian production workers of 3.07 people. There was an average total agricultural area of 20.51 rai. There was an average durian planting area of 12.63 rai, which was an area that yields an average of 8.77 rai of durian. The average cost of producing durians was 21,972 baht per rai per year, while the average income from selling durians was approximately 129,785 baht per rai per year. (2) Farmers faced moderate problems related to durian production factors, which were associated with age and the area of durian cultivation. Problems with durian production knowledge and extension were low level and related to production costs and income from durian sales. Marketing problems were also low level and related to gender, while issues with the management of large plantation groups were minimal and associated with income from durian sales.

Keywords: Collaborative farm, extension of durian production, needs of durian production

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร (2) ความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ และ (3) ปัญหาเกี่ยวกับการการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ ประชากรที่ศึกษาคือ เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในปีการผลิต 2564/2565 ที่ขึ้นทะเบียนกับ

[1] วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

[1] Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120, Thailand

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

กรมส่งเสริมการเกษตร ในตำบลพระรักษ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร จำนวน 140 ราย โดยเก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมด เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์ และนำมาวิเคราะห์ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การจัดอันดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิจัย พบว่า (1) เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 52.36 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนเฉลี่ย 16.41 ปี มีจำนวนแรงงานในการผลิตทุเรียนเฉลี่ย 3.07 คน มีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 20.51 ไร่ มีพื้นที่ปลูกทุเรียนเฉลี่ย 12.63 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ให้ผลผลิตทุเรียนแล้วเฉลี่ย 8.77 ไร่ มีค่าใช้จ่ายในการผลิตทุเรียนเฉลี่ย 21,972 บาทต่อไร่ต่อปี มีรายได้จากการจำหน่ายทุเรียนเฉลี่ย 129,785 บาทต่อไร่ต่อปี (2) เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในระดับมาก ประเด็นด้านการตลาดและการพัฒนาตลาดให้กว้างขวางและหลากหลายยิ่งขึ้นโดยมีความสัมพันธ์กับ ประสบการณ์ในการปลูกทุเรียน (3) เกษตรกรมีปัญหาด้านปัจจัยการผลิตทุเรียนในระดับปานกลาง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอายุและพื้นที่ปลูกทุเรียน ปัญหาด้านความรู้ในการผลิตทุเรียน และปัญหาด้านการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในระดับน้อย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าใช้จ่ายในการผลิตทุเรียนและรายได้จากการจำหน่ายทุเรียน ปัญหาด้านการตลาดในระดับน้อย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ เพศและปัญหาด้านการบริหารจัดการกลุ่มแปลงใหญ่ในระดับน้อย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ รายได้จากการจำหน่ายทุเรียน

คำสำคัญ: รูปแบบแปลงใหญ่, การส่งเสริมการผลิตทุเรียน, ความต้องการการผลิตทุเรียน

คำนำ

ทุเรียนเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย จังหวัดที่มีผลผลิตทุเรียนส่งออกมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี จังหวัดชุมพร และจังหวัดระยอง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) การส่งออกทุเรียนในประเทศไทยมีการส่งออกทุเรียนในรูปของทุเรียนสดเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้พบว่าในปี 2564 ประเทศไทยสามารถส่งออกทุเรียนได้ 0.87 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 109,205.93 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2563 จำนวน 0.2 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) โดยปริมาณส่งออกทุเรียนไปยังตลาดหลัก ได้แก่ จีน เวียดนาม และฮ่องกงสำหรับการผลิตทุเรียนของไทย มีจุดเด่นทั้งในด้านคุณภาพและมีการจัดการระบบสวนภายใต้ระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ส่งผลให้ทุเรียนไทยได้รับความน่าเชื่อถือด้านคุณภาพ ซึ่งราคาทุเรียนในปัจจุบันอยู่ในเกณฑ์ที่ดี จึงสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรมีการบำรุงและดูแลรักษาเป็นอย่างดี มีการขยายเนื้อที่ปลูกเพิ่มขึ้น แต่ยังพบว่าปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาดยังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศที่มีอย่างต่อเนื่อง

จากข้อมูลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรในตำบลพระรักษ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร โดยสำนักงานเกษตรอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร พบว่า ตำบลพระรักษ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร มีพื้นที่ปลูกทุเรียนในปี 2565 จำนวน 5,100 ไร่ จากเดิมเนื้อที่ปลูกทุเรียนในปี 2564 มีพื้นที่ 4,375 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565ค) ซึ่งมีพื้นที่การปลูกทุเรียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นผลมาจากแนวโน้มของราคาของทุเรียนที่สูงขึ้น ทุเรียนเป็นสินค้าผลไม้ส่งออกที่มีมูลค่าสูงเป็นลำดับหนึ่งของมูลค่าส่งออกผลไม้ไทยโดยรวม แต่การที่ไทยจะรักษาตลาดทุเรียนส่งออกให้ยั่งยืนและเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของภาคเศรษฐกิจและภาคการเกษตรนั้น ต้องมีการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ การเฝ้าระวังป้องกันการผูกขาดจากผู้ประกอบการการค้าข้ามชาติพร้อมๆ กับการจัดการให้มีนวัตกรรมหนุนเสริมกระบวนการผลิต ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ยกระดับทุเรียนไทยให้เป็นสินค้าพรีเมี่ยมพร้อมๆ กับการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในตลาดการค้าทุเรียนโลกอย่างยั่งยืน

นโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

เป็นนโยบายสำคัญในการพัฒนาภาคเกษตร คือ รักษาเสถียรภาพราคาสินค้าเกษตรและรายได้ให้กับเกษตรกร ลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกร เพื่อสร้างความเข้มแข็ง รวมถึงเชื่อมโยงไปถึงผู้ประกอบการภาคเอกชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ส่งเสริมการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า ผลักดันให้เกษตรกรรวมกลุ่มในการผลิตเพื่อร่วมกันจัดหาปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพดี ราคาถูก และการใช้เทคโนโลยีการเกษตรที่เหมาะสม เพื่อลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ตลอดจนการจัดการด้านการตลาด มีการพัฒนาเชิงพื้นที่ตามศักยภาพ สู่การพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตรตามความต้องการตลาด ด้วยการบูรณาการทุกภาคส่วน เป็นการเพิ่มอำนาจการต่อรองของเกษตรกรตลอดกระบวนการผลิต (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565ข)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นพบว่า ทุเรียนยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจที่ควรได้รับการส่งเสริมให้ปลูก เนื่องจากผลผลิตที่ออกสู่ตลาดยังไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภค อำเภอพะโต๊ะเป็นแหล่งผลิตทุเรียนที่สำคัญของจังหวัดชุมพร ซึ่งเกษตรกรยึดอาชีพปลูกทุเรียนมามากกว่า 10 ปี มีประสบการณ์ในการปลูกยาวนาน แต่ในกระบวนการผลิตนั้นยังมีปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการปลูกทุเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ เพื่อศึกษาความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนของเกษตรกร ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตทุเรียน ปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการและปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตทุเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางการวางแผนส่งเสริมศักยภาพให้กับเกษตรกรได้ผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพ และตรงต่อความต้องการได้อย่างเหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ประชากร คือ เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในตำบลพระรักษ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ที่เข้าร่วมโครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ในพื้นที่ตำบลพระรักษ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร จำนวน 140 ราย ข้อมูลจากทะเบียนเกษตรกรโครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565ค) เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์มีลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิดและปลายเปิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร ตอนที่ 2 สภาพการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ ตอนที่ 3 ความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ และตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การจัดอันดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยใช้ค่าคะแนนน้ำหนักเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง น้อยที่สุด คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง น้อย คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง มาก คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

สภาพทางสังคม เกษตรกรร้อยละ 76.40 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 52.36 ปี จำนวนสมาชิกครัวเรือนเฉลี่ย 3.69 คน เกษตรกรร้อยละ 29.30 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนเฉลี่ย 16.41 ปี

สภาพทางเศรษฐกิจ เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในการผลิตทุเรียนเฉลี่ย 3.07 คน สอดคล้องกับสุนิสา (2565) เนื่องจากเกษตรกรมีการจ้างแรงงานทั้งแรงงานประจำและแรงงานชั่วคราว เกษตรกรมีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 20.51 ไร่ มีพื้นที่ปลูกทุเรียนทั้งหมดเฉลี่ย 12.63 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ให้ผลผลิตทุเรียนแล้วเฉลี่ย 8.77 และเกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกทุเรียนผสมกับพืชชนิดอื่นๆ สอดคล้องกับ สุนิสา (2565) เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายในการผลิตทุเรียนเฉลี่ย 21,972 บาทต่อไร่ ซึ่งแตกต่างจาก ชฎารัตน์ (2562) ที่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตทุเรียนน้อยกว่า อาจเนื่องมา

จากสถานการณ์ในปี 2565 ปัจจัยการผลิตขึ้นราคา ทั้งปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช เกษตรกรมีรายได้จากการจำหน่ายทุเรียนเฉลี่ย 129,785 บาทต่อไร่ ซึ่งแตกต่างจาก วนิดา (2560) ที่มีรายได้จากการจำหน่ายทุเรียนน้อยกว่า เนื่องจากราคาทุเรียนในปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2565) ราคาสูง เพราะผลผลิตมีน้อยและเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ จากผลการสำรวจ ต้นทุนและรายได้จากการผลิตทุเรียน เมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ ในจังหวัดชุมพรมีความแตกต่างกัน โดยต้นทุนการผลิตทุเรียนพื้นที่ตำบลเขาค่าย อำเภอสวี จังหวัดชุมพร มีต้นทุนการผลิตทุเรียนเฉลี่ย 17,737.32 บาทต่อไร่ (สุนิสา, 2565) ซึ่งมีความแตกต่างกันมาก แม้จะอยู่ในจังหวัดเดียวกันทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ราคาปัจจัยการผลิตในและละปี และที่ตั้งของแหล่งผลิตว่ามีต้นทุนในการขนส่งหรือไม่ ส่วนรายได้จากการจำหน่ายทุเรียนเมื่อปรียบเทียบกับพื้นที่อำเภอท่าแซะจังหวัดชุมพร พบว่ามีรายได้เฉลี่ย 45,880 บาทต่อไร่ต่อปี วนิดา (2560) แสดงให้เห็นว่าแม้จังหวัดชุมพรจะเป็นแหล่งผลิตทุเรียนที่สำคัญ และรายได้ในแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากช่องทางการจำหน่ายผลผลิตไม่เหมือนกัน ถ้าจำหน่ายโดยตรงผ่านล้งผู้ส่งออกอาจจะทำให้ได้ราคาสูงกว่าพ่อค้าคนกลางหรือแผงรับซื้อริมทาง

2. ความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ของเกษตรกร

ในภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ ระดับปานกลาง (3.34) โดยมีความต้องการการส่งเสริมในประเด็นการตลาดและการพัฒนาตลาดให้กว้างขวางและหลากหลายยิ่งขึ้น ระดับมาก (3.45) รองลงมาด้านการจัดการสวนทุเรียน ระดับปานกลาง (3.40) ด้านการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมหรือนวัตกรรมเพื่อการผลิต ระดับปานกลาง (3.39) ด้านปัจจัยพื้นฐานในการผลิตทุเรียน (3.38) ด้านการผลิตในพื้นที่เหมาะสมและการปรับปรุงพื้นที่ระดับปานกลาง (3.07) ตามลำดับ (Table 1) จะเห็นว่าเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมทางด้านการตลาดเป็นอับดับแรก เนื่องจากตลาดเป็นกระบวนการปลายทางที่สำคัญ เกษตรกรต้องการตลาดและช่องทางการตลาดที่แน่นอน ซึ่งในปัจจุบันกระแสการปลูกทุเรียนมีมากขึ้นทำให้เกษตรกรอาจจะมีความกังวลในเรื่องการตลาด จึงควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีช่องทางการจำหน่ายทุเรียนหลายช่องทาง และอาจจะส่งเสริมให้มีการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้า

Table 1 Overview of extension needs of durian production in collaborative farm

(N=140)

Farmers extension needs of durian production	$\bar{x}$	S.D	Level	Ranking
Market and market development to be broader and more diverse	3.45	0.090	High	1
Durian orchard management	3.40	0.091	Moderate	2
Using appropriate technology or innovation for production	3.39	0.254	Moderate	3
Basic factors in durian production	3.38	0.098	Moderate	4
Producing in appropriate areas and improving areas	3.07	0.084	Moderate	5
Average	**3.34**	**0.123**	**Moderate**	

ผลการวิจัยโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันด้านประสบการณ์ พบว่า

ประเด็นประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการการส่งเสริมในด้านการตลาดและการพัฒนาตลาดให้กว้างขวางและหลากหลายยิ่งขึ้น (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05) เกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนมาก มีความต้องการการส่งเสริมด้านการตลาดน้อย อาจเนื่องมาจากเกษตรกรปลูกทุเรียนมานานผ่านช่วงเวลาที่ตลาดมีทั้งสูงและต่ำ เกษตรกรเลยไม่มีความกังวลในเรื่องของตลาดและราคาผลผลิต แตกต่างจากเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อย มีความต้องการการส่งเสริมการตลาดมากกว่า

ประเด็นประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการการส่งเสริมในด้านการจัดการสวนทุเรียน (ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05) เกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนมาก มีความต้องการการส่งเสริมการจัดการสวนทุเรียนน้อย เนื่องจากเกษตรกรเป็นมืออาชีพในการผลิตทุเรียน มีประสบการมากอาจจะไม่ขาดความรู้ในการจัดการสวนทุเรียน

ประเด็นประสบการณ์ในการปลูกทุเรียน มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการการส่งเสริมในด้านการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมหรือนวัตกรรมเพื่อการผลิต (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05) เนื่องจากเกษตรกรที่ประสบการณ์มากอาจจะมีอายุมาก เป็นเกษตรกรสูงวัย ซึ่งถนัดในการจัดการสวนแบบดั้งเดิมที่แตกต่างจากคนรุ่นใหม่ประสบการณ์น้อยอาจมีความต้องการการส่งเสริมทางด้านเทคโนโลยีมาก

ประเด็นประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการการส่งเสริมด้านปัจจัยพื้นฐานในการผลิตทุเรียน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01) เกษตรกรที่ทำสวนทุเรียนมานาน มีความชำนาญในการผลิตไม่มีการลองถูกลองผิดในการใช้ปัจจัยพื้นฐานในการผลิตทุเรียน เช่น ปุ๋ย ยา และสารเคมีต่างๆ จึงมีความต้องการส่งเสริมน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชญา และคณะ (2559) พบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับเชิงลบกับความต้องการการส่งเสริมในด้านการจัดการสวนทุเรียน เพราะเกษตรกรที่มีอายุมากปลูกทุเรียนกันมาเป็นระยะเวลานาน มีประสบการณ์สูง ซึ่งยากที่จะเปลี่ยนแปลงการผลิต (Table 2)

Table 2 Relationship between personal factors and famers' extension needs of durian production

(N=140)

Personal factor	Producing in appropriate areas r	Basic factors in durian production r	Durian orchard management r	Market and market development r	Using appropriate technology for production r
Age	-0.073	-0.113	0.745	0.152	0.057
Experience of durian plantation	-0.196	-0.386**	-0.254*	-0.265*	-0.242*
Area for durian plantation	0.113	-0.030	0.082	0.137	0.11
Expenditure in durian planting	0.084	0.002	-0.006	0.062	0.058
Income from durian planting	0.093	0.104	-0.037	0.026	0.035

Note: *Significant at the level 0.05, **Significant at the level 0.01,

3. ปัญหาเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่ของเกษตรกร

ภาพรวมเกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่อยู่ในระดับน้อย พบว่าปัญหาด้านปัจจัยการผลิต อยู่ในระดับปานกลาง (3.12) เนื่องมาจากปุ๋ยเคมี สารเคมี และปัจจัยการผลิตต่างๆ ทางการเกษตรมีราคาสูง เกษตรกรขาดแคลนเงินทุนในการผลิต ดังนั้นภาครัฐควรมีมาตรการในการควบคุมราคาปัจจัยการผลิตเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรให้บริหารจัดการปัจจัยการผลิตทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง ปัญหาด้านการสร้างความเข้มแข็งอยู่ในระดับน้อย (2.47) ปัญหาด้านความรู้ในการผลิตทุเรียนอยู่ในระดับน้อย (2.23) ปัญหาด้านการการส่งเสริมการผลิตทุเรียน อยู่ในระดับน้อย (2.22) ปัญหาด้านการตลาดอยู่ในระดับน้อย (2.14) และปัญหาด้านการบริหารจัดการกลุ่มแปลงใหญ่อยู่ในระดับน้อย (2.06) ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งเกษตรกรมีปัญหาทางด้านต่างๆ ค่อนข้างน้อย อาจเนื่องมาจากมีการรวมกลุ่มเกษตรกรมาอย่างยาวนานทำให้กลุ่มมีความเข้มแข็งที่เกิดจากสมาชิกภายในกลุ่มให้ความร่วมมือ เคารพ และปฏิบัติตามกฎระเบียบกลุ่ม ผู้จัดการแปลงและคณะกรรมการกลุ่มที่มีความสามารถในการบริหารจัดการกลุ่มแปลงใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกษตรกรมีประสบการณ์และองค์ความรู้ในการผลิตทุเรียนเชิงวิชาการ นักส่งเสริมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำการส่งเสริม ติดตามผล และพัฒนาอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนของเกษตรกรเพื่อสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ ผลผลิตทุเรียนมีราคาต่อหน่วยสูง มีช่องทางการจำหน่ายหลากหลายทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรบางส่วนที่มีพื้นที่เพาะปลูกน้อยยังขาดแคลนเงินทุนในการผลิตทุเรียน เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตที่หลากหลาย ทั้งปุ๋ยเคมี สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช สารเร่งการเจริญเติบโต เครื่องจักรกลการเกษตร เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตที่มีราคาสูง

Table 3 Overview of problems faced by farmers in large collaborative durian production

(N=140)

Problem of durian production	$\bar{x}$	S.D	Level	Ranking
Factors of production	3.12	0.096	Moderate	1
Group strengthening	2.47	0.095	Low	2
Knowledge in durian production	2.23	0.166	Low	3
Extension durian production	2.22	0.079	Low	4
Marketing	2.14	0.095	Low	5
Management of Collaborative	2.06	0.078	Low	6
Average	**2.37**	**0.101**	**Low**	

ผลการวิจัยโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันด้านปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล พบว่า

อายุและพื้นที่การปลูกทุเรียน มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปัญหาด้านปัจจัยการผลิตทุเรียน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05) เกษตรกรอายุมากมีปัญหาด้านปัจจัยการผลิตทุเรียนน้อย พื้นที่การปลูกทุเรียนมากมีปัญหาด้านปัจจัยการผลิตทุเรียนน้อย เนื่องมาจากเกษตรกรที่มีอายุมากจะมีประสบการณ์การปลูกทุเรียนสูง เมื่อมีพื้นที่การผลิตทุเรียนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ไม่มีปัญหาด้านปัจจัยการผลิต (Table 4)

ค่าใช้จ่ายในการผลิตทุเรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัญหาด้านการส่งเสริมการผลิตทุเรียน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01) ค่าใช้จ่ายในการผลิตทุเรียนสูงมีปัญหาด้านการส่งเสริมการผลิตทุเรียนมาก เนื่องมาจาก ต้นทุนการผลิตที่สูง เกษตรกรไม่เข้าใจวิธีการลดต้นทุน เกิดจากการส่งเสริมการผลิตของเจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การสนับสนุนปัจจัยการผลิต ขาดการส่งเสริมในเรื่องของการลดต้นทุน ขาดเจ้าหน้าที่ส่งเสริม และการส่งเสริมอาจจะไม่ต่อเนื่อง

รายได้การผลิตทุเรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัญหาด้านการส่งเสริมการผลิตทุเรียน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05) และปัญหาด้านการบริหารจัดการกลุ่มแปลงใหญ่ (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01) รายได้การผลิตทุเรียนที่สูง มีปัญหาด้านการส่งเสริมการผลิตทุเรียนและปัญหาด้านการบริหารจัดการกลุ่มแปลงใหญ่มาก เนื่องมาจากราคาของผลผลิตทุเรียนในปัจจุบันมีราคาที่สูง แต่ยังมีปัญหาด้านการส่งเสริมการผลิตและการรวมกลุ่มแปลงใหญ่ของเกษตรกร ในการบริหารจัดการกลุ่มแปลงใหญ่ การลดต้นทุนการผลิต การรับมือกลไกการตลาดที่ไม่แน่นอน สร้างอำนาจในการต่อรองราคาผลผลิต เพื่อลดผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรในอนาคต (Table 4)

Table 4 The relationship between problems of personal factors and durian production

(N=140)

Personal factor	Production factors	Group strengthening	Knowledge in durian production	Extension of durian production	Marketing	Management of Collaborative group
	r	r	r	r	r	r
Age	-0.206*	0.014	-0.066	-0.045	-0.145	-0.071
Experience of durian plantation	-0.063	-0.067	0.07	-0.053	-0.057	0.041
Area for durian plantation	-0.181*	0.159	0.001	-0.054	-0.002	0.031
Expenditure in durian planting	0.129	0.022	-0.05	0.227**	-0.065	0.018
Income from durian planting	0.13	-0.075	-0.036	0.203*	-0.071	0.232**

Note: *Significant at the level 0.05, **Significant at the level 0.01

สรุป

เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศชายในวัยกลางคน กำลังเริ่มเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ มีสมาชิกในครัวเรือนอยู่ระหว่าง 3-4 คน เกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสบการณ์การปลูกทุเรียนมากกว่า 10 ปีขึ้นไป มีการใช้แรงงานในการผลิตทุเรียนประมาณ 3 คน มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 20.51 ไร่ และครึ่งหนึ่งของพื้นที่เป็นพื้นที่ปลูกทุเรียน โดยส่วนใหญ่ทุเรียนให้ผลผลิตแล้ว เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตทุเรียนเฉลี่ย 21,972 บาทต่อไร่ต่อปี และมีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตทุเรียนเฉลี่ย 129,785 บาทต่อไร่ต่อปี ภาพรวมของเกษตรกรต่อความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ต้องการการส่งเสริมด้านการตลาดและการพัฒนาตลาดให้กว้างขวางและหลากหลายยิ่งขึ้น โดยพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบกับประสบการณ์ของเกษตรกร ภาพรวมของ

เกษตรกรต่อปัญหาเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนในรูปแบบแปลงใหญ่อยู่ในระดับน้อย ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่มีปัญหาด้านปัจจัยการผลิต โดยมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอายุของเกษตรกรและพื้นที่ปลูกทุเรียน ส่วนปัญหาอื่นๆ เกษตรกรมีปัญหาในระดับน้อย เมื่อพิจารณาปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลนั้น รายจ่ายในการผลิตทุเรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัญหาด้านการส่งเสริมการผลิตทุเรียน และรายได้จากการจำหน่ายทุเรียนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัญหาด้านการบริหารจัดการกลุ่มแปลงใหญ่

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยนี้นักส่งเสริมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีช่องทางการจำหน่ายทุเรียนที่หลากหลาย การแปรรูปผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้า และแนวทางการป้องกันความเสี่ยงจากปริมาณสินค้าที่ล้นตลาด โดยคำนึงถึงประสบการณ์ของเกษตรกรร่วมด้วย และต้องมีนโยบายจากทางภาครัฐในการสร้างมาตรการควบคุมราคาปัจจัยการผลิตที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกร ในการวิจัยครั้งต่อไป การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตลาดของผลผลิตทุเรียนและความต้องการบริโภคทุเรียนทั้งในและต่างประเทศเป็นประเด็นที่สำคัญ เนื่องจากปัจจุบันกระแสการปลูกทุเรียนและพื้นที่การปลูกทุเรียนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ให้เกษตรกรมีการเตรียมความพร้อมที่จะรับมือให้ทันกับสถานการณ์ของตลาดได้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565ก. รายงานสรุปยอดผู้ปลูกทุเรียน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.farmer.doae.go.th/farmer/report_act/reportTambon (19 ตุลาคม 2565).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565ข. คู่มือการดำเนินงานการส่งเสริมการเกษตรในรูปแบบแปลงใหญ่ประจำปีงบประมาณ 2566. กองวิจัยและพัฒนางานส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 13 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565ค. ข้อมูลรายละเอียดแปลงใหญ่. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://co-farm.doae.go.th/bigfarm62masterdislist.php (19 ตุลาคม 2565).

ชฎารัตน์ พรหมศิลา. 2562. ความต้องการการส่งเสริมการผลิตทุเรียนของเกษตรกรในจังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.145 หน้า.

พิชญา สาระรักษ์ สุพัตรา ศรีสุวรรณ และสุรินทร์ นิยมางกูร. 2559. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสภาพการปลูกทุเรียนของเกษตรกร ตำบลถ้ำสิงห์ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47(2): 201-212.

วนิดา เหรียญทอง. 2560. แนวทางการส่งเสริมการผลิตทุเรียนของเกษตรกรในอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 147 หน้า.

สุนิสา ช่วยสุข. 2565. การส่งเสริมการผลิตทุเรียนตามมาตรฐาน การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในตำบลเขาค่าย อำเภอสวี จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 148 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2566. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ. 240 หน้า.

ความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวของเกษตรกร ในอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

Knowledge of *Trichoderma* Utilization in Rice Production of Farmers in Ban Tak District, Tak Province

พฤกจิกา กันทาแจ่ม[1] นารีรัตน์ สีระสาร[1*] และสินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม[1]

Pruekjiga Kantajam[1], Nareerut Seerasarn[1*] and Sineenuch Khrutmuang Sanserm[1]

Received: October 18, 2023
Revised: December 1, 2023
Accepted: December 6, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study 1) the social and economic conditions of farmers 2) farmers ' knowledge regarding the utilization of *Trichoderma* in paddy fields and 3) problems and suggestions for the application of *Trichoderma* in rice cultivation. The population consisted of 120 members of the Community Pest Management Center who were registered with the Department of Agricultural Extension in 2022. Interview forms were used for data collection. Statistics used were frequency, percentage, mean, minimum, maximum, standard deviation, and ranking. The results showed that: 1) The majority of the farmers were female, with and average age of 54.92 years, and graduated from primary school. The average number of household agricultural worker was 2.19 people with an average rice cultivation area of 8.37 rai. The average experience in rice cultivation was 20.18 years. The average rice production cost was 2,400.20 baht/rai, and an average income was 3,483.77 baht/rai. 2) 51.67% of farmers had a moderate level of knowledge about *Trichoderma*, with an average score of 14.89 out of 21. They were most knowledgeable about the fact that Trichoderma fungus can help control plant diseases (85.00%), and they had the least knowledge about its use in preventing diseases in other crops (25.00%). and 3) farmers faced moderate-level problems in using *Trichoderma* in rice production, particularly regarding the need to apply *Trichoderma* multiple times consistently (μ =3.20). Therefore, agricultural extensionist should continuously and clearly impart knowledge about the use of *Trichoderma* to ensure that farmers can use it effectively. Additionally, applying *Trichoderma* effectively and creating incentives for farmers to use more *Trichoderma*.

Keywords: Knowledge of rice production, *Trichoderma*, rice production, Tak province

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ 2) ความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าว และ 3) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวจากเกษตรกรสมาชิกศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชน ในอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรปี 2565/66

[1] วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

[1] Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120, Thailand

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

จำนวน 120 ราย ข้อมูลที่ได้รวบรวมจากแบบสัมภาษณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าทางสถิติ ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดลำดับ ผลการศึกษา พบว่า 1) เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 54.92 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.19 คน มีพื้นที่ปลูกข้าวเฉลี่ย 8.37 ไร่ มีประสบการณ์ปลูกข้าวเฉลี่ย 20.18 ปี มีต้นทุนการผลิตข้าวเฉลี่ย 2,400.20 บาท/ไร่ และมีรายได้เฉลี่ย 3,483.77 บาท/ไร่ 2) เกษตรกร ร้อยละ 51.67 มีระดับความรู้เกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.89 คะแนน จากคะแนนเต็ม 21 คะแนน ซึ่งมีความรู้ในประเด็น เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถช่วยควบคุมโรคพืชมากที่สุด ร้อยละ 85.00 และมีความรู้ในประเด็น เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถใช้ในการป้องกันโรคพืชได้ในพืชอื่นๆ น้อยที่สุด ร้อยละ 25.00 และ 3) เกษตรกรมีปัญหาในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวระดับปานกลาง ในประเด็นต้องใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาหลายครั้งอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 3.20) ดังนั้น เจ้าหน้าที่ควรถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโครเดอร์มาอย่างต่อเนื่องและเข้าใจง่าย เพื่อให้เกษตรกรมีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ: ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าว, เชื้อราไตโคเดอร์มา, การผลิตข้าว, จังหวัดตาก

คำนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารและเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจและด้านความมั่นคงทางด้านอาหาร ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 62.84 ล้านไร่ มีผลผลิต 26.92 ล้านตันข้าวเปลือก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอต่อการเพาะปลูก ประกอบกับราคาข้าวเปลือกยังคงอยู่ในเกณฑ์ดี จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรเพาะปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง โดยประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกข้าวรวม 4.09 ล้านตัน (กรมการค้าต่างประเทศ, 2565) ส่งออกข้าวขาวเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมา ได้แก่ ข้าวหอมมะลิไทย ข้าวนึ่ง ข้าวหอมไทย ข้าวเหนียว และข้าวกล้อง ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565)

อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก มีพื้นที่สำหรับเพาะปลูกข้าว 24,388.94 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) มีการเพาะปลูกข้าวของเกษตรกรที่มุ่งเน้นด้านการเพิ่มผลผลิต โดยหว่านข้าวในปริมาณมาก และมีรอบการผลิตติดต่อกันโดยไม่พักดิน ทำให้เกิดปัญหาการระบาดของโรคและแมลงตามมา นอกจากนี้ เกษตรกรยังใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตและป้องกันโรคและแมลง ทำให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้น และหากมีการใช้ไม่ถูกวิธีหรือใช้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดผลกระทบต่อเกษตรกรและคุณภาพของดิน ทั้งนี้ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรได้สำรวจโรคพืชในการผลิตข้าวของพื้นที่อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก พบปัญหาโรคพืชและแมลงศัตรูข้าว ซึ่งโรคพืชที่พบส่วนใหญ่มีสาเหตุเกิดจากเชื้อรา เช่น โรคใบไหม้ โรคเมล็ดด่าง โรคขอบใบแห้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล เป็นต้น (สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านตาก, 2565) โดยการควบคุมศัตรูพืชใช้หลักชีววิธี อาศัยศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ ตัวห้ำ ตัวเบียน และชีวภัณฑ์ เพื่อลดปริมาณศัตรูพืชลงให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย โดยเฉพาะเชื้อราไตรโคเดอร์มา ซึ่งเป็นเชื้อราที่มีคุณสมบัติในการควบคุมและทำลายเชื้อราสาเหตุโรคพืชทางดิน จึงทำให้พืชมีระบบรากที่สมบูรณ์ แข็งแรง หาอาหารทางดิน ต้นพืชจึงสมบูรณ์ ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี (ศูนย์วิทยบริการเพื่อส่งเสริมการเกษตร, 2566)

ดังนั้น การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราได้ดี โดยไม่ใช้สารเคมี ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนการผลิต ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกษตรกรใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมและกำจัดโรคพืชที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา ทำให้เกิดการลดการใช้สารเคมี จึงควรทำการศึกษาความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวของ

เกษตรกร ในอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการวางแผนการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวมากขึ้น และมีการใช้อย่างถูกวิธี รวมทั้งสามารถเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อผู้สนใจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ เกษตรกรที่เป็นสมาชิกศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชน (ศจช.) ในอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ซึ่งผ่านการอบรมการใช้ชีวภัณฑ์เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืช จำนวน 4 ศูนย์ ศูนย์ละ 30 คน ทั้งหมดจำนวน 120 คน ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรปี 2565/2566 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ แล้วเก็บข้อมูลให้ครบตามจำนวน ทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสัมภาษณ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาซ (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นจากสัมประสิทธิ์ของแอลฟาของครอนบาซ ดังนี้ 1) ปัญหาในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาของเกษตรกร มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ 0.867 2) ข้อเสนอแนะในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาของเกษตรกร มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ 0.950 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ โดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอับดับตามเกณฑ์เฉลี่ย โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สภาพพื้นฐานทางสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา จำนวนแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือน ประสบการณ์ การเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ลักษณะการถือครองพื้นที่ ต้นทุนการผลิต และรายได้จากการจำหน่ายข้าว ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาของเกษตรกร โดยกำหนดข้อคำถามในลักษณะถูกหรือผิด จำนวน 21 ข้อ กำหนดการให้คะแนน คือ ข้อที่ตอบถูกต้องตามเฉลย ได้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดจากเฉลย ได้ 0 คะแนน จากนั้นนำคะแนนรวมมาจัดระดับความรู้ตามเกณฑ์ในการประเมิน ได้แก่ คะแนนรวม 1 – 7 คะแนน หมายถึง มีระดับความรู้น้อย คะแนนรวม 8 – 14 คะแนน หมายถึง มีระดับความรู้ปานกลาง คะแนนรวม 15 – 21 คะแนน หมายถึง มีระดับความรู้มาก ตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาของเกษตรกร โดยเป็นคำถามแบบให้เลือกตอบ โดยใช้มาตรประเมินค่า (rating scales) ตามมาตรวัดของ ลิเคิร์ท (Likert scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด คะแนนเท่ากับ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 คะแนน หมายความว่า ระดับปัญหาหรือข้อเสนอแนะมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 คะแนน หมายความว่า ระดับปัญหาหรือข้อเสนอแนะมาก คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 คะแนน หมายความว่า ระดับปัญหาหรือข้อเสนอแนะปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.61 – 2.60 คะแนน หมายความว่า ระดับปัญหาหรือข้อเสนอแนะน้อย และคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 คะแนน หมายความว่า ระดับปัญหาหรือข้อเสนอแนะน้อยที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

1.1 สภาพพื้นฐานทางสังคม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 79.16 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 54.92 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 83.30 มีประสบการณ์ปลูกข้าวเฉลี่ย 20.18 ปี เนื่องจากเกษตรกรมีอายุเริ่มเข้าสู่ช่วงวัยสูงอายุ และการศึกษาสมัยก่อนระดับชั้นประถมศึกษาเป็นการศึกษาภาคบังคับ โดยออกมาประกอบอาชีพเกษตรกรรมช่วยเหลือครอบครัว ทำให้เกษตรกรมีประสบการณ์ปลูกข้าวค่อนข้างมาก มีจำนวนแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือนเฉลี่ย 2.19 คน และที่ผ่านมาเกษตรกรเคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเชื้อราไตรโครเดอร์มาเฉลี่ย 2.97 ครั้ง สอดคล้องกับมรกต (2553) ศึกษาการใช้สารชีวภัณฑ์เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในจังหวัดตราด พบว่า เกษตรกรจบการศึกษาระดับประถมศึกษา เนื่องจาก

เกษตรกรมีอายุเริ่มเข้าสู่ช่วงวัยสูงอายุ และการศึกษาสมัยก่อนระดับชั้นประถมศึกษาเป็นการศึกษาภาคบังคับ โดยออกมาประกอบอาชีพเกษตรกรรมช่วยเหลือครอบครัว และแตกต่างจากปาณิสรา (2560) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวของเกษตรกรในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เกษตรกรเคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาภายในชุมชน เฉลี่ย 0.96 ครั้ง

Table 1 The basic social conditions of farmers

(N=120)

Item	f	%
Gender		
Male	95	79.17
Female	25	20.83
Age (years)		
$\leq$ 40	3	2.50
41-50	25	20.83
51-60	69	57.50
61-70	21	17.50
$\geq$ 71	2	1.67
Min = 30 years Max = 77 years μ = 54.92 years σ = 6.989		
Education		
Primary school	100	83.33
Secondary school	8	6.67
High school / Vocational Certificate	6	5.00
Vocational Certificate / diploma	4	3.33
Bachelor's degree	2	1.67
Household agricultural worker (people)		
1	13	10.83
2	84	70.00
3	13	10.83
4	7	5.84
$\geq$ 5	3	2.50
Min = 1 people Max = 5 people μ = 2.19 people σ = 0.802		
Experience in rice cultivation (years)		
$\leq$ 10	40	33.33
11- 15	2	1.67
16 – 20	38	31.66
21 – 25	8	6.67
$\geq$ 26	32	26.67
Min = 2 years Max = 50 years μ = 20.18 years σ = 1.054		

Table 1 (continued).

(N=120)

Item	f	%
Training on the use of Trichoderma in rice production (times)		
1	21	17.50
2	36	30.00
3	21	17.50
4	31	25.83
≥ 5	11	9.17
Min = 1 times Max = 15 times μ = 2.97 times σ = 1.881		

1.2 สภาพทางเศรษฐกิจ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 74.16 มีที่ดินเป็นของตนเอง ร้อยละ 44.2 มีขนาดพื้นที่ปลูกข้าวน้อยกว่า 5 ไร่ เนื่องจากเกษตรกรทำการปลูกข้าวโดยใช้แรงงานในครัวเรือน และมีต้นทุนการผลิตข้าวเฉลี่ย 2,400.20 บาท/ไร่ มีรายได้จากการขายผลผลิตเฉลี่ย 3,495.35บาท/ไร่ ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตข้าวเจ้านาปี รวม 8 จังหวัดภาคเหนือ ประกอบด้วย เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำปาง พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ตาก และสุโขทัย ที่มีต้นทุนการผลิต 4,920 บาทต่อไร่ และมีรายได้ 5,567 บาทต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

Table 2 The basic economic conditions of farmers

(N=120)

Item	f	%
Land holding (More than 1 answer)		
Houeshold	89	74.17
Rent with a license	44	36.67
Rice cultivation area (rai)		
≤ 5	53	44.17
6 – 10	39	32.50
≥ 11	28	23.33
Min = 1 rai Max = 36 rai μ = 8.37 rai σ = 5.771		
Rice production cost (Baht/rai)		
≤ 1,000	10	8.33
1,001 – 2,000	34	28.34
2,001 – 3,000	61	50.83
3,001 – 4,000	9	7.50
4,001 – 5,000	3	2.50
≥ 5,001	3	2.50
Min = 500 baht Max = 6,250 baht μ = 2,400.20 baht σ = 959.499		

Table 2 (continued).

(N=120)

Item	f	%
Rice production income (Baht/rai)		
≤ 2,000	26	21.67
2,001 – 4,000	57	47.50
4,001 – 6,000	26	21.67
6,001 – 8,000	8	6.66
8,001 – 10,000	3	2.50
Min = 500 baht Max = 10,000 baht μ = 3,495.35 baht σ = 1,988.629		

2. ความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวของเกษตรกร

จากผลการศึกษาความรู้ของเกษตรกรในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าว พบว่า เกษตรกรมีคะแนนความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวระดับต่ำสุด 9.00 คะแนน สูงสุด 20.00 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ย 14.89 คะแนน จากคะแนนเต็ม 21 คะแนน สามารถวิจารณ์ผลตามประเด็นหลักของความรู้ทั้ง 3 เรื่อง ดังนี้

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับประโยชน์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 95.00 ตอบคำถามถูกต้องในประเด็น เชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นเชื้อราที่ไม่ทำให้พืชเกิดโรค มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืช ทั้งนี้เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ได้ผ่านการอบรมเบื้องต้นเกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรอย่างน้อย 1 ครั้ง สอดคล้องกับจรัล (2559) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ตอบถูกในประเด็นเชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นเชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช และเกษตรกร ร้อยละ 45.83 ตอบไม่ถูกต้องตามเฉลย ในประเด็นเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถควบคุมแมลงศัตรูข้าวได้ เนื่องจากเกษตรกรบางส่วนยังขาดความรู้ในประโยชน์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มา และมีประสบการณ์ในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่มากพอ ซึ่งตามหลักวิชาการ สายทอง (2555) กล่าวว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลายชนิด โดยเฉพาะเชื้อราที่อยู่ในดิน สอดคล้องกับ นันทวุฒิ (2565) ศึกษาการส่งเสริมการใช้เชื้อราไตรโครเดอร์มาในการผลิตผักของเกษตรกรในอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี พบว่า มีความรู้ไม่ถูกต้อง ในประเด็นเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราในพืชผักเท่านั้น ดังนั้น ในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรควรเพิ่มเติมในส่วนของความรู้ทั่วไป ประโยชน์ และคุณสมบัติของเชื้อราไตรโคเดอร์มาให้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาและสามารถใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.2 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 85.00 มีความรู้ในประเด็นเรื่อง การผลิตในขั้นตอนการขยำถุงเบาๆ เมื่อครบ 2 วัน เพื่อให้เส้นใยของเชื้อกระจายทั่วถุง อาจเนื่องมาจากเกษตรกรสมาชิกศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชน (ศจช.) อำเภอบ้านตากได้รับการอบรมและฝึกปฏิบัติการผลิตขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาสำหรับการนำไปใช้ป้องกันโรคพืช ส่งผลให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการผลิตเชื้อราไตรโตเดอร์มาพอสมควร และสามารถผลิตขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาด้วยตนเองได้ แตกต่างกับจรัล (2559) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ ตอบถูกต้องในประเด็นอัตราการหุงข้าวเพื่อผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด คือ ข้าว 3 ส่วน น้ำ 2 ส่วน อาจเป็น

เพราะเกษตรกรในอำเภอบ้านตากใช้อัตราการหุงข้าวเพื่อผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มา คือ ข้าว 2 ส่วน น้ำ 1 ส่วน ซึ่งเกษตรกรสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม และเกษตรกรเพียง ร้อยละ 33.33 ตอบถูกต้องตามเฉลย ในประเด็นเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดที่เลี้ยงในข้าวสุกสามารถนำมาขยายเชื้อได้อีก ซึ่งคำเฉลยของคำถามคือตอบผิด ซึ่งศูนย์วิทยบริการเพื่อส่งเสริมการเกษตร (2566) กล่าวว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดที่เลี้ยงในข้าวสุกไม่สามารถนำมาขยายเชื้อได้อีก เพราะอาจจะเกิดการปนเปื้อน ส่งผลให้เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ได้เสื่อมคุณภาพและประสิทธิภาพ ดังนั้น เจ้าหน้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรจัดอบรมฝึกปฏิบัติสร้างความรู้ในการผลิตขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มา เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาอย่างต่อเนื่อง และสนับสนุนหัวเชื้อราไตรโคเดอร์มาแก่เกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกษตรกรมีการลงมือปฏิบัติบ่อยๆ จึงจะทำให้มีทักษะที่ดีขึ้น และมีหัวเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่แข็งแรง มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรค

2.3 ความรู้เกี่ยวกับการใช้และการเก็บรักษาเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 88.33 ตอบคำถามถูกต้องในประเด็น ระยะที่สามารถนำเชื้อราไตรโคเดอร์มาไปใช้เป็นระยะที่สปอร์มีสีเขียวปกคลุมอย่างทั่วถึง เนื่องจากเกษตรกรได้รับการอบรมและมีประสบการณ์ในการผลิตขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มา รวมถึงการสาธิตการนำเชื้อราไตรโคเดอร์มาไปใช้ในการป้องกันควบคุมโรค ทำให้ทราบระยะเชื้อที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ได้ และเกษตรกรส่วนน้อย ร้อยละ 25.00 ตอบถูกต้องในประเด็น เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถใช้ได้ในการป้องกันโรคเน่าคอรวง โรคใบไหม้ในข้าวได้เท่านั้น ซึ่งคำเฉลยของคำถามคือตอบผิด โดยตามกับหลักวิชาการ ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดสุราษฎ์ธานี (2566) กล่าวว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อเชื้อราโรคพืชหลายชนิด ช่วยปกป้องส่วนของพืช โดยเฉพาะระบบรากพืชให้ปลอดภัยจากการเข้าทำลายของเชื้อโรค เช่น โรครากเน่า โรคโคนเน่า โรคใบไหม้ ใบจุด และยังสามารถใช้ได้ในพืชชนิดอื่น เช่น โรคแอนแทรคโนสในพริก เป็นต้น แตกต่างกับยงยุทธ (2557) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรเดอร์มามากที่สุดในประเด็น การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าว ควรใช้ตั้งแต่การแช่เมล็ดข้าวก่อนนำไปหว่านจึงจะสามารถควบคุมโรคได้ดีที่สุด ดังนั้น เจ้าหน้าที่ควรถ่ายทอดความรู้เพิ่มเติม และสร้างความเข้าใจให้เกษตรกรเพิ่มมากขึ้นในด้านคุณสมบัติเชื้อราไตรโตเดอร์มา ด้านการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรและสามารถขยายผลไปยังเกษตรกรท่านอื่นได้

Table 3 Farmers ' knowledge on Trichoderma utilization in paddy fields.

(N=120)

Item	f	%	Ranking
Knowledge about the benefits of Trichoderma			
1. Trichoderma does not cause plant disease	114	95.00	1
2. Trichoderma grows well in soil, among various microorganisms, and with natural organic matter.	102	85.00	4
3. Trichoderma can control fungal plant diseases in paddy fields only.	60	50.00	6
4. Trichoderma can control blight, sheath rot, and grain spot disease in rice.	105	87.50	3
5. Trichoderma can control rice pests.	55	45.83	7

Table 3 (continued).

(N=120)

Item	f	%	Ranking
6. Trichoderma increases seed germination percentage	108	90.00	2
7. Trichoderma does not have an impact on the health of producers, consumers and the environment.	99	82.50	5
Knowledge about the steps in Trichoderma production			
8. The rice cooking rate to produce Trichoderma is 3 parts of rice and 2 parts of water.	94	78.33	4
9. Should be added Trichoderma while the rice is still hot.	92	76.67	5
10. Use the needle to pierce at the bottom of the bag to cool the rice	46	38.33	6
11. Flatten the bag and pull the center of the bag to make it swell	99	82.50	2
12. Incubate the infected material in a well-ventilated area, safe from ants, mites, and other animals.	97	80.83	3
13. After 2 days, gently crush the bag to spread the germ filaments throughout the bag.	102	85.00	1
14. Able production of Trichoderma from Trichoderma in cooked rice.	40	33.33	7
Knowledge regarding the use and keeping			
15. Use Trichoderma with pink or orange mycelium.	62	51.67	6
16. Trichoderma can be used while the green spores are evenly covered.	106	88.33	1
17. Trichoderma can be used for rice blight disease only.	30	25.00	7
18. Soak rice seeds with Trichoderma fungus at the rate of 1 kg / 100 liters of water.	94	78.33	3
19. Avoid using chemicals in the benomyl group and carbendazim 7 days before or after using Trichoderma.	91	75.83	4
20. Trichoderma should be sprayed during the daytime with strong sunlight	90	75.00	5
21. Trichoderma fungus can be stored in a normal refrigerator for 15 - 30 days.	101	84.17	2

3. ปัญหาและข้อเสนอแนะในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวของเกษตรกร

3.1 ปัญหาในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวของเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่าในภาพรวมเกษตรกรมีปัญหาในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.97) เมื่อพิจารณา จากผลการศึกษา พบว่าเกษตรกรมีปัญหาในระดับปานกลางในทุกประเด็น โดยประเด็นแรก ต้องใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาหลายครั้งอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 3.20) โดยการฉีดพ่นเชื้อราไตรโคเดอร์มาจำเป็นต้องทำซ้ำๆ หลายๆ ครั้ง อาจมีความยุ่งยาก รองลงมาไม่มั่นใจในประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา (ค่าเฉลี่ย 3.02) อาจเนื่องมาจากเกษตรกรนำเชื้อราไตรโคเดอร์มาไปใช้ไม่ถูกวิธี ทำให้ไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร รองลงมาขาดความรู้ด้านโรคพืช (ค่าเฉลี่ย 2.98) อาจเนื่องมาจากเกษตรกรไม่สามารถแยกสาเหตุของโรคพืชได้ ทำให้เกษตรกรเลือกใช้สารเคมีในการควบคุมโรค รองลงมาไม่ทราบ

อัตราการใช้ที่แน่นอน (ค่าเฉลี่ย 2.87) เกษตรกรยังมีความรู้ไม่ชัดเจนในอัตราการใช้ที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอน และขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (ค่าเฉลี่ย 2.78) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปาณิสรา (2560) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีปัญหาการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเห็นผลช้ากว่าการใช้สารเคมีและการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวสามารถควบคุมโรคพืชได้ในระยะที่เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคยังไม่มีความรุนแรง หรือยังแพร่ระบาดไม่มากนัก ดังนั้น เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรเพิ่มเติมความรู้ด้านการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาให้แก่เกษตรกร มีการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาร่วมกัน เพื่อให้เกษตรกรนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในพื้นที่ของตนเอง

Table 4 Farmers' problems in applying Trichoderma in paddy field

(N=120)

Problems	μ	σ	Interpret	Rank
1. Lacking knowledge about applying Trichoderma	2.78	1.005	Moderate	5
2. Lacking knowledge about plant diseases	2.98	1.016	Moderate	3
3. Not sure of Trichoderma's effectiveness	3.02	1.004	Moderate	2
4. Not sure about the exact usage rate	2.87	1.045	Moderate	4
5. Trichoderma must be used many times	3.20	0.894	Moderate	1
Average	2.97	0.993	Moderate	

3.2 ข้อเสนอแนะในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวของเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมเกษตรกรมีข้อเสนอแนะในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.74) เมื่อพิจารณา จากผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะในระดับมากในทุกประเด็น โดยประเด็นแรก ควรให้ความรู้เกี่ยวกับโรคพืช (ค่าเฉลี่ย 3.80) อาจเนื่องมาจากเกษตรกรขาดองค์ความรู้ในการแยกโรคพืชที่มีสาเหตุเกิดจากเชื้อราและจากสาเหตุอื่นๆ ต้องการทราบสาเหตุของโรคที่ชัดเจน เพื่อจะได้ควบคุมโรคพืชได้อย่างถูกวิธี รองลงมาควรสร้างแรงจูงใจในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (ค่าเฉลี่ย 3.78) มีเกษตรกรที่ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่มากเท่าที่ควร จึงควรสร้างเกษตรกรต้นแบบเพื่อถ่ายทอดและขยายผลการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในพื้นที่ รองลงมาควรสร้างความมั่นใจในประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา (ค่าเฉลี่ย 3.74) ถัดมาควรให้ความรู้เกี่ยวกับอัตราการนำไปใช้ให้ชัดเจน (ค่าเฉลี่ย 3.70) ซึ่งเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถใช้ได้หลายวิธี ทำให้เกษตรกรยังสับสนกับอัตราการใช้ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และสุดท้าย ควรให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (ค่าเฉลี่ย 3.68) ให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรจัดการฝึกอบรมเกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงมีการติดตามผล การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับปาณิสรา (2562) พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาสนับสนุนให้เกษตรกรรวมกลุ่มบ่อยขึ้น และมีการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ ดังนั้น ในการถ่ายทอดความรู้จึงควรเพิ่มเติมในส่วนของความรู้ทั่วไป ประโยชน์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาและด้านการใช้เชื้อราไตรโครเดอร์มา เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ เกษตรกรยังมีปัญหาในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจะต้องใช้ซ้ำหลายๆครั้ง อย่างสม่ำเสมอ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจะส่งเสริมการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาให้เกษตรกรเข้าใจง่าย จัดการอบรมถ่ายทอดความรู้อย่างสม่ำเสมอ รวมถึงสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรหันใช้เชื้อราไตรโครเดอร์มาในการผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้น

Table 5 Farmers' suggestions for applying Trichoderma in paddy field

(N=120)

Suggestions	μ	σ	Interpret	Rank
1. Knowledge about applying Trichoderma	3.68	0.809	High	4
2. Knowledge about plant diseases	3.80	0.784	High	1
3. Ensuring the effectiveness of Trichoderma	3.74	0.728	High	3
4. Give knowledge of the exact usage rate	2.70	0.774	High	5
5. Motivate the use of Trichoderma	3.78	0.739	High	2
Average	3.74	0.767	High	

สรุป

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง วัยกลางคน จบการศึกษาชั้นประถมศึกษา มีจำนวนแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือนเฉลี่ย 2.19 คน มีประสบการณ์การปลูกข้าวเฉลี่ย 20.18 ปี มีพื้นที่การเพาะปลูกข้าวเป็นของตนเองน้อยกว่า 5 ไร่ มีกำไรจากการขายผลผลิตข้าวเฉลี่ย 1,095.15 บาทต่อไร่ เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวในระดับปานกลาง ในประเด็นเชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นเชื้อราที่ช่วยควบคุมโรคพืช โดยเกษตรกรบางส่วนยังไม่มีความรู้ในด้านประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา และวิธีการนำเชื้อราไตรโคเดอร์มาไปใช้ ดังนั้น ในการถ่ายทอดความรู้และฝึกอบรม จึงควรเพิ่มเติมในส่วนของคุณสมบัติ ประโยชน์ รวมถึงวิธีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาให้มากขึ้น เพื่อให้เกษตรกรนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ และปัญหาในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาของเกษตรกร คือ ต้องใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาหลายครั้ง อย่างสม่ำเสมอ และไม่มั่นใจในประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ส่วนข้อเสนอแนะของเกษตรกร คือ ควรให้ความรู้เกี่ยวกับโรคพืช และสร้างแรงจูงใจในการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาของเกษตรกร รวมถึงการสร้างความมั่นใจในประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกรในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 เกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มกันในการผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาในช่วงฤดูทำนา โดยขอสนับสนุนหัวเชื้อราไตรโคเดอร์มาจากหน่วยงานของรัฐ เพื่อเป็นการเพิ่มทักษะ และความชำนาญในการผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาของเกษตรกร

1.2 เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรนำข้อมูลไปใช้เพื่อจัดทำแผนการส่งเสริมการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวให้สอดคล้องกับความรู้ของเกษตรกรที่ยังขาดทักษะ ความรู้ ความชำนาญในด้านดังกล่าว ได้แก่ ด้านการผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มา ด้านการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา รวมถึงคุณสมบัติและประโยชน์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มา

1.3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการอบรมถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาให้แก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่องและเข้าใจง่าย มีการสนับสนุนเชื้อราไตรโคเดอร์มาให้เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรในช่วงฤดูทำนา รวมถึงการศึกษาดูงานเกษตรกรตัวอย่างในพื้นที่ที่ประสบความสำเร็จ เพื่อให้เกษตรกรได้แลกเปลี่ยน ซักถาม และนำไปใช้ในพื้นที่ของตนเอง

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ. 2565. สถานการณ์ข้าวโลกและข้าวไทย ประจำเดือนสิงหาคม 2565. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.dft.go.th/th-th/DetailHotNews/ArticleId/23918/23918 (20 กันยายน 2566).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2566. การปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://farmer.doae.go.th/report/report65/report_rice_65_fmdfbd_ap/63/02 (21 กันยายน 2566)

จรัล เข็มพล. 2559. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตข้าวของเกษตรกรในจังหวัดสุโขทัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 98 หน้า.

นันทวุฒิ จันทร์ปาน. 2565. การส่งเสริมการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการผลิตผักของเกษตรกรในอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 6 (1): 29-39.

ปาณิสรา สัมฤทธินอก. 2560. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวของเกษตรกรในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 88 หน้า.

มรกต สุดประเสริฐ. 2553. การใช้สารชีวภัณฑ์เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 140 หน้า.

ยงยุทธ ดาวตาก. 2557. การยอมรับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการป้องกันกำจัดโรคพืชของเกษตรกรในจังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 111 หน้า.

สายทอง แก้วสาย. 2555. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมโรคพืช. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 4 (3): 108-118.

ศูนย์วิทยบริการเพื่อส่งเสริมการเกษตร. 2566. เชื้อราไตรโคเดอร์มา ตัวช่วยสำคัญในการควบคุมโรคพืช. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://esc.doae.go.th/?s (10 ตุลาคม 2566).

ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืชจังหวัดสุราษฎร์ธานี. กรมส่งเสริมการเกษตร. 2566. เชื้อราไตรโคเดอร์มา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.pmc07.doae.go.th/home/index.php/microorganism/trichoderma-harzianum (10 ตุลาคม 2566).

สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านตาก. 2565. แผนพัฒนาการเกษตรระดับอำเภอบ้านตาก. แผนพัฒนาประจำปี 2565. สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านตาก, จังหวัดตาก. 115 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดข้าวนาปี/TH-TH (5 เมษายน 2566).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สศก. เผยต้นทุน-ผลตอบแทนการผลิตข้าว 8 จังหวัดภาคเหนือ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/view/1/25519/TH-TH (17 พฤศจิกายน 2566).

ผลของการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิที่ปลูกในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

Effect of Antagonistic Microorganisms on the Growth and Yield of Melons cv. Konami Grown in Mae Hong Son Province

ศิริพร อ่ำทอง[1*] ชิติ ศรีตนทิพย์[1] กิตติพันธ์ เพ็ญศรี[1] และเมทินี นาคดี[2]

Siriporn Amthong[1*], Chiti Sritontip[1], Kittipan Pensri[1] and Methinee Nakdee[2]

Received: October 19, 2023
Revised: December 6, 2023
Accepted: December 12, 2023

Abstract: This research aimed to investigate the effects of antagonistic microorganisms on the growth and yield of Konami melon (*Cucumis melo* L.) cultivated in Mae Hong Son Province, Thailand. The study was employed a Completely Randomized Design (CRD) and consisted of three treatment groups, each with 25 melon plants. Melon seeds were soaked in different treatments for 30 minutes before planting. The treatments included: Treatment 1 (Control, soaked in water), Treatment 2 (soaked and sprayed with *Trichoderma asperellum* (1×10^8 cfu/ml)), and Treatment 3 (soaked and sprayed with *Bacillus subtilis* (1×10^8 cfu/ml)). The results revealed that melon plants treated with *B. subtilis* attained the highest height, of 198.27 centimeters. Melon plants treated with *T. asperellum* exhibited the widest and longest leaves of 23.40 and 27.10 centimeters, respectively. In terms of post-harvest melon quality, melons treated with *T. asperellum* gave the highest fruit circumference of 45.40 centimeters and the thickest flesh of 27.12 millimeters. Melons treated with *B. subtilis* yielded the highest fruit weight of 2.05 kilograms, had the highest soluble solids content at 12.20°Brix, and the densest flesh of 1.89 Newtons. Testing for control Fusarium wilt of Konami melons found that the control had the highest disease incidence level of 3.8, with a disease index of 95 percent. The treatment using *T. asperellum* and *B. subtillus* shower with disease at the level of 3.2, with a disease index of 80 percent. However, none of the treatment methods significantly differed in disease incidence level and index compared to the control.

Keywords: Fusarium wilt, disease index, musk melon, biological control

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิที่ปลูกในจังหวัดแม่ฮ่องสอน วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design; CRD แบ่งออกเป็น 3 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 25 ต้น โดยแช่เมล็ดเมล่อนในกรรมวิธีต่างๆ เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำเมล็ดไปเพาะ ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม (แช่เมล็ดด้วยน้ำเปล่า) กรรมวิธีที่ 2 แช่เมล็ดและพ่นต้นเมล่อนด้วย

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.ลำปาง 52000

[1] Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000, Thailand

[2] สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ. ลำปาง 52000

[2] Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000, Thailand

*Corresponding author: amthong56@gmail.com

Agricultural Science and Management J. 8 (1) : 70-77 (2025)

Trichoderma asperellum (ความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร) และกรรมวิธีที่ 3 แช่เมล็ดและพ่นต้นเมล่อนด้วย *Bacillus subtilis* (ความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร) จากการทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ *B. subtillus* ต้นเมล่อนมีความสูงมากที่สุด 198.27 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ใช้ *T. asperellum* ต้นเมล่อนมีความกว้างใบและความยาวใบมากที่สุดคือ 23.40 และ 27.10 เซนติเมตร คุณภาพผลผลิตของเมล่อนหลังการเก็บเกี่ยว พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ *T.asperellum* เมล่อนมีเส้นรอบวงผลมากที่สุด 45.40 เซนติเมตร และมีความหนาเนื้อมากที่สุด 27.12 มิลลิเมตร กรรมวิธีที่ใช้ *B. subtillus* มีน้ำหนักผลผลิตมากที่สุด 2.05 กิโลกรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด 12.20 องศาบริกซ์และความแน่นเนื้อมากที่สุด 1.89 นิวตัน ตัน เมื่อประเมินการเกิดโรคเหี่ยวเหลืองของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิพบว่า กรรมวิธีควบคุมมีระดับการเกิดโรคสูงที่สุดที่ระดับ 3.8 ดัชนีการเกิดโรค 95 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีที่ใช้ *T. asperellum* และ *B. subtillus* มีระดับการเกิดโรคเหี่ยวที่ระดับ 3.2 ดัชนีการเกิดโรค 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีระดับการเกิดโรคเหี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

คำสำคัญ: โรคเหี่ยวเหลือง, ดัชนีการเกิดโรค, เมล่อน, การควบคุมโรคโดยชีววิธี

คำนำ

เมล่อนเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในแถบร้อนของทวีปแอฟริกา จึงไม่ชอบอากาศหนาวเย็นจัด แต่ชอบอากาศอบอุ่น แต่ไม่ร้อนจัด อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการปลูกเมล่อนอยู่ที่ 25-30 องศาเซลเซียสในเวลากลางวัน และ 18-20 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืน ดังนั้นฤดูกาลที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเมล่อนในประเทศไทยจึงเป็นปลายฤดูฝนหรือฤดูหนาว ในเขตที่อากาศไม่หนาวจัด เช่น ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก รวมทั้งภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ไม่หนาวจัดจนเกินไป หากเมล่อนกระทบกับอากาศหนาวเย็นจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ระยะต้นกล้า การออกดอกติดผลจะล่าช้า และถ้าอากาศยิ่งหนาวจัด ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ต้นเมล่อนจะหยุดการเจริญเติบโต ในทำนองกลับกันต้นเมล่อนไม่ชอบอากาศที่ร้อนจัดเกินไป ถ้าอุณหภูมิสูงเกินกว่า 30 องศาเซลเซียส เมล่อนมักจะสร้างแต่ดอกตัวผู้ ไม่มี ดอกตัวเมีย หรือถ้ามีดอกตัวเมียจะหลุดร่วงง่ายไม่ติดผล การปลูกเมล่อนให้มีคุณภาพดีได้นั้นเป็นเรื่องที่ยากเนื่องจากเมล่อนเป็นพืชที่มีความอ่อนแอต่อศัตรูพืช ทั้งโรคและแมลงที่ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเมล่อน รวมถึงสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน ทำให้การปลูกเมล่อนมีขั้นตอนการดูแลที่แตกต่างจากพืชชนิดอื่นๆ ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกเมล่อนในโรงเรือน เพื่อลดปัญหาต้นทุนการผลิต ทำให้การจัดการการผลิตเมล่อนเป็นเรื่องที่ง่ายกว่าการปลูกเมล่อนในสภาพธรรมชาติ เพื่อให้การจัดการศัตรูพืชของเมล่อนเกิดประสิทธิภาพและได้ผลผลิตของเมล่อนมีปริมาณและคุณภาพที่ดี (คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 2564) สถานการณ์เมล่อนของประเทศไทย กรมส่งเสริมการเกษตร รายงานว่า ในปี 2559 พื้นที่ปลูกเมล่อน มีพื้นที่ 6,040.25 ไร่ผลผลิตเก็บเกี่ยวได้ 9.39 ล้าน กิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ย 2,000 กิโลกรัม/ไร่ (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี, 2560)

การควบคุมโรคพืชทางชีวภาพ (biological control) โดยการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (antagonistic microorganisms) เช่น การใช้เชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีสบางชนิดที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชแต่สามารถยับยั้งการทำลายของเชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีสบางชนิดสาเหตุโรคได้ การใช้จุลินทรีย์ต่างๆ เหล่านี้สามารถควบคุมโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปอย่างต่อเนื่องในระยะยาว นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญ หาสารพิษตกค้างที่ปนเปื้อนไปกับผลผลิตทางการเกษตรและสภาพแวดล้อมอีกด้วย

จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (antagonistic microorganisms) และเชื้อสาเหตุโรคพืช (plant pathogen) มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ แต่ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจจะผันแปรไปตามแหล่งและสถานที่ซึ่งต่างกันรวมทั้งสภาวะอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละปี โดยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์และเชื้อโรคสามารถพบได้ในบริเวณซึ่งเคยมีโรคระบาดจากโรคพืชบางชนิดแต่ต่อมาไม่พบการระบาดของโรคนั้น หรือพบว่ามีการระบาดลดลงทั้งๆ ที่มีการปลูกพืชอาศัยที่อ่อนแอ (susceptible host plants) ก็ไม่พบการเกิดโรค จากข้อสังเกตดังกล่าวนี้ กระบวนการคัดเลือกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เริ่มจากขั้นตอนการรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งที่มีโรคระบาด จากพืชที่เป็นโรค หรือจากดินที่มีคุณสมบัติดีซึ่งทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและมีความต้านทานโรค จากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อตรวจดูคุณสมบัติของการเป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ คือ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช มีการเจริญได้ดีอย่างรวดเร็วและมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีรายงานการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีได้แก่ เชื้อราปฏิปักษ์เช่น *Trichoderma* spp. *Chaetomium* spp. *Gliocladium* spp. และ *Talaromyces flavus* (teleomorph of *Penicillium* sp.) เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์เช่น *Bacillus* spp. *Pseudomonas* spp. และ *Streptomyces* sp (Gnanamanickam, 2002)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิในโรงเรือนให้มีคุณภาพผลผลิตที่ดีและลดการเกิดโรค เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรนำมาปรับประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของผลผลิตเมล่อนให้มีคุณภาพดีขึ้น เพื่อลดต้นทุนและได้ผลผลิตเมล่อนที่มีความปลอดภัยเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบผลของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิ

แช่เมล็ดเมล่อนพันธุ์คูนามิในกรรมวิธีต่างๆ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำเมล็ดเมล่อนมาเพาะในถาดเพาะวัสดุปลูกที่ปลอดเชื้อ เมื่อต้นกล้าเมล่อนอายุ 15 วัน สุ่มต้นกล้าเมล่อนเพื่อบันทึกการเจริญเติบโต ความสูงของต้นและความยาวรากของต้นกล้า เมื่อต้นกล้าเมล่อนมีอายุ 20 วัน ปลูกทดสอบเมล่อนในโรงเรือนขนาด 6×30 เมตร หลังคาพลาสติกและตาข่าย ให้น้ำในระบบสายน้ำหยด ย้ายกล้าเมล่อนลงดินผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 2:1 และจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ผสมในวัสดุปลูก โดยการรดวัสดุปลูกด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *Trichoderma asperellum* และเซลล์แขวนลอยของแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ในอัตราส่วน 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมในวัสดุปลูกและบรรจุลงในถุงพลาสติกสีขาวเจาะรู สำหรับปลูกเมล่อน แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design; CRD แบ่งเป็น 3 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 25 ต้น ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม

กรรมวิธีที่ 2 แช่เมล็ดและพ่นต้นเมล่อนด้วยเชื้อรา *T. asperellum*

กรรมวิธีที่ 3 แช่เมล็ดและพ่นต้นเมล่อนด้วยแบคทีเรีย *B. subtilis*

เมื่อเมล่อนมีอายุ 7 วัน หลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 10 กรัมต่อต้น เมื่อเมล่อนมีอายุ 21 วัน และ 45 วัน หลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0+15-15-15 อัตราส่วน 10 กรัม/ต้น และเมื่อเมล่อนมีอายุ 55-60 วัน หลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยสูตร 0-0-60+15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (5 กรัมต่อต้น) เมื่อเมล่อนมีอายุ 15, 30, 45 และ 60 วัน หลังย้ายปลูก พ่น *T. asperellum* โดยเลี้ยงเชื้อรา *T. asperellum* ชนิดเชื้อสดให้สร้างสปอร์บนเมล็ดข้าว และตรวจนับปริมาณสปอร์ด้วย haemacytometer ให้มีความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พ่นต้นเมล่อนอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อต้น และ *B. subtillus* โดยการบ่มหัวเชื้อแบคทีเรียในน้ำสะอาดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับปริมาณสปอร์ด้วย haemacytometer ให้มีความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พ่นต้นเมล่อนอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อต้น อายุของเมล่อนพันธุ์คูนามิ ระยะเวลาวันออกดอกหลังปลูก 27 วัน ระยะการเก็บผลผลิต

48-53 วันหลังปลูก คูนามิเป็นเมล่อนตาข่ายที่เป็นเมล่อนพันธุ์หนัก ระยะเก็บเกี่ยวเมล่อนพันธุ์คูนามิที่เหมาะสมคือ อายุการเก็บเกี่ยวที่ 85-90 วัน

บันทึกข้อมูล การเจริญเติบโต โดยบันทึกความสูงของต้นและความยาวรากของต้นกล้าที่อายุ 15 วัน บันทึกข้อมูลความสูงของต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนดอกตัวผู้ จำนวนดอกตัวเมีย เมื่อเมล่อนมีอายุ 50 วัน คุณภาพของผลผลิตของเมล่อนในระยะเก็บเกี่ยว ได้แก่ เส้นรอบวงของผล น้ำหนักผลผลิต ความหนาของเนื้อ ความหนาของเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ค่าความแน่นเนื้อ การสะสมไนเตรทในผลเมล่อน สำรวจการเกิดโรค และประเมินการเกิดโรคเหี่ยวเหลืองของเมล่อนที่ปลูกในโรงเรือน

การประเมินความรุนแรงของการเกิดโรค

ทำการประเมินอาการของโรคเหี่ยวเมล่อน โดยมีเกณฑ์คะแนนการเกิดโรค 0-4 ตามวิธีของ Abdalla (1986) และ Aegerter *et al*.(2000) คือ

0 คือ ไม่เกิดโรค
1 คือ แสดงอาการเหี่ยว 1-25 เปอร์เซ็นต์
2 คือ แสดงอาการเหี่ยว 26-50 เปอร์เซ็นต์
3 คือ แสดงอาการเหี่ยว 51-75 เปอร์เซ็นต์
4 คือ แสดงอาการเหี่ยว 76-100 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

ผลของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าเมล่อนสายพันธุ์คูนามิที่อายุ 15 วัน

ผลการแช่เมล็ดพันธุ์เมล่อนสายพันธุ์คูนามิด้วยกรรมวิธีต่างๆ เมื่อต้นกล้าเมล่อนมีอายุ 15 วันพบว่า การแช่เมล็ดเมล็ดเมล่อนด้วย *T. asperellum* และ *B. subtillus* ต้นกล้าเมล่อนมีความสูงมากที่สุด คือ 7.90 และ 7.65 เซนติเมตร และการแช่เมล็ดเมล่อนด้วย *T. asperellum* ต้นกล้าเมล่อนมีความยาวรากมากที่สุด 7.25 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีควบคุม (Table 1)

Table 1 Effect of antagonistic microorganism on plant height and root length of Konami melon at 15 days.

Treatment	Height (cm)	Root length (cm)
Control	6.67b	5.75c
T. asperellum	7.90a	7.25a
B. subtillus	7.65a	6.35b
F-test	**	**
C.V.(%)	7.23	7.17

** = means with different letters are significant difference ($p \geq 0.01$) by DMRT

ผลของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการเจริญเติบโตของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิ

จากการวัดการเจริญเติบโตของต้นเมล่อนที่อายุ 50 วัน พบว่าการใช้ *T. asperellum* และ *B. subtillus* เมล่อนมีความสูงของต้นมากที่สุด คือ196.72 และ 198.27 เซนติเมตร ตามลำดับ เมล่อนมีความกว้างใบ 23.40 และ 23.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ความยาวใบ 27.10 และ 26.40 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยทางสถิติ (Table 2)

Table 2 Effect of antagonistic microorganisms on growth in plant height, leaf width, leaf length, male and female flowers of Konami melon at 50 days after transplanting.

Treatment	Plant height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Male flowers(no.)	Female flowers(no.)
Control	186.52b	20.50b	24.10b	11.4	5.50b
T. asperellum	196.72a	23.40a	27.10a	11.6	6.10a
B. subtillus	198.27a	23.00a	26.40a	12	6.20a
F-test	**	**	**	ns	**
C.V.(%)	1.48	7.48	6.23	5.42	10.75

ns= non-significant difference, *,** = means with different letters are significant difference by DMRT at $p \leq 0.05$ and $p \geq 0.01$, respectively

ผลของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อคุณภาพผลผลิตของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิ

คุณภาพผลผลิตเมล่อนสายพันธุ์คูนามิหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า การใช้ *T.asperellum* และ *B. subtillus* ส่งผลให้เมล่อนมีเส้นรอบวงของผลมากที่สุด 45.40 และ 44.77 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิต 1.96 และ 2.05 กิโลกรัม เมล่อนมีความหนาของเนื้อมากที่สุด 27.12 และ 27.08 มิลลิเมตร มีความหนาของเปลือกน้อยที่สุด 9.13 และ 9.50 มิลลิเมตร มีค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด 12.10 และ 12.20 องศาบริกซ์ค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด 1.87 และ 1.89 นิวตัน และมีค่าไนเตรทสะสมน้อยที่สุด 135.00 และ136.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีควบคุม (Table 3)

Table 3 Effect of antagonistic microorganism on fruit perimeter, fruit weight, pulp thickness, skin thickness, total soluble solids (TSS), firmness and titratable acidity (TA) of Konami melon.

Treatment	Fruit perimeter (cm)	Fruit weight (kg)	Pulp thickness(mm)	Skin thickness(mm)	TSS (°Brix)	Firmness (N)	TA (mg/kg)
Control	44.25b	1.84b	24.85b	11.36a	11.50b	1.67b	167.00a
T. asperellum	45.40a	1.96ab	27.12a	9.13b	12.10a	1.87a	135.00b
B. subtillus	44.77ab	2.05a	27.08a	9.50b	12.20a	1.89a	136.00b
F-test	*	*	**	**	**	**	**
C.V.(%)	2.13	7.76	5.06	9.92	5.35	10.29	8.01

ns= non-significant difference, *,** = means with different letters are significant difference by DMRT at $p \leq 0.05$ and $p \geq 0.01$, respectively

การสำรวจการเกิดโรคของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิ

จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างโรคของเมล่อนในโรงเรือนปลูกเมล่อนของเกษตรกร พบว่า อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเมล่อนของเกษตรกรที่ปลูกในโรงเรือน คือ อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับใบ ได้แก่ อาการใบจุด รานำ้ค้าง อาการใบด่าง อาการใบไหม้ โรคราดำ รองลงมาคือ อาการที่เกิดบริเวณลำต้นทำให้ลำต้นไหม้ และอาการที่เกิดกับผลในระยะสร้างตาข่ายที่มีอาการผลแตก มีเชื้อราเข้าทำลายบริเวณแผลที่เรียกว่า โรคผลแตก โรคผลเน่า และอาการเหี่ยว โดยมีลักษณะอาการของโรคต่างๆ ดังนี้

Agricultural Science and Management J. 8 (1) : 70-77 (2025)

Figure 1 Diseases of melons found in farmers' greenhouses; A: Leaf spot B: Downy mildew C: Yellow leaf spot D: Cucumber mosaic vrus E: Leaf blight F: Sooty mold G: Wilt disease H: Fruit cracking symptoms I: Fruit rot J: Fruit rot

ลักษณะแผลเป็นวงตรงกลางแผลสีน้ำตาล บริเวณขอบแผลมีสีเหลือง (halo) (Figure 1 -A) โรคราน้ำค้าง ลักษณะอาการใบจุดเหลืองบริเวณผิวใบ ลักษณะแผลเป็นจุดเหลี่ยม เมื่อใบแก่จะเกิดอาการใบไหม้กระจายทั่วทั้งแผ่นใบ (Figure 1-B) โรคใบด่างเหลือง อาการที่พบคือ เส้นใบใส แล้วเปลี่ยนเป็นใบด่าง ผิวใบขรุขระ มีแมลงพาหะคือเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนฝ้าย (Figure 1-C) โรคใบด่างแตง อาการที่พบคือ ใบเมล่อนมีอาการด่างเขียวอ่อนสลับเขียวเข้ม มีอาการใบบิดเบี้ยว เนื้อใบไม่เจริญเติบโต เมื่อใบแก่จะพบอาการจุดแผลตายที่ใบ (Figure 1-D) อาการใบไหม้เกิดจากการพ่นวัคซีนพืชเพื่อป้องกันไวรัส จึงทำให้เกิดอาการใบไหม้ที่บริเวณผิวใบ แต่ไม่พบเชื้อสาเหตุโรค (Figure 1-E) โรคราดำ พบเขม่าราสีดำกระจายทั่วทั้งแผ่น พบการระบาดจำนวน 1 ใน 3 ของพื้นที่ปลูกเมล่อนในโรงเรือน เนื่องเกิดพายุฝนทำให้หลังจากโรงเรือนรั่ว การระบาดเกิดขึ้นบริเวณหลังคาโรงเรือนที่รั่ว (Figure 1-F) โรคเหี่ยว เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. เข้าทำลายที่บริเวณรากของต้นเมล่อน ทำเมล่อนมีลักษณะใบเหี่ยวเหลือง (Figure 1-G) อาการผลแตกพบที่บริเวณก้น เริ่มจากผลมีรอยปริ และเกิดแผลฉ่ำน้ำบริเวณรอบๆแผลแตก อาการผลแตกมีสาเหตุมาจากเมล่อนได้รับน้ำในปริมาณที่มากเกินไป พบอาการผลแตกของเมล่อนในบริเวณโรงเรือนที่หลังคารั่ว (Figure 1-H) โรคผลเน่า พบอาการบริเวณรอบๆ ขั้ว หรือก้านผล และบริเวณก้นผลที่มีรอยแตก พบเส้นใยเชื้อราสีขาวขึ้นฟูบริเวณแผล เมื่อนำเส้นใยมาส่องใต้กล้องพบลักษณะสปอร์ของเชื้อรา *Fusarium* sp. (Figure 1-I) และโรคผลเน่า (Fruit rot) พบเส้นใยสีเทาเข้มขึ้นคลุมทั่วทั้งผลที่เน่า เมื่อแผลขยายจะปรากฏ fruiting body เป็นจุดสีดำเล็กๆ (Figure 1-J)

ผลของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการเกิดโรคเหี่ยวของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิ

การประเมินการเกิดโรคเหี่ยวของเมล่อนสายพันธุ์คูนามิก่อนระยะเก็บเกี่ยวพบว่า ทุกกรรมวิธีมีระดับการเกิดโรคที่ไม่แตกต่างกัน มีคะแนนการเกิดโรคอยู่ระหว่าง 3.2 – 3.8 คิดเป็น 80% และกรรมวิธีควบคุมมีดัชนีการเกิดโรคสูงที่สุดระดับ 3.8 คิดเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

Table 4 Disease severity level and disease index of Konami melon in greenhouse

Treatment	Disease severity level	Disease index (%)
Control	3.8	95
T. asperellum	3.2	80
B. subtillus	3.2	80
F-test	ns	
C.V.(%)	18.6	

ns= non-significant at p>0.05

วิจารณ์

การใช้ *T. asperellum* และ *B. subtillus* แช่เมล็ดเมล่อนก่อนปลูก ส่งผลให้ต้นกล้าเมล่อนสายพันธุ์คูนามิมีความสูงของเมล่อนในระยะต้นกล้า เพิ่มความสูงของต้นเมล่อนในระยะสร้างผลผลิตที่เมล่อนอายุ 50 วัน เพิ่มความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนดอกตัวเมีย ในระยะเก็บเกี่ยว ช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิตเมล่อน โดยเพิ่มขนาดเส้นรอบวงของผล น้ำหนักผล เพิ่มความหนาของเนื้อ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงที่สุด ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อเมล่อน และมีการสะสมไนเตรทในผลน้อยที่สุด ซึ่ง *T. asperellum* และ *B. subtillus* เป็นจุลินทรีย์มีคุณสมบัติในการควบคุมโรคพืช คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของ *T. asperellum* คือ การสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช คือ จิบเบอเรลลิน (GA) ซึ่งสอดคล้องกับ Kangsopa *et al.* (2021) และ Kangsopa *et al.* (2022) ที่รายงานว่า การไพรม์เมล็ดคะน้าด้วย *T. asperellum* เป็นวิธีที่กระตุ้นการงอกของเมล็ดและช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดคะน้าที่เพิ่มมากขึ้น และการไพรม์เมล็ดผักกาดหอมด้วย *B. subtillus* ช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดผักกาดหอมมีความงอกดีขึ้น โดยช่วยเพิ่มความสูงของต้น ความยาวของราก และส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าให้ต้นกล้ามีคุณภาพดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้มีกลไกที่สำคัญ คือ สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ลำต้น และลดการเกิดโรค ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Nuangmek *et al.* (2014) พบว่าการใช้ *Trichoderma* sp. รองก้นหลุมก่อนปลูกแคนตาลูป ส่งผลให้แคนตาลูปมีการเจริญเติบโตทางลำต้นในด้านความสูงและจำนวนข้อมากที่สุด การใช้ *T. asperellum* และ *B. subtillus* มีระดับการเกิดโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewnamarng *et al.* (2017) ที่คัดเลือกไรโซแบคทีเรียจากดินบริเวณรากของเมล่อนที่พบว่าแบคทีเรียที่แยกได้นั้นมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมเชื้อแบคทีเรีย *Acidovorax citrulli* สาเหตุโรคผลเน่าของเมล่อน ซึ่ง *B. subtillus* เป็นแบคทีเรียที่มีบทบาทในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช จึงเป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและ การป้องกันโรคพืชในพืชชนิดอื่นได้ ในส่วนของเชื้อรา *T. asperellum* เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช และสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืช นอกจากนี้เชื้อราไตรโคเดอร์มายังมีกลไกอื่นๆ ที่สำคัญ เช่น การสร้างสารปฏิชีวนะ การแข่งขัน การเป็นปรสิต และการชักนำให้พืชเกิดความต้านทาน Kulsai *et al.* (2021) รายงานว่า การใช้เชื้อรา *Trichoderma* sp. มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคต้นแตกยางไหลของเมล่อน สามารถผลิตเอนไซม์ไคติเนส และส่งเสริมให้ต้นกล้าเมล่อนมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีการนำเชื้อราไตรโคเดอร์มามาใช้ในการควบคุมโรคพืช และการผลิตเพื่อจำหน่ายอย่างแพร่หลาย

สรุป

การใช้ *T. asperellum* และ *B. subtillus* แช่เมล็ดเมล่อนก่อนปลูก ส่งผลให้ต้นกล้าเมล่อนสายพันธุ์คูนามิมีความสูงของเมล่อนในระยะต้นกล้า ช่วยเพิ่มความสูงของต้นกล้าเมล่อนที่อายุ 15 วัน และเพิ่มความสูงของต้นเมล่อนในระยะสร้างผลผลิตที่เมล่อนอายุ 50 วัน เพิ่มความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนดอกตัวเมีย ในระยะเก็บเกี่ยว ช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิตเมล่อน โดยเพิ่มขนาดเส้นรอบวงของผล น้ำหนักผล เพิ่มความหนาของเนื้อ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมากที่สุด ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อเมล่อน และมีการสะสมไนเตรทในผลน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุน Fundamental Fund ประเภท Basic Research Fund ปีงบประมาณ 2566 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. จิระเดช แจ่มสว่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ศูนย์บริการและพัฒนาลุ่มน้ำป่าสักตามพระราชดำริ (ท่าโป่งแดง) จังหวัดแม่ฮ่องสอน และสำนักงานเกษตรจังหวัดแม่ฮ่องสอน

เอกสารอ้างอิง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2564. คู่มือหรือมาตรฐานการปฏิบัติงาน-การปลูกเมล่อน. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 16 หน้า

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี. 2560. ข้อมูลเพื่อการวางแผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์รายสินค้าของจังหวัดสุพรรณบุรี ปี 2560. 33 หน้า

Abdalla, M. Y. 1986. Isolation and characterization of species and ranges of *Colletotrichum* occurring on alfalfa. Ph. D., Thesis, the Graduate school of the Ohio state University. 68 p.

Aegerter. B.J., T.R. Gordon and R. M. Davis. 2000. Occurrence and pathogenicity of fungi associated with melon root rot and Vine decline in California. Plant Disease 84: 224-230.

Apiraticha, A., K. Nooprom and S. Sornprasit. 2019. Growth and yield of 4 muskmelon varieties cultivated under greenhouse condition in Songkhla province. Thai Science and Technology Journal 28(8): 1450-1461.

Gnanamanickam, S.S. 2002. Biological Control of Crop Diseases. Marcel Dekker, Inc. New York. 468 p.

Kangsopa, J., P. Jeephet and S. Chantain. 2021. Seed priming with *Bacillus subtillus* on germination and seedlings growth of lettuce (Lactuca sativa). Recent Science and Technology (RST) 13(2): 393-407.

Kangsopa, J., A. Singsopa, N. Thawong and S. Chantain. 2022. Micro-nano bubble: Seed priming with *Trichoderma asperellum* on germination, vigor and seedling growth on Chinese kale (*Brassica alboglabra*). Bruapha Science Journal 27(2): 1083-1101.

Kaewnamarng, S., A. Akarapisan and O. Ruangwong. 2017. Selection of Rhizobacteria to control bacterial fruit blotch of melon. Journal of Agriculture 34(2): 193-204.

Kulsai, S., P. Plodpai and C. Nualsri. 2021. Screening of *Trichoderma* spp. For controlling gummy stem blight disease on melon. Khon Kaen Agriculture Journal 49(1) : 832-837.

Nuangmek, W., P. Papong and M. Titayavan. 2014. Effect of *Trichoderma* sp. on growth and disease control of cantaloupe (*Cucumis melo*) in the field. Khon Kaen Agriculture Journal 42(3) : 680-685.

การประเมินคุณภาพผลและปริมาณวิตามินซีในฝรั่งชนิดรับประทานผลสดเนื้อสีแดง 8 พันธุ์

Evaluation of Fruit Quality and Ascorbic Acid Content of 8 Red Dessert-type Guava Cultivars

ดรุณี ถาวรเจริญ[1*] เรืองศักดิ์ กมขุนทด[1] กัลยาณี สุวิทวัส[1] ขวัญหทัย ทะนงจิตร[1] พิมพ์นิภา เพ็งช่าง[1] วิมลวรรณ ชอบสอาด[1] และพัชรียา บุญกอแก้ว[1]

Darunee Thawornchareon[1*], Ruangsak Komkhuntod[1], Kunlayanee Suvittawat[1], Kwanhathai Tanongjid[1], Pimnipa Phengchang[1] Wimonwan Chobsa-ard[1] and Patchareeya Boonkorkaew[1]

Received: October 19, 2023
Revised: December 6, 2023
Accepted: December 12, 2023

Abstract: The data on quality of red dessert-type guava is important for breeding. especially the process of selecting parents to create hybrids that have increased fruit quality. Therefore, the quality of 8 guava varieties including Hong Bao Shi, Hong Zhuan Shi, Tangmo, Hongxinpala, Fern Hong Mi, Chompoo Pantip, Khaimukdaeng and Samsikrob was evaluated. It was found that fruit weight, seed cavity weight, percentage of recovery of fresh fruit, flesh thickness, firmness, total soluble solids and ascorbic acid content were statistically significant difference ($P < 0.05$). Hong Bao Shi had the highest of recovery of fresh fruit of 76.87 %, Chompoo Pantip had the highest total soluble solids of 13.82 ºbrix and Fern Hong Mi had the highest ascorbic acid content of 213.05 mg/100g fresh weight. Titratable acidity was no statistical difference ($P > 0.05$). This data is also useful to consumers and farmers.

Keywords: *Psidium guajava* L., breeding, antioxidant, phytochemicals

บทคัดย่อ: ข้อมูลคุณภาพผลของฝรั่งรับประทานผลสดสีแดงมีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะขั้นตอนการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์เพื่อสร้างลูกผสมที่มีคุณภาพผลเพิ่มขึ้น จึงได้ประเมินคุณภาพผลฝรั่งจำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่ หงเป่าสือ หงจ้วนสือ แตงโม หงซินปาล่า เฟินหงมี่ ชมพูพันทิพ ไข่มุกแดง และสามสีกรอบ พบว่า น้ำหนักผล น้ำหนักไส้ เปอร์เซ็นต์ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณวิตามินซี มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ฝรั่งพันธุ์หงเป่าสือมีปริมาณเนื้อที่สามารถรับประทานได้มากที่สุดถึง 76.87 เปอร์เซ็นต์ ชมพูพันทิพมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด 13.82 องศาบริกซ์ และเฟินหงมี่มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด 213.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยข้อมูลนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค และเกษตรกรด้วย

คำสำคัญ: : ฝรั่ง, การปรับปรุงพันธุ์, สารต้านอนุมูลอิสระ, สารพฤกษเคมี

---

[1] สถานีวิจัยปากช่อง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

[1] Pak Chong Research Station, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand

*Corresponding author : fagrdnth@ku.ac.th

คำนำ

ฝรั่งเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน และอบอุ่นของทวีปอเมริกาใต้บริเวณประเทศเม็กซิโกถึงเปรู และแพร่ กระจายไปในเขตร้อนทั่วโลก (Cobley, 1956; Menzel, 1985) ฝรั่งถูกนำเข้าสู่ประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2230 โดยลาลูแบร์ (ไพโรจน์, 2540) ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกไปทั่วประเทศ แหล่งปลูกที่สำคัญของไทยได้แก่ นครปฐม ราชบุรี สมุทรสาคร และทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกจำนวนมาก เช่น นครราชสีมา บุรีรัมย์ ชัยภูมิ ขอนแก่น ศรีสะเกษ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกประมาณ 5,200 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) โดยพันธุ์ฝรั่งรับประทานผลสดมีการปลูกแพร่หลายในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์จากต่างประเทศ มีทั้งในกลุ่มเนื้อสีขาว เช่น กิมจู สุ่ยมี่ และกลุ่มเนื้อสีแดง เช่น หงเป่าสือ เฟินหงมี่ แตงโม แนวโน้มในปัจจุบันพบว่า ผู้บริโภคหันมาใส่ใจสุขภาพ จึงทำให้มีการบริโภคผลไม้และผักเพิ่มมากขึ้น โดยเกณฑ์ตัดสินใจในการเลือกซื้อผักผลไม้ที่สำคัญนอกจากรสชาติ คือ มีคุณค่าอาหารหรือเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ฝรั่งเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากมีสารอาหารหลายชนิด เช่น วิตามินซี สารประกอบฟีโนลิค (Thaipong and Boonprakob, 2006) โดยเฉพาะฝรั่งรับประทานผลสดเนื้อสีแดงที่มีสีสันดึงดูดผู้บริโภค

วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) เป็นวิตามินที่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ สามารถรับวิตามินซีจากการรับประทาน พบได้ในผักและผลไม้หลายชนิด โดยเฉพาะฝรั่ง (Youssef and Ibrahim, 2016) วิตามินซี มีประโยชน์ต่อร่างกายของมนุษย์ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงช่วยปกป้องเซลล์ ทำให้เซลล์อยู่ในสภาวะปกติ ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคภูมิคุ้มกัน โรคเบาหวาน โรคเลือดออกตามไรฟันและความผิดปกติของร่างกายได้ (Hancock and Viola, 2005) นอกจากนี้มีรายงานว่าการบริโภควิตามินซีปริมาณเพิ่มขึ้น จะช่วยลำเลียงกรดไขมันเปลี่ยนเป็นพลังงาน ช่วยให้ผิวพรรณดี และยังทำให้ระดับโคเลสเตอรอลในหลอดเลือดลดลงได้ (Levine *et al.*, 2001)

จากคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาตินี้ ทำให้ทั้งนักวิจัยและผู้บริโภคสนใจถึงคุณประโยชน์ในผักและผลไม้ต่างๆ ฝรั่งเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะกลุ่มผู้รักสุขภาพ สามารถปลูกได้ทั่วไป ให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี ฝรั่งรับประทานผลสดที่มีคุณภาพผลดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จะสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลายชนิด ทั้งยังเป็นการส่งเสริมสุขภาพให้แก่ผู้บริโภคได้ ในการปรับปรุงพันธุ์ฝรั่งรับประทานผลสดเนื้อสีแดงให้ได้พันธุ์ดีนั้นจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรม โดยในปี 2564 ได้มีการรวบรวมพันธุ์ฝรั่งบางส่วน มาปลูกทดสอบพันธุ์ ในแปลงสาธิตการผลิตและทดสอบพันธุ์ฝรั่ง ณ สถานีวิจัยปากช่อง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครราชสีมา แต่ยังไม่มีข้อมูลเชื้อพันธุกรรมในฝรั่งเนื้อสีแดง จึงได้ประเมินคุณภาพผลและปริมาณวิตามินซีในเชื้อพันธุกรรมฝรั่งที่รวบรวม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บเกี่ยวผลฝรั่ง พันธุ์ และการปฏิบัติดูแลรักษา

ดำเนินการเก็บตัวอย่างผลฝรั่งชนิดรับประทานสดกลุ่มเนื้อสีแดง เลือกผลที่อยู่ในระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสำหรับการรับประทานผลสด (อายุประมาณ 17-19 สัปดาห์ หลังดอกบาน) จำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่ หงเป่าสือ (Hong Bao Shi) หงจ้วนสือ (Hong Zhuan Shi) แตงโม (Tangmo) หงซินปาล่า (Hongxinpala) เฟินหงมี่ (Fern Hong Mi) ชมพูพันทิพ (Chompoo Pantip), ไข่มุกแดง (Khaimukdaeng) และสามสีกรอบ (Samsikrob) จากแปลงทดสอบพันธุ์ฝรั่ง ณ สถานีวิจัยปากช่อง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครราชสีมา ที่รวบรวมพันธุ์ไว้ เมื่อปี พ.ศ. 2564 อายุต้นประมาณ 2 ปี การปฏิบัติดูแลรักษาเพื่อให้ออกดอกและติดผลด้วยการตัดแต่งกิ่ง ในเดือน

มกราคม 2566 ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยในระยะบำรุงต้นก่อนตัดแต่งกิ่งถึงก่อนห่อผลผลิต ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 21-7-14 อัตรา 50-100 กรัมต่อต้นต่อเดือน แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และมูลวัวนม 20 กิโลกรัมต่อต้น จำนวน 1 ครั้งก่อนตัดแต่งกิ่ง ระยะบำรุงผลถึงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 15 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 100-150 กรัมต่อต้นต่อเดือน แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565) การให้น้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 50 ลิตรต่อต้น ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตงดน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช โดยการพ่นสารเคมีตามอาการของโรค และชนิดแมลงที่พบตามอัตราที่แนะนำ และนำผลฝรั่งพันธุ์ละ 5 ผล มาวิเคราะห์คุณภาพผลในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566

การประเมินคุณภาพผลและปริมาณวิตามินซี

- สีเปลือกและสีเนื้อ โดยผ่าครึ่งผลตามแนวยาวของผล จากนั้นวัดสีผิวของผลฝรั่งบริเวณส่วนกลางรอยผ่าด้วยแผ่นเทียบสีของ The Royal Horticultural Society

- น้ำหนักผลและน้ำหนักไส้ผล (กรัม) ชั่งน้ำหนักผลและน้ำหนักไส้ผลด้วยเครื่องชั่ง (SK-5001, AND, Japan)

- ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ (เฉพาะเปลือกและเนื้อไม่รวมส่วนไส้ผลทั้งหมด)

$$\text{คำนวณจากสูตร} = \frac{\text{น้ำหนักผลที่รับประทานได้}}{\text{น้ำหนักผลทั้งหมด}} \times 100$$

- ความหนาเนื้อ (เซนติเมตร) วัดบริเวณกลางรอยผ่าทั้ง 2 ด้าน (กลางผล) ด้วย Vernier caliper (Digital caliper 150 mm (6"), Oudi, Japan)

- ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) วัดความแน่นเนื้อบริเวณส่วนกลางรอยผ่าทั้งสองด้าน ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อของผลไม้ (FHR-5, N.O.W.,Japan) ด้วยหัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ค่าที่วัดได้ คือ กิโลกรัม จากนั้นนำไปหาค่าเฉลี่ยแล้วแปลงหน่วยเป็นนิวตัน โดยคูณด้วย 9.807

- การประเมินปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณวิตามินซี เตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์รวมกันทั้งในส่วนของเปลือกและเนื้อผลฝรั่ง โดยขูดจากด้านเปลือกลึกไปถึงเนื้อผลด้านในสุดตามความหนาเนื้อ จากบริเวณส่วนขั้วผลถึงปลายผลตามแนวยาว นำไปวิเคราะห์ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซี โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids: TSS) บันทึกปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด โดยนำน้ำคั้นมาวัดด้วย hand refractometer (PAL-1, ATAGO, Japan) บันทึกผลเป็นองศาบริกซ์

- ปริมาณกรด (titratable acidity: TA) บันทึกปริมาณกรดโดยใช้น้ำคั้นปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตด้วยบิวเรตต์ โดยใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล มีฟีนอล์ฟทาลีนความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนสารละลายเป็นสีชมพู นำไปคำนวณปริมาณด่างที่ใช้เป็นร้อยละของปริมาณกรด ดังนี้

$$\text{TA (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{N NaOH}^{1} \times \text{NaOH (มิลลิลิตร)}2 \times \text{meq. wt. citric acid}^{3} \times 100}{\text{ปริมาตรของน้ำคั้นที่ใช้ (มิลลิลิตร)}}$$

เมื่อ 1 คือความเข้มข้นของ NaOH เท่ากับ 0.1 นอร์มอล

2 คือปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรท

3 คือ meq. wt. citric acid มีค่าเท่ากับ 0.06404

- ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid: AA) นำน้ำคั้นมาวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีโดยใช้วิธี 2,6-dichlorophenol indophenol titration method (AOAC, 1990) คำนวณปริมาณ ascorbic acid เทียบกับ L-ascorbic acid ซึ่งใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

การวิเคราะห์ผลทางสถิต

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 5 ซ้ำต่อพันธุ์ ซ้ำละ 1 ผล วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test

ผลการทดลองและวิจารณ์

การประเมินคุณภาพผลและปริมาณวิตามินซีในฝรั่งชนิดรับประทานผลสดเนื้อสีแดง 8 พันธุ์ พบว่า เปลือกผลฝรั่งหงเป่าสือ หงจ้วนสือ แตงโม หงชินปาล่า เฟินหงมี่ ชมพูพันทิพ และสามสีกรอบ มีสีเปลือก Yellow-Green Group 154 D และไข่มุกแดง มีสีเปลือก Yellow-Green Group 145 B เนื้อผลฝรั่งสามสีกรอบมีสี Red Group 49C ซึ่งมีสีแดงอ่อนกว่าฝรั่งอีก 7 พันธุ์อย่างชัดเจน และลักษณะสีเนื้อที่มีสีแดงอ่อนนี้ยังสอดคล้องกับปริมาณวิตามินซีที่น้อยกว่าฝรั่งอีก 7 พันธุ์ที่มีเนื้อผลสีแดงเข้มกว่าด้วย (Figure 1) ฝรั่งหงเป่าสือ มีสีเนื้อ Red Group 50 B ชมพูพันทิพและไข่มุกแดง มีสีเนื้อ Red Group 50 C ส่วนในพันธุ์อื่นๆ อีก 4 พันธุ์มีสีเนื้อ Red Group 52B (Table 1, Figure 1) อีกทั้งยังพบว่า น้ำหนักผล น้ำหนักไส้ มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 1) ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณวิตามินซี มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนปริมาณกรดไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (Table 2)

น้ำหนักผล ในฝรั่งรับประทานผลสดทั้ง 8 พันธุ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า มีน้ำหนักผลอยู่ในช่วง 213.33-491.00 กรัม โดยฝรั่งพันธุ์หงเป่าสือ (491.00 กรัม) และเฟินหงมี่ (481.25 กรัม) มีน้ำหนักผลมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ แตงโม (281.00 กรัม) สามสีกรอบ (281.00 กรัม) หงจ้วนสือ (272.00 กรัม) และไข่มุกแดง (266.00 กรัม) ทั้งยังพบว่า ฝรั่งพันธุ์ชมพูพันทิพ (215.00 กรัม) และหงชินปาล่ามีค่าน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 213.33 กรัม เมื่อพิจารณาผลการทดลองเปรียบเทียบกับมาตารฐานสินค้าเกษตรฝรั่ง พ.ศ. 2553 ได้ใช้น้ำหนักผลในการพิจารณาขนาดผลพบว่า ฝรั่งทั้ง 8 พันธุ์ มีขนาดผลอยู่ในช่วง รหัสขนาด 1 ถึง 5 (น้ำหนักผลอยู่ในช่วง มากกว่า 150 ถึง มากกว่า 450 กรัมต่อผล) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2566)

น้ำหนักไส้ผล ในฝรั่งรับประทานผลสดทั้ง 8 พันธุ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า มีน้ำหนักไส้ผลอยู่ในช่วง 36.67-64.00 กรัม โดยฝรั่งพันธุ์สามสีกรอบมีน้ำหนักไส้ผลมากที่สุด 64.00 กรัม รองลงมา ได้แก่ แตงโม (60.00 กรัม) เฟินหงมี่ (56.25 กรัม) ชมพูพันทิพ (51.00 กรัม) หงจ้วนสือ (50.00 กรัม) หงเป่าสือ (49.00 กรัม) และไข่มุกแดง (48.00 กรัม) ทั้งยังพบว่า ฝรั่งพันธุ์หงชินปาล่ามีค่าน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 36.67 กรัม (Table 1)

ปริมาณเนื้อที่สามารถรับประทานได้ในฝรั่งรับประทานผลสดทั้ง 8 พันธุ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า มีปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ อยู่ในช่วง 28.53-76.87 เปอร์เซ็นต์ ฝรั่งพันธุ์หงเป่าสือ (76.87 เปอร์เซ็นต์) และเฟินหงมี่ (73.91 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณเนื้อที่สามารถรับประทานได้มากที่สุด แสดงให้เห็นว่าฝรั่งทั้ง 2 พันธุ์ มีปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ต่อผลมากกว่าฝรั่งอีก 6 พันธุ์มาก รองลงมา ได้แก่ หงจ้วนสือ (38.61 เปอร์เซ็นต์) แตงโม (38.43 เปอร์เซ็นต์) ไข่มุกแดง (37.91 เปอร์เซ็นต์) สามสีกรอบ (37.74 เปอร์เซ็นต์) หงชินปาล่า (30.72 เปอร์เซ็นต์) และชมพูพันทิพมีค่าเท่ากับ 28.53 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ในฝรั่งมีค่าค่อนข้างสอดคล้องกับน้ำหนักผลหรือขนาดของผลฝรั่ง เช่น ในฝรั่งพันธุ์หงเป่าสือ และเฟินหงมี่ที่มีทั้งน้ำหนักผลและปริมาณเนื้อที่สามารถรับประทานได้มากที่สุดด้วย (Table 1, 2)

ความหนาเนื้อ ในฝรั่งรับประทานผลสดทั้ง 8 พันธุ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า มีความหนาเนื้ออยู่ในช่วง 1.54-2.95 เซนติเมตร ฝรั่งพันธุ์หงเป่าสือ (2.95 เซนติเมตร) และเฟินหงมี่ (2.72 เซนติเมตร) มีความหนาเนื้อมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ หงจ้วนสือ (1.90 เซนติเมตร) แตงโม (1.75 เซนติเมตร) ไข่มุกแดง (1.68 เซนติเมตร) สามสีกรอบ

(1.60 เซนติเมตร) หงชินปาล่า (1.57เซนติเมตร) และชมพูพันทิพ (1.54 เซนติเมตร) จะเห็นได้ว่าความหนาเนื้อจะสอดคล้องกับปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ในฝรั่งทั้ง 8 พันธุ์ ซึ่งหากสามารถปรับปรุงพันธุ์ฝรั่งให้มีความหนาเนื้อเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ของผลฝรั่งเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

ความแน่นเนื้อ ในฝรั่งรับประทานผลสดทั้ง 8 พันธุ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า มีความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 21.58-33.15 นิวตัน ฝรั่งพันธุ์หงจ้วนสือ (33.15 นิวตัน) สามสีกรอบ (31.97 นิวตัน) หงชินปาล่า (31.71 นิวตัน) มีความแน่นเนื้อมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ แตงโม (29.24 นิวตัน) ไข่มุกแดง (25.69 นิวตัน) และชมพูพันทิพ (23.93 นิวตัน) อีกทั้งยังพบว่าฝรั่งพันธุ์เฟินหงมี่ (22.56 นิวตัน) และหงเป่าสือ (21.58 นิวตัน) มีค่าน้อยที่สุด ความแน่นเนื้อเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของฝรั่งรับประทานผลสด โดยฝรั่งรับประทานผลสดที่มีคุณภาพนอกจากไม่เน่าเสีย ไม่มีรอยช้ำ ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม หรือรสชาติผิดปกติ ไม่มีความเสียหายจากศัตรูพืช สะอาดปราศจากสิ่งเจือปนแล้ว ผลฝรั่งยังต้องมีความแน่นเนื้อด้วย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2566) ซึ่งความแน่นเนื้อที่มีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากพันธุ์ โดยมีการสลายโมเลกุลของอาหารสะสมและผนังเซลล์ เช่น เพคติน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินไม่เท่ากัน ทำให้ประสิทธิภาพการยึดตัวของเซลล์และความแข็งแรงของเนื้อเยื่อลดลงไม่เท่ากัน (ดนัย, 2556)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ในฝรั่งรับประทานผลสดทั้ง 8 พันธุ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 10.34-13.82 องศาบริกซ์ ฝรั่งพันธุ์ชมพูพันทิพ (13.82 องศาบริกซ์) และแตงโม (12.98 องศาบริกซ์) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ หงเป่าสือ (12.70 องศาบริกซ์) ไข่มุกแดง (12.42 องศาบริกซ์) หงชินปาล่า (12.10 องศาบริกซ์) และหงจ้วนสือ (11.92 องศาบริกซ์) ทั้งยังพบว่าฝรั่งพันธุ์เฟินหงมี่ (10.80 องศาบริกซ์) และสามสีกรอบ (10.34 องศาบริกซ์) มีค่าน้อยที่สุด โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของฝรั่งบริโภคผลสดควรมีค่า $\geq$ 8 องศาบริกซ์

ปริมาณกรด ในฝรั่งรับประทานผลสดทั้ง 8 พันธุ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) โดยฝรั่งทั้ง 8 พันธุ์ มีปริมาณกรดใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.36-0.50 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณวิตามินซี ในฝรั่งรับประทานผลสดทั้ง 8 พันธุ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า มีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 83.39-213.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ฝรั่งพันธุ์เฟินหงมี่ (213.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) และไข่มุกแดง (209.82 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ชมพูพันทิพ (196.91 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) หงจ้วนสือ (156.56 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) แตงโม (137.19 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) หงเป่าสือ (132.35 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) และสามสีกรอบ (92.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ทั้งยังพบว่าฝรั่งพันธุ์ หงชินปาล่า มีค่าน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 83.39 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (Table 2)

จากการตรวจเอกสารพบว่าวิตามินซีในฝรั่งเนื้อสีแดงทั้ง 8 พันธุ์ มีปริมาณมากกว่าในฝรั่งกลุ่มเนื้อสีขาวที่เป็นพันธุ์การค้าในประเทศไทย เช่น พันธุ์กิมจูและแป้นสีทอง ที่มีค่าเพียง 42.50 และ 70.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสดตามลำดับ และฝรั่งเนื้อสีแดงพันธุ์เฟินหงมี่ ไข่มุกแดง ชมพูพันทิพ และหงจ้วนสือ พบว่า มีปริมาณวิตามินซีที่ดีกว่าในฝรั่งกลุ่มสีม่วงแดงอีก 2 พันธุ์ ได้แก่ แดงสยาม และแดงอ่างขางที่มีค่า 154.50 และ153.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (สุพรรณิกา และคณะ, 2554) การประเมินคุณภาพผล และปริมาณวิตามินซีในผลฝรั่งทั้ง 8 พันธุ์ พบว่า มีความ แตกต่างทางสถิติในเกือบทุกลักษณะที่ได้ประเมิน ทั้งน้ำหนักผล น้ำหนักไส้ผล ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณวิตามินซี แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณกรด โดยข้อมูลนี้

สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูลด้านอื่นๆ ในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ เพื่อสร้างลูกผสมในงานปรับปรุงพันธุ์ฝรั่งได้ อีกทั้งข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้บริโภค เกษตรกร และผู้ที่สนใจทั่วไปในการเลือกใช้พันธุ์ฝรั่งต่อไป

Table 1 Means and S.D. of peel color, flesh color, fruit weight and seed cavity weight of 8 dessert-type guava cultivars

Cultivars	Peel color	Flesh color	Fruit weight (g)	Seed cavity weight (g)
Hong Bao Shi	Yellow-Green Group 154 D	Red Group 50 B	491.00±70.04$^{a1/}$	49.00±15.17$^{ab1/}$
Hong Zhuan Shi	Yellow-Green Group 154 D	Red Group 52 B	272.00±38.83^{bc}	50.00±12.25^{ab}
Taengmo	Yellow-Green Group 154 D	Red Group 52 B	281.00±43.21^{b}	60.00±15.81^{a}
Hongxinpala	Yellow-Green Group 154 D	Red Group 52 B	213.33±27.54^{c}	36.67±7.64^{b}
Fen Hong Mi	Yellow-Green Group 154 D	Red Group 52 B	481.25±65.24^{a}	56.25±4.79^{a}
Chomphupantip	Yellow-Green Group 154 D	Red Group 50 C	215.00±11.73^{c}	51.00±6.52^{ab}
Khaimukdaeng	Yellow-Green Group 145 B	Red Group 50 C	266.00 ±27.93^{bc}	48.00±2.74^{ab}
Samsikrob	Yellow-Green Group 154 D	Red Group 49 C	281.00±31.70^{b}	64.00±7.42^{a}
P-value			<0.01	0.03

$^{1/}$ Means with different letters within a column are significantly different (P<0.05) according to DMRT

Figure 1 Fruit characteristics of 8 red dessert-type guava cultivars.

Table 2 Means and S.D. of percentage of recovery of fresh fruit, flesh thickness, flesh firmness, total soluble solids, titratable acidity and ascorbic acid of 8 dessert-type guava cultivars

Cultivars	Percentage of recovery of fresh fruit (%)	Flesh thickness (cm)	Flesh firmness (N)	TSS (ºBrix)	TA (%)	AA (mg/100g)
Hong Bao Shi	76.87±9.98$^{a1/}$	2.95±0.19$^{a1/}$	21.58±4.22$^{c1/}$	12.70±2.12$^{ab1/}$	0.44±0.16	132.35±60.82$^{dc1/}$
Hong Zhuan Shi	38.61±5.31^{b}	1.90±0.22^{b}	33.15±2.72^{a}	11.92±1.61^{abc}	0.50±0.09	156.56±32.58^{bc}
Taengmo	38.43±5.62^{b}	1.75±0.52^{b}	29.24±3.61^{ab}	12.98±1.81^{a}	0.42±0.07	137.19±24.48^{dc}
Hongxinpala	30.72±3.51^{b}	1.57±0.45^{b}	31.71±2.47^{a}	12.10±0.40^{abc}	0.40±0.04	83.39±4.66^{e}
Fen Hong Mi	73.91±11.60^{a}	2.72±0.28^{a}	22.56±4.00^{c}	10.80±0.16^{c}	0.38±0.05	213.05±40.19^{a}
Chomphupantip	28.53±1.43^{b}	1.54± 0.14^{b}	23.93±2.46^{bc}	13.82±0.48^{a}	0.36±0.12	196.91±26.52^{ab}
Khaimukdaeng	37.91±4.94^{b}	1.68±0.13^{b}	25.69±4.35^{bc}	12.42±1.02^{ab}	0.43±0.07	209.82±6.75^{a}
Samsikrob	37.74±5.09^{b}	1.60±0.13^{b}	31.97±5.03^{a}	10.34±0.23^{c}	0.40±0.05	92.00±9.20^{de}
P-value	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.44	<0.01

*TSS = total soluble solids, TA = titratable acidity, AA = ascorbic acid content

1/ Means with different letters within a column are significantly different (P<0.05) according to DMRT

สรุป

การประเมินคุณภาพผลฝรั่งรับประทานผลสดเนื้อสีแดง จำนวน 8 พันธุ์ พบว่า ปริมาณกรดมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ลักษณะอื่นๆ มีความหลากหลายของคุณภาพผลทั้งลักษณะน้ำหนักผล น้ำหนักไส้ ปริมาณเนื้อที่รับประทานได้ ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณวิตามินซี จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่างานปรับปรุงพันธุ์ฝรั่งชนิดรับประทานผลสดให้มีการพัฒนาคุณภาพผลลักษณะที่ดีขึ้น มีสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปริมาณวิตามินซีในฝรั่งนั้นมีโอกาสประสบความสำเร็จ พบว่า ฝรั่งรับประทานผลสดเนื้อสีแดงที่มีปริมาณเนื้อที่สามารถรับประทานได้มากที่สุด คือ ฝรั่งพันธุ์หงเป่าสือ และเฟินหงมี่ ทั้งยังพบว่า ฝรั่งพันธุ์ เฟินหงมี่ และไข่มุกแดง มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด ข้อมูลนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค เกษตรกร และผู้ที่สนใจในการเลือกใช้พันธุ์ฝรั่งอีกด้วย และในอนาคตหากมีการประเมินคุณค่าทางโภชนาการในผลฝรั่ง อื่นๆ เพิ่มมากขึ้น น่าจะเป็นประโยชน์มากขึ้นกับผู้บริโภค โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคที่รับประทานผลไม้เพื่อสุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2566. สถิติฝรั่ง. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: https://production.doae.go.th/ (23 มิถุนายน 2566).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565. การปลูกฝรั่ง. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: https://eto.ku.ac.th/neweto/ebook/plant/tree_fruit/guava.pdf/ (5 ธันวาคม 2565).

ดนัย บุณยเกียรติ. 2556. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว ผลิตผลพืชสวน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. 352 หน้า.

ไพโรจน์ ผลประสิทธ์. 2540. รวมกลยุทธ์ฝรั่ง. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 95 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2566. มาตรฐานสินค้าเกษตร ฝรั่ง มกษ.16-2553. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: https://e-book.acfs.go.th/Book view/269 (1 ธันวาคม 2566).

สุพรรณิกา สงวนศิลป์ อุณารุจ บุญประกอบ และเกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์. 2554. กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ ฟีนอลิกฟลาโวนอยด์

และคุณภาพผลของฝรั่งชนิดรับประทานสด. วิทยาศาสตร์เกษตร 42(31/1) (พิเศษ): 579-582.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. George Banta, Washington, DC.

Cobley, L.S. 1956. Introduction to Botany of Tropical Crops. Longman Group, New York. 357 p.

Hancock, R.D. and R. Viola. 2005. Biosynthesis and catabolism of L-ascorbic acid in plants. Critical Reviews Plant Science 24(3): 167-188.

Levine, M., Y.H. Wang, S.J. Padayatty and J. Morrow. 2001. A new recommended dietary allowance of vitamin C for healthy young women. Proceedings of the National Academy of Sciences 98: 9842-9846.

Menzel, C.M. 1985. Guava: an exotic fruit with potential in Queensland. Queensland Agricultural Journal 111: 93-97.

Thaipong, K. and U. Boonprakob. 2006. Repeatability, optimal sample size of measurement and phenotypic correlations of quantitative traits in guava. Kasetsart Journal 40: 11-19.

Youssef, M. and R. Ibrahim. 2016. Molecular makers associa ted with high vitamin-c content in guava. Agricultural Chemistry and Biotechnology 7(3): 49-45.

อิทธิพลของปุ๋ยมูลค้างคาวที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแรดิชที่ปลูกในวัสดุปลูก

Effect of Bat Guano Fertilizer on Growth and Yield of Radish in Media Culture

ชมดาว ขำจริง[1*] และกนกวรรณ ใจเพชร[1]

Chomdao Khumjing[1] and Kanokwan Jaiphet[1]

Received: September 29, 2023
Revised: November 10, 2023
Accepted: December 18, 2023

Abstract: The objective of this research was to study the appropriate amount of bat guano fertilizer on the growth and yield of radish in media culture. The experiment was conducted in completely randomized design (CRD) with 4 replicates and 5 treatments as follows T1) no fertilizer (control) T2) chemical fertilizer formula 12-24-12 at 48 kg/rai (0.99 g/plant) T3) bat guano fertilizer 1,350 kg/rai (28 g/plant) T4) bat guano fertilizer 2,700 kg/rai (56 g/plant) and T5) bat guano fertilizer 4,050 kg/rai (84 g/plant). The results showed that applied with (56 g/plant) bat guano fertilizer gave the highest of average shoot height (19.08 cm), average canopy width (38.06 cm), average leaf greenness (38.84 SPAD UNIT), average leaf numbers (8.80 leaves) and average root length (41.88 mm), while the addition of chemical fertilizer formula 12-24-12 at 48 kg/rai (0.99 g/plant) had the highest in average root width (51.99 mm) and average root fresh weight (57.89 g). These results indicated that, using the bat guano fertilizer at the rate of 2,700 kg/rai was suitable for radish growth and yield in media culture.

Keywords: bat guano fertilizer, growth, yield, radish

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของปุ๋ยมูลค้างคาวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแรดิชที่ปลูกในวัสดุปลูก วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ซึ่งประกอบด้วย 5 ทรีทเมนต์ คือ ตำรับทดลองที่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) ตำรับทดลองที่ 2) ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) ตำรับทดลองที่ 3) ปุ๋ยมูลค้างคาว 1,350 กิโลกรัมต่อไร่ (28 กรัมต่อต้น) ตำรับทดลองที่ 4) ปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) และ ตำรับทดลองที่ 5) ปุ๋ยมูลค้างคาว 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น) ผลการวิจัยพบว่า แรดิชที่ได้รับปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) มีความสูงเฉลี่ยของต้น (19.08 เซนติเมตร) ความกว้างเฉลี่ยของทรงพุ่ม (38.06 เซนติเมตร) ค่าความเขียวเฉลี่ยของใบ (38.84 SPAD UNIT) จำนวนใบเฉลี่ย (8.80 ใบ) และความยาวเฉลี่ยของหัวแรดิช (41.88 มิลลิเมตร) ที่ดี ขณะที่แรดิชที่ได้รับปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) มีความกว้างเฉลี่ย (51.99 มิลลิเมตร) และน้ำหนักสดเฉลี่ยของหัวแรดิช (57.89 กรัม) มากที่สุด การใช้ปุ๋ยมูลค้างคาวที่อัตรา 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นอัตราที่เหมาะสม เนื่องจากส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของแรดิชที่ปลูกในวัสดุปลูกสูงใกล้เคียงกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากองค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ปุ๋ยมูลค้างคาว, การเจริญเติบโต, ผลผลิต, แรดิช

[1] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 76000

[1] Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, 76000, Thailand

* Corresponding author: Chomdao2526@gmail.com

คำนำ

แรดิช (radish) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Raphanus sativus* L. var. *radicula* เป็นพืชอายุสั้น ทรงพุ่มใบเล็ก มีรากสะสมอาหารอยู่ใต้ดิน ลักษณะกลมหรือรูปไข่ ผิวสีแดง เนื้อในสีขาว มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย ใช้ส่วนรากที่เป็นหัวอยู่ใต้ดิน มีสีแดงด้านบน ส่วนปลายด้านล่างจะมีสีขาวลักษณะรูปทรงคล้ายหัวไชเท้า แต่รูปทรงสั้นกว่าเพียงเล็กน้อย สามารถนำมากินสด ผัด ต้ม หรือลวกเป็นเครื่องเคียงต่างๆ ได้ ช่วยเพิ่มสีสันให้น่ารับประทานมากขึ้น แรดิชยังมีคุณค่าทางอาหาร ประกอบด้วยธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และคาร์โบไฮเดรตสูงอีกด้วย (องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน, 2559) แรดิชเจริญเติบโตได้ดีในดินที่ไม่แน่นทึบ เช่น ดินทรายหรือดินร่วนปนทราย เพื่อให้หัวของแรดิชเจริญเติบโตได้ดี หากปลูกในดินที่แน่นทึบ ความชื้นไม่เพียงพอ จะทำให้หัวของแรดิชมีรูปร่างผิดปกติ หรือหัวแตก จากงานวิจัยของพรนภา และคณะ (2562) ได้ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อผลผลิตของแรดิช พบว่า ดิน ทราย และถ่านแกลบ ทำให้มีน้ำหนักสดหัวแรดิชสูงสุด ขนาดและรูปร่างของหัวแรดิชอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้เรื่องธาตุอาหารก็ยังมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพผลผลิตแรดิช โดยเฉพาะโพแทสเซียม มีความจำเป็นต่อการสร้างหัวของแรดิช (เสาวณี, 2546) อย่างไรก็ตามการปลูกพืชเมืองหนาว ในปัจจุบันเกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น เพราะไม่ทำให้มีสารพิษตกค้างในอาหาร ผลผลิตมีคุณภาพมากขึ้น และยังช่วยลดต้นทุนในการผลิต (ณัฐณิชา และจักรพงษ์. 2552; หนังสือพิมพ์สยามรัฐ, 2560) นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภคอีกด้วย ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนได้ประมาณ 5-30% ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ (ศุภกาญจน์ และคณะ, 2553) ซึ่งแตกต่างจากปุ๋ยเคมีที่สามารถละลายน้ำและเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืชได้ทันที ทำให้ต้องมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมากเพื่อให้มีผลผลิตใช้ปุ๋ยเคมี ข้อดีของการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้าๆ ของปุ๋ยอินทรีย์ คือ การช่วยรักษาธาตุอาหารพืชให้คงอยู่ในดินได้นาน (ศุภกาญจน์ และคณะ, 2553) โดยปุ๋ยคอกจัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์ (ณัฐณิชา และจักรพงษ์, 2552) และปุ๋ยคอกจากมูลค้างคาวมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นๆ โดยให้ธาตุไนโตรเจน (N) สูงถึง 10.1 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) 5.0 กรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสที่ละลายน้ำได้ (K_2O) 16.1 กรัมต่อกิโลกรัม (วีณา, 2563) ซึ่งมีปริมาณของไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่สูงเพียงพอต่อความต้องการของพืช และเหมาะสำหรับนำมาใช้กับการผลิตพืชหัว จึงสนใจที่จะศึกษาผลของปุ๋ยมูลค้างคาวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแรดิช เพื่อศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยมูลค้างคาวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแรดิช และเป็นแนวทางให้กับเกษตรกรที่ปลูกพืชผักแบบอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการและขอบเขตของการทำวิจัย

นำเมล็ดแรดิช (cherry belle สายพันธุ์ OP / F1) มาเพาะในถาดหลุมด้วยวัสดุเพาะพีทมอส เมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน จึงย้ายลงกระถางขนาด 10 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูก ดิน:กาบมะพร้าวสับ:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ ในอัตรา 1:1:2:2 โดยปริมาตร เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 27 วัน ใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลองที่กำหนด ดังนี้

ตำรับทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

ตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) (องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน, 2559)

ตำรับทดลองที่ 3 ปุ๋ยมูลค้างคาว 1,350 กิโลกรัมต่อไร่ (28 กรัมต่อต้น)

ตำรับทดลองที่ 4 ปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น)

ตำรับทดลองที่ 5 ปุ๋ยมูลค้างคาว 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 5 ตำรับทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยใช้แรดิชทั้งหมด 200 ต้น เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของแรดิช โดยเริ่มหลังจากที่ต้นกล้ามีใบจริง 4 ใบ จนถึงวันที่

เก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ ความสูงของต้น (เซนติเมตร) ความกว้างของทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ค่าความเขียวของใบ(SPAD UNIT) และจำนวนใบ(ใบต่อต้น)สำหรับระยะเก็บเกี่ยวจะบันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ ความกว้างของหัวแรดิช (มิลลิเมตร) ความยาวของหัวแรดิช (มิลลิเมตร) และน้ำหนักสดของหัวแรดิช (กรัมต่อต้น) การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการทดลอง

ความสูงของต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลค้างคาวในตำรับทดลองต่างๆ ส่งผลให้ความสูงต้นแรดิชที่อายุ 35 42 และ 49 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับแรดิชที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) มีผลให้ความสูงเฉลี่ยต้นแรดิชที่อายุ 35 และ 42 วัน สูงที่สุด คือ 10.30 และ 15.30 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลค้างคาวอัตรา 1,350 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 28 กรัมต่อต้น และ 2700 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 56 กรัมต่อต้น ส่งผลให้ความสูงเฉลี่ยต้นแรดิชที่อายุ 49 วันสูงที่สุด คือ 19.32 และ 19.08 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม มีความสูงเฉลี่ยในทุกอายุการเจริญเติบโตน้อยที่สุด คือ 5.75 5.64 และ 7.78 เซนติเมตร ที่อายุ 35 42 และ 49 วัน ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Effect of bat guano fertilizer application on average radish shoot height (cm) at different ages.

Treatment	Age (days)		
	35	42	49
Control	5.75^{c}	5.64^{c}	7.78^{c}
Chemical fertilizers 12-24-12 at the rate of 48 kg/rai (0.99 g/tree)	10.30^{a}	15.30^{a}	18.37^{ab}
Bat guano fertilizer 1,350 kg/rai (28 g/tree)	8.87^{b}	14.09^{b}	19.32^{a}
Bat guano fertilizer 2,700 kg/rai (56 g/tree)	9.46^{ab}	14.49^{ab}	19.08^{a}
Bat guano fertilizer 4,050 kg/rai (84 g/tree)	9.57^{ab}	13.33^{b}	17.08^{b}
F-test	**	**	**
CV (%)	23.41	22.87	23.91

** = significantly different at P< 0.01

Means within the same column followed by the different letters are significantly different according to DMRT (P<0.05)

ความกว้างของทรงพุ่ม

การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลค้างคาวในตำรับทดลองต่างๆ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มของต้นแรดิชที่อายุ 35 42 และ 49 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับแรดิชที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) และ 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น) มีผลให้ความกว้างเฉลี่ยของทรงพุ่มแรดิชที่อายุ 35 วันสูงที่สุด คือ 16.91 16.89 และ 16.30 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) ที่อายุ 42 วัน ส่งผลให้ต้นแรดิชมีความกว้างทรงพุ่ม

เฉลี่ยมากที่สุด 30.41 เซนติเมตร และการใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) ปุ๋ยมูลค้างคาว 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น) 2700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) และ 1,350 กิโลกรัมต่อไร่ (28 กรัมต่อต้น) เมื่อต้นแรดิชอายุ 49 วัน ทำให้มีความกว้างเฉลี่ยของทรงพุ่มมากที่สุด คือ 38.41 38.07 38.06 และ 37.23 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม มีความกว้างเฉลี่ยของทรงพุ่มในทุกอายุการเจริญเติบโตน้อยที่สุด คือ 7.41 7.05 และ 9.27 เซนติเมตร ที่อายุ 35 42 และ 49 วัน ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Effect of bat guano fertilizer application on average radish canopy width (cm) at different ages.

Treatment	Age (days)		
	35	42	49
Control	7.41[c]	7.05[d]	9.27[b]
Chemical fertilizers 12-24-12 at the rate of 48 kg/rai (0.99 g/tree)	16.89[a]	30.41[a]	38.41[a]
Bat guano fertilizer 1,350 kg/rai (28 g/tree)	14.87[b]	27.33[c]	37.23[a]
Bat guano fertilizer 2,700 kg/rai (56 g/tree)	16.91[a]	29.30[ab]	38.06[a]
Bat guano fertilizer 4,050 kg/rai (84 g/tree)	16.30[a]	28.66[bc]	38.07[a]
F-test	**	**	**
CV (%)	16.13	14.27	12.16

** = significantly different at P< 0.01

Means within the same column followed by the different letters are significantly different according to DMRT (P<0.05)

ค่าความเขียวของใบ

การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลค้างคาวในตำรับทดลองต่างๆ ส่งผลให้ค่าความเขียวของใบแรดิชที่อายุ 35 42 และ 49 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับแรดิชที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) ปุ๋ยมูลค้างคาว 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น) และ 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) มีผลให้ค่าความเขียวเฉลี่ยของใบแรดิชที่อายุ 35 วันมากที่สุด คือ 42.72 42.68 และ 42.26 SPAD UNIT ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลค้างคาว 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 84 กรัมต่อต้น ที่แรดิชอายุ 42 วัน มีค่าความเขียวเฉลี่ยของใบมากที่สุด คือ 42.28 SPAD UNIT และการใส่ปุ๋ยมูลค้างคาว 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น) ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) ปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) และ 1,350 กิโลกรัมต่อไร่ (28 กรัมต่อต้น) ส่งผลให้แรดิชที่อายุ 49 วัน มีค่าความเขียวเฉลี่ยของใบมากที่สุด คือ 39.72 39.22 38.84 และ 37.63 SPAD UNIT ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม มีค่าความเขียวเฉลี่ยของใบในทุกอายุการเจริญเติบโตน้อยที่สุด คือ 4.30 3.60 และ 4.85 เซนติเมตร ที่อายุ 35 42 และ 49 วัน ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Effect of bat guano fertilizer application on average radish leaf greenness (SPAD UNIT) at different ages.

Treatment	Age (days)		
	35	42	49
Control	24.39[c]	21.30[c]	24.26[b]
Chemical fertilizers 12-24-12 at the rate of 48 kg/rai (0.99 g/tree)	42.72[a]	41.34[ab]	39.22[a]
Bat guano fertilizer 1,350 kg/rai (28 g/tree)	39.34[b]	40.30[b]	37.63[a]
Bat guano fertilizer 2,700 kg/rai (56 g/tree)	42.26[a]	41.90[ab]	38.84[a]
Bat guano fertilizer 4,050 kg/rai (84 g/tree)	42.68[a]	42.28[a]	39.72[a]
F-test	**	**	**
CV (%)	9.19	10.98	15.39

** = significantly different at P< 0.01

Means within the same column followed by the different letters are significantly different according to DMRT (P<0.05)

จำนวนใบ

การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลค้างคาวในตำรับทดลองต่างๆ ส่งผลให้จำนวนใบต้นแรดิชที่อายุ 35 42 และ 49 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับแรดิชที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) มีผลให้จำนวนใบเฉลี่ยต้นแรดิชที่อายุ 35 และ 42 วันสูงที่สุด คือ 6.42 และ 7.17 ใบ ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น) และปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) ส่งผลให้จำนวนใบเฉลี่ยต้นแรดิชที่อายุ 49 วันสูงที่สุด คือ 8.80 8.57 และ 8.57 ใบ ขณะที่ตำรับควบคุม มีจำนวนใบเฉลี่ยในทุกอายุการเจริญเติบโตน้อยที่สุด คือ 4.30 3.60 และ 4.85 ใบ ที่อายุ 35 42 และ 49 วัน ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Effect of bat guano fertilizer application on average radish leaf number (leaf/plant) at different ages.

Treatment	Age (days)		
	35	42	49
Control	4.30[d]	3.60[c]	4.85[c]
Chemical fertilizers 12-24-12 at the rate of 48 kg/rai (0.99 g/tree)	5.92[bc]	7.12[ab]	8.57[a]
Bat guano fertilizer 1,350 kg/rai (28 g/tree)	5.60[c]	6.70[b]	7.90[b]
Bat guano fertilizer 2,700 kg/rai (56 g/tree)	6.42[a]	7.17[a]	8.80[a]
Bat guano fertilizer 4,050 kg/rai (84 g/tree)	6.10[ab]	6.85[ab]	8.57[a]
F-test	**	**	**
CV (%)	14.29	15.57	16.51

** = significantly different at P< 0.01

Means within the same column followed by the different letters are significantly different according to DMRT (P<0.05)

ความกว้างของหัวแรดิช

แรดิชที่ได้รับปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) มีความกว้างของหัวแรดิชมากที่สุด 51.99 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแรดิชที่ใส่ปุ๋ยมูลค้างคาว 1350 กิโลกรัมต่อไร่ (28 กรัมต่อต้น) ที่มีความกว้างเฉลี่ยของหัวแรดิชต่ำสุดคือ 48.51 มิลลิเมตร รองลงมาคือแรดิชที่ได้รับปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) และ 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ 84 กรัมต่อต้น) มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 51.16 และ 48.99 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 5)

ความยาวของหัวแรดิ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของขนาดหัวแรดิช พบว่าไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) ไม่มีการเจริญเติบโตทางด้านหัว จึงไม่แสดงข้อมูล แรดิชที่ได้รับปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) มีความยาวเฉลี่ยของหัวแรดิชมากที่สุด 41.88 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแรดิชที่ใส่ปุ๋ยมูลค้างคาว 1,350 กิโลกรัมต่อไร่ (28 กรัมต่อต้น) ที่มีความยาวเฉลี่ยของหัวแรดิชต่ำสุดคือ 38.81 มิลลิเมตร รองลงมาคือ ปุ๋ยมูลค้างคาว 4,050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น) และปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 40.56 และ 40.31 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 5)

น้ำหนักสดของหัวแรดิช

แรดิชที่ได้รับปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ (0.99 กรัมต่อต้น) มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของหัวแรดิชมากที่สุด 57.89 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแรดิชที่ใส่ปุ๋ยมูลค้างคาว 1350 กิโลกรัมต่อไร่ (28 กรัมต่อต้น) ที่มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของหัวแรดิชต่ำสุดคือ 48.42 กรัม รองลงมาคือแรดิชที่ได้รับปุ๋ยมูลค้างคาว 2700 กิโลกรัมต่อไร่ (56 กรัมต่อต้น) และ 4050 กิโลกรัมต่อไร่ (84 กรัมต่อต้น) มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 53.32 และ 50.72 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Effect of bat guano fertilizer application on average radish root width, average root length and average fresh weight at harvesting stage.

Treatment	Root width (cm)	Root length (cm)	Root fresh weight (g/plant)
Control	-	-	-
Chemical fertilizers 12-24-12 at the rate of 48 kg/rai (0.99 g/tree)	51.99^{a}	40.31^{ab}	57.89^{a}
Bat guano fertilizer 1,350 kg/rai (28 g/tree)	48.51^{b}	38.81^{b}	48.42^{b}
Bat guano fertilizer kg/rai (56 g/tree)	51.16^{ab}	41.88^{a}	53.32^{ab}
Bat guano fertilizer 4,050 kg/rai (84 g/tree)	48.99^{ab}	40.56^{ab}	50.72^{b}
F-test	*	*	*
CV (%)	12.88	13.30	26.28

** = significantly different at P< 0.01

Means within the same column followed by the different letters are significantly different according to DMRT (P<0.05)

วิจารณ์

ในด้านการเจริญเติบโตของแรดิช พบว่าแรดิชที่ได้รับปุ๋ยมูลค้างคาว มีการเจริญเติบโตด้านความสูงของลำต้นเฉลี่ย 19.32 เซนติเมตร ความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 38.07 เซนติเมตร ค่าความเขียวของใบเฉลี่ย 39.72 SPAD UNIT และจำนวนใบเฉลี่ย 8.80 ใบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวุฒิ และคณะ (2556) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของปุ๋ยคอกที่มีต่อ

การเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน ผลการศึกษาพบว่า แก่นตะวันที่ได้รับปุ๋ยมูลค้างคาวมีแนวโน้มในการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น เนื่องจากในการตรวจสอบธาตุอาหารพบว่า ปุ๋ยมูลค้างคาวมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนสูง (10.1 กรัมต่อกิโลกรัม) (วีณา, 2563) ซึ่งธาตุอาหารไนโตรเจนจะมีบทบาทในการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และใบ โดยไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีส่วนทำให้พืชมีสีเขียวทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์แสง Mitsui (1970) รายงานว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจนทำให้ใบมีสีเขียวเข้ม เพราะเกิดการเพิ่มปริมาณและกระตุ้นการทำงานของเม็ดคลอโรพลาส ทำให้พืชมีการสร้างสารสังเคราะห์จากกระบวนการสังเคราะห์แสงได้สูงขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มพื้นที่ใบ และสุกัญญา และคณะ (2561) ศึกษาผลของการขาดไนโตรเจน โพแทสเซียม และกำมะถัน ต่อการเจริญเติบโตและการดูดดึงธาตุอาหารในมันสำปะหลัง พบว่าเมื่อพืชขาดไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักและมีผลอย่างมากกับการเจริญเติบโตของพืชจะทำให้ความสูงของพืชต่ำมาก ซึ่งมันสำปะหลังดูดใช้ธาตุไนโตรเจนเพื่อการเจริญเติบโตส่วนเหนือดิน นอกจากนี้ในส่วนของการให้ปุ๋ยมูลค้างคาวซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งรวมถึงปุ๋ยคอกโดยทั่วไปมีปริมาณธาตุอาหารครบทุกธาตุอาหารทั้งธาตุอาหารหลัก รองและเสริม เมื่อนำใส่ลงดินหรือวัสดุปลูก แล้วอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ธาตุอาหารส่วนที่ละลายน้ำได้จะถูกปลดปล่อยออกมาให้กับพืชและจุลินทรีย์นำไปใช้ ซึ่งจุลินทรีย์จะช่วยย่อยปุ๋ยอินทรีย์อีกทาง พร้อมทั้งหากมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอ จะสามารถยกระดับผลผลิตให้ได้เท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี (ศุภกาญจน์ และคณะ, 2553; อมรทิพย์ และคณะ, 2558) เช่นกับแรดิชที่มีการใส่ปุ๋ยมูลค้าวคาวซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากจึงให้ผลเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี

ในด้านผลผลิตหัวสดพบว่า แรดิชที่ได้รับปุ๋ยสูตร 12-24-12 ทำให้ผลผลิตสูงที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปุ๋ยเคมีสามารถปรับแต่งปริมาณธาตุอาหารให้เหมาะสมกับดินและพืชได้ สามารถปรับปรุงให้ดินมีธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในสัดส่วนที่สมดุลได้ อีกทั้งพืชสามารถนำธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีไปใช้ได้ทันที จึงทำให้เห็นผลเร็ว ส่วนปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งรวมถึงปุ๋ยคอก ธาตุอาหารส่วนที่ละลายน้ำได้จะน้อย แม้จะมีธาตุอาหารมากแต่ปลดปล่อยได้ช้า ดังนั้นหากพืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นครบทุกธาตุและในสัดส่วนที่เหมาะสม พืชก็จะมีการเจริญเติบโตได้ดีแต่ในทางตรงข้ามถ้าพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงหรืออยู่ในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมแล้วก็จะแสดงอาการผิดปกติหรือการเจริญเติบโตชะงักและถึงตายในที่สุด (ธาตุอาหารพืช, ม.ป.ป.) การใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสสูง ซึ่งฟอสฟอรัสเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แป้งและการเจริญของรากสะสมอาหาร (พรชัย และคณะ, 2565) ทำให้ผลผลิตหัวสดของแรดิชเพิ่มขึ้นด้วย

สรุป

จากผลการทดลองการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยมูลค้างคาวที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแรดิชที่ปลูกในวัสดุปลูก สรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยมูลค้างคาว 2,700 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 56 กรัมต่อต้น เป็นอัตราที่เหมาะสม เนื่องจากส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของแรดิชที่ปลูกในวัสดุปลูกสูงใกล้เคียงกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากองค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน คือ การใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 0.99 กรัมต่อต้น ทั้งนี้ควรพิจารณาราคาต่อหน่วยธาตุอาหารและราคาผลผลิตเพื่อคำนวณความคุ้มทุน ความพอเพียงของแหล่งปุ๋ยมูลค้างคาว รวมถึงการวิเคราะห์สมบัติดินที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังการใช้ปุ๋ยคอกมาประกอบด้วย

เอกสารอ้างอิง

ณัฐณิชา สมศรีใส และจักรพงษ์ พวงงามชื่น. 2552. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 1(2): 54-64.

ณัฐวุฒิ สุดใจดี พิษณุ ทองโพธิ์งาม และอาสูร อ่อนน่วม. 2556. อิทธิพลของปุ๋ยคอกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน. หน้า 74 *ใน*: ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช.

ธาตุอาหารพืช. ม.ป.ป. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://nifle.snru.ac.th/dowload.aspx?NFILE=TEACHER_290_1810201 5212715035.pdf (5 ตุลาคม 2563).

พรนภา เผยศิริ สุภาพร ป้องปา และภาษิตา ทุ่นศิริ. 2562. ผลของวัสดุปลูกต่อผลผลิตของแรดิช (*Raphanus sativus*). หน้า 417-422. *ใน*: การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, เลย.

วีณา นิลวงศ์. 2563. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ และน้ำหมักชีวภาพต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินและผลผลิตของพืชผัก. วารสารแก่นเกษตร 48(3): 639-650.

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี สมฤทัย ตันเจริญ ภาวนา ลิกขนานนท์ และสุปราณี มั่นหมาย. 2553. ศึกษาการสลายตัวและพฤติกรรมการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยผสมอินทรีย์เคมี ภายใต้สภาพความชื้นสนาม:การทดลองย่อย ศึกษาการสลายตัวและพฤติกรรมการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยหมัก. หน้า 333-343. *ใน*: ให้พร กิตติกูล (รวบรวมข้อมูลและจัดทำเล่ม). ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2553 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เล่มที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, นนทบุรี.

สุกัญญา แย้มประชา นุชรีย์ พรำนัก นุกูล ถวิลถึง วัลลีย์ อมรพล สมฤทัย ตันเจริญ และวรางคณา ธรรมนารถสกุล. 2561. ผลของการขาดไนโตรเจน โพแทสเซียม และกำมะถัน ต่อการเจริญเติบโตและการดูดดึงธาตุอาหารในมันสำปะหลัง. วารสารดินและปุ๋ย 40(2): 19-30.

เสาวณี หนูรักษา. 2546. การหาปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P, K) ในปุ๋ยชีวภาพยี่ห้อต่างๆ ในเขต อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช. รายงานรายวิชาโครงการวิจัยทางเคมีวิทยาศาสตรบัณฑิต. สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช. 35 หน้า.

หนังสือพิมพ์สยามรัฐ. 2560. สกก.อินทรีย์เชียงใหม่ส่งเสริมเกษตรอินทรีย์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www. thaihealth.or.th /%E0%B8%AA%E0%B8%81%E0%B8% 81-%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0% B8%99%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0 %B8%B5%E0%B8%A2%E0%B9% 8C%E0%B9%80%E0%B8%8A %E0% B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%87 %E0%B9%83%E0%B8%AB%E0%B8% A1%E0%B9%88-%E0%B8%AA% E0%B9%88/ (13 สิงหาคม 2563).

องค์ความรู้เพื่อพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน. 2559. แรดิช. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://hkm.hrdi.or.th/knowledge/detail/45 (13 สิงหาคม 2563).

อมรทิพย์ ภิรมย์บูรณ์ อุบลวรรณ อารยพงศ์ และอำาไพพงษ์ เกาะเทียน. 2558. ปุ๋ยอินทรีย์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.ppsf.doae.go.th/web_km/group_knowledge/soil_fer/%E0%B8%9B%E0% B8%B8%E0%B9%8B%E0%B8%A2%E 0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B8%99 %E0%B8%97%E0%B8%A3%E0% B8%B5%E0%B8%A2%E0%B9%8C.pdf (2 พฤศจิกายน 2566).

Blin, H. 1905. La fumure du manioc (Cassava fertilization). Bulletin Economique de Madagascar 3: 419-421.

Cardoso, J., D.S. Santos, V. Silveira, E. Anselmo, S.N. Matsumoto, T. Sediyama and F.M. Carvalho. 2005. Effect of nitrogen in the agronomic characteristics of cassava. Bragantia 64: 651-659.

Mitsui, S. 1970. The uptake of major plants nutrients, N, P, K and Ca by crop plants. ASPAC Food & Fertilizer Technology Center Technical Bulletin 1: 23.

เส้นตอบสนองต่อแสงของกะเพราภายใต้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์หลายระดับ

Photosynthetic Light-Response Curve of Holy Basil (*Ocimum tenuiflorum* L.) under Different Levels of CO_2 Concentrations

วสันต์ ปานนิ่ม[1,2] วินัย อุดขาว[1,2*] อนุชา วงศ์ปราณีกุล[3] รสริน มังกะโรทัย[1,2]
วันณิสา พูลเดช[3] จุฑามณี เวียงวีระชาติ[4] และสรวิศ สิทธิธรรม[4]

Wason Pannim[1,2], Winai Utkhao[1,2*], Anucha Wongpraneekul[3], Rossarin Mongkarothai[1,2],
Wannisa Pooldesh[3], Jutamanee Wiangwirachat[4] and Sorawit Sittitham[4]

Received: October 19, 2023
Revised: December 6, 2023
Accepted: December 12, 2023

Abstract: Light intensity and atmospheric CO_2 concentration (C_a) play important roles in plant photosynthesis. The objectives of this research were to determine the light and CO_2 requirements for maximal photosynthesis and to investigate the effect of elevated C_a on photosynthesis process in holy basil (*Ocimum tenuiflorum* L. 'OC059'). We examined the response of photosynthetic rate under the different levels of light intensity from 0–2500 μmolPPF m^{-2} s^{-1} and C_a from 400–1600 μmolCO_2 mol^{-1}. The result indicated that the maximum gross photosynthetic rate (A_{max}) of holy basil was 35.0 μmolCO_2 m^{-2} s^{-1} at ambient C_a (400 μmolCO_2 mol^{-1}). The light saturation point (I_s) where the net photosynthetic rate (A) reached its maximum was 918.1 μmolPPF m^{-2} s^{-1} and the light compensation point (I_c) was 64.6 μmolPPF m^{-2} s^{-1}. Increasing C_a induced stomatal closure in holy basil, the stomatal conductance (g_s) decreased markedly with elevating the level of C_a. The A_{max} and Is increased with increasing C_a, whereas the quantum efficiency ($\propto$) and dark respiration rate (R_d) decreased. The optimal level of C_a for enhancing maximal photosynthesis in holy basil was 1000 μmolCO_2 mol^{-1}.

Keywords: Holy basil, photosynthesis, light response curve, elevated CO_2 concentration

---

[1] ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
[1] Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand
[2] ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10900
[2] Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/MHESI), Bangkok 10900, Thailand
[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[3] Tropical Vegetable Research Center, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand
[4] สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140
[4] Program in Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand
*Corresponding author: winai.ut@ku.th

วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 8 (1) : 95-104 (2568)

บทคัดย่อ: ระดับความเข้มแสงและความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ (C_a) มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความต้องการแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำให้ใบกะเพรามีอัตราสังเคราะห์แสงสูงสุด และศึกษาอิทธิพลของระดับ C_a ที่เพิ่มขึ้นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยใช้กะเพราพันธุ์ OC059 เป็นพืชทดลอง ศึกษากระบวนการสังเคราะห์แสงภายใต้ความเข้มแสงหลายระดับในช่วง 0–2500 μmolPPF m^{-2} s^{-1} และความเข้มข้นของ C_a หลายระดับในช่วง 400–1600 μmolCO_2 mol^{-1} ผลการศึกษาพบว่า ที่ระดับ C_a ของอากาศปกติที่ 400 μmolCO_2 mol^{-1} ใบกะเพรามีอัตราสังเคราะห์แสงสูงสุด (A_{max}) เท่ากับ 35.0 μmolCO_2 m^{-2} s^{-1} มีค่าความเข้มแสงอิ่มตัว (Is) ซึ่งเป็นระดับความเข้มแสงที่ทำให้อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) เพิ่มขึ้นสูงสุด เท่ากับ 918.1 μmolPPF m^{-2} s^{-1} และมีค่าจุดชดเชยแสง (I_c) เท่ากับ 64.6 μmolPPF m^{-2} s^{-1} การเพิ่มขึ้นของระดับ C_a ชักนำให้ปากใบของกะเพราปิดแคบลงมากขึ้น โดยค่านำไหลปากใบ (g_s) ลดลงตามระดับ C_a ที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งค่า A_{max} และ I_s มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าประสิทธิภาพการใช้แสง (∝) และอัตราหายใจในความมืด (Rd) มีระดับลดลง เมื่อค่า C_a เพิ่มขึ้น โดยระดับ C_a ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้กะเพรามีอัตราสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 1000 μmolCO_2 mol^{-1}

คำสำคัญ: กะเพรา, การสังเคราะห์แสง, เส้นตอบสนองต่อแสง, ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น

คำนำ

กะเพรา (*Ocimum tenuiflorum* L.) เป็นพืชผักที่มีความต้องการบริโภคสูง และใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน อาหารแปรรูป และอาหารแช่แข็งเป็นอย่างมาก (Imaizumi *et al*., 2021; Raksakantong *et al*., 2011) แม้ว่าในปัจจุบันมีการปลูกกะเพราเชิงการค้ากันอย่างแพร่หลาย แต่ข้อมูลและรูปแบบการจัดการปัจจัยการผลิตของกะเพรา เพื่อยกระดับกำลังผลิตให้เต็มศักยภาพของพืชยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะข้อมูลความต้องการสภาพอากาศ (climatic requirements) เพื่อใช้ในการจัดการให้เอื้อต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของกะเพรายังมีการศึกษากันไม่มากนัก โดยปัจจัยสภาพอากาศที่สำคัญ คือ แสง และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักสำหรับใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชเพื่อการเติบโต การสร้างมวลชีวภาพ และการสร้างผลผลิต (Gestel *et al*., 2005; Simkin *et al*., 2015) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ต้องการศึกษาอิทธิพลของความเข้มแสงและระดับของ CO_2 ในอากาศ ต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของใบกะเพรา โดยใช้กะเพราพันธุ์ OC059 เป็นพืชทดลอง ซึ่งมีลักษณะใบใหญ่ มีกลิ่นหอม และให้ผลผลิตสูง อีกทั้งยังมีการส่งเสริมให้ปลูกเพื่อบริโภคและผลิตเชิงการค้าโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน (Wongpraneekul *et al*., 2022) โดยข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบและเทคนิคเชิงปฏิบัติการในการจัดการแสงและระดับ CO_2 ให้ตรงตามความต้องการของกะเพรา เพื่อเพิ่มศักยภาพในการสังเคราะห์แสงและยกระดับผลผลิตพืช นอกจากนี้ยังสร้างความเข้าใจกลไกการตอบสนองของต้นกะเพราภายใต้ระดับ CO_2 ในอากาศที่เพิ่มสูงขึ้นจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (climate change) อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมต้นพืชทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ปลูกต้นกะเพราพันธุ์ OC059 ในโรงเรือนมุ้งตาข่าย ตั้งอยู่ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยเพาะเมล็ดในวัสดุปลูกพีทมอสจนกระทั่งต้นกล้ามีอายุ 30 วัน จึงย้ายปลูกในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยทราย ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร ในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ให้น้ำพร้อมกับปุ๋ย (fertigation)

ผ่านทางระบบน้ำหยด ประกอบด้วย ปุ๋ยผสมสูตร 15-5-20 ปริมาณ 0.03 กรัมต่อต้นต่อวัน แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) ปริมาณ 0.04 กรัมต่อต้นต่อวัน แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ปริมาณ 0.07 กรัมต่อต้นต่อวัน และจุลธาตุรวม UNILATE FC ปริมาณ 0.01 กรัมต่อต้นต่อวัน ให้น้ำแก่ต้นพืชวันละ 600 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน ติดตั้งสถานีอากาศ (WatchDog Mini-Weather Stations รุ่น 2475, Spectrum Technologies Inc., USA) ที่ระดับสูงจากพื้น 2 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลสภาพอากาศภายในโรงเรือนตลอดเวลาที่ทำการทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม 2566 โดยความเข้มแสงในช่วงกลางวัน (6–18 น.) ภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ย 440.0 μmolPPF m^{-2} s^{-1} อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในช่วงกลางวัน 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศช่วงกลางวัน เฉลี่ย 68% และกลางคืน เฉลี่ย 84%

เส้นตอบสนองต่อแสง

นำต้นกะเพราที่มีอายุต้น 57 วัน ซึ่งอยู่ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage) มาทำการประเมินกระบวนการสังเคราะห์แสงของใบกะเพราโดยวัดเส้นตอบสนองต่อแสง (photosynthetic light-response curve) ที่ระดับความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 6 ระดับ วัดใบกะเพราในลำดับที่ 3 นับจากปลายยอด ซึ่งมีค่าดัชนีความเขียว (SPAD index) อยู่ในช่วง 40–45 ในช่วงเวลา 8–12 น. วัดใบด้วยเครื่องวัดอัตราแลกเปลี่ยนแก๊สระบบเปิด (LI-6800, Licor Inc., USA) ใช้หัววัดแบบ multiphase flash fluorometer chamber (6800-01A) ตั้งให้อุณหภูมิภายในหัววัดคงที่ที่ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 65–70% อัตราเร็วของอากาศที่ไหลผ่านใบ 400 μmol s^{-1} ขั้นตอนการวัด เริ่มที่ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ (air CO_2 concentration, C_a) ที่ระดับหนึ่ง วัดอัตราแลกเปลี่ยนแก๊สภายใต้ระดับความเข้มแสง (photosynthetic photon flux, PPF) ที่ปรับลดลงเป็นขั้นทั้งหมด 14 ระดับ ตั้งแต่ 2500 จนถึง 0 μmolPPF m^{-2} s^{-1} หลังจากวัดเส้นตอบสนองต่อแสงหนึ่งเส้นแล้ว จึงปรับเปลี่ยน C_a เพิ่มขึ้นอีกทีละระดับ รวมทั้งหมด 6 ระดับ คือ 400, 600, 800, 1000, 1200 และ 1600 μmolCO_2 mol^{-1} เครื่องมือให้ค่าอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ (net photosynthetic rate, A) อัตราคายน้ำ (transpiration rate, E) และค่านำไหลปากใบ (g_s) คำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency, WUE = A/E) นอกจากนี้เครื่องมือยังวัดพารามิเตอร์ที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสอง (Photosystem II, PSII) จากค่าปริมาณรังสีฟลูออเรสเซนต์ในขณะที่ใบได้รับแสงขณะนั้น (steady-state fluorescence, F_s) และปริมาณรังสีฟลูออเรสเซนต์สูงสุดในขณะที่ใบได้รับความเข้มแสงสูงมาก (maximum fluorescence, F_m') คำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของ PSII ในขณะที่ใบได้รับแสง (light-adapted quantum efficiency of PSII, ϕ_{PSII}) ได้ว่า $\phi_{PSII} = (F_m' - Fs)/F_m'$ และคำนวณอัตราเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน (electron transport rate, ETR) ได้ว่า ETR = $\phi_{PSII} \times f \times I \times \alpha_{leaf}$ เมื่อ f คือ สัดส่วนของแสงที่ถูกดูดกลืนโดย PSII เทียบกับ PSI (สำหรับพืช C_3 มีค่า 0.5) I คือความเข้มแสงในช่วงคลื่นสำหรับการสังเคราะห์แสง (PPF) และ α_{leaf} คือ สัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของใบมีค่า 0.85 (Schreiber *et al.*, 1998) ค่าที่ได้ใช้คำนวณสัดส่วนของอัตราเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนต่ออัตราสังเคราะห์สุทธิ (ETR/A) เพื่อการเปรียบเทียบ คำนวณค่านำไหลปากใบสูงสุด (g_s max) และอัตราคายน้ำสูงสุด (E_{max}) โดยเฉลี่ยค่า g_s และ E ที่ระดับความเข้มแสง PPF สูงกว่า 1200 μmolPPF m^{-2} s^{-1} ตามวิธีการของวินัยและคณะ (2559)

การประเมินค่าพารามิเตอร์ของเส้นตอบสนองต่อแสง

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิกับความเข้มแสง อยู่ในรูปของสมการ non-rectangular hyperbola (Thornley and Johnson, 1990) ดังนี้

$$A = \frac{\alpha I + A_{max} - \sqrt{(\alpha I + A_{max})^2 - 4\theta\alpha I A_{max}}}{2\theta} - R_d$$

เมื่อ $\propto$ คือ ประสิทธิภาพการใช้แสง (quantum efficiency) เป็นค่าความชันในช่วงความเข้มแสงต่ำ (0–100 μmolPPF m^{-2} s^{-1}) θ คือ ค่าควบคุมความโค้งของเส้นกราฟ (curvature factor) R_d คืออัตราหายใจในที่มืด (dark respiration rate) A คืออัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ (net photosynthetic rate) และ A_{max} คือ อัตราสังเคราะห์แสงสูงสุด (maximum gross photosynthetic rate) คำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ของสมการเส้นตอบสนองต่อแสงข้างต้นด้วยวิธี non-linear regression โดยใช้ solver ของโปรแกรม Microsoft Excel คำนวณค่าความเข้มแสงอิ่มตัว (light saturation point, I_s) โดยกำหนดเป็นค่าความเข้มแสง เมื่อ $A = 0.85A_{max}$ และจุดชดเชยแสง (light compensation point, I_c) โดยกำหนดเป็นค่าความเข้มแสงเมื่อ A = 0

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics 26 วิเคราะห์อิทธิพลของระดับ C_a ด้วยวิธี one-way analysis of variance (ANOVA) โดยทดสอบระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลการทดลองและวิจารณ์

เส้นตอบสนองต่อแสง

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับค่าความเข้มแสง (PPF) หรือเส้นตอบสนองต่อแสงของใบกะเพรา ภายใต้ระดับความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ (C_a) ที่แตกต่างกันตั้งแต่ 400–1600 μmolCO_2 mol^{-1} แสดงลักษณะคล้ายกันแต่มีระดับค่าที่ต่างกัน (Figure 1a) โดยค่า A เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตาม PPF ที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกตั้งแต่ระดับ 0–1000 μmolCO_2 mol^{-1} แล้วเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างช้าลง ค่า A มีระดับลู่เข้าสู่ค่าสูงคงที่เมื่อความเข้มแสงถึงจุดอิ่มตัวแสง (I_s) (Figure 1a) ซึ่งเป็นช่วงที่ค่า A ถูกควบคุมด้วยความเข้มข้นของ CO_2 (Lang *et al.*, 2013) โดยค่า A เพิ่มขึ้นตามระดับ C_a ที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วง 400–1000 μmolCO_2 mol^{-1} และมีค่าคงที่ในช่วง 1000–1200 μmolCO_2 mol^{-1} และมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระดับ C_a เท่ากับ 1600 μmolCO_2 mol^{-1} (Figure 1a) เมื่อเปรียบเทียบค่า A ของใบกะเพราภายใต้ความเข้มแสง 2500 μmolPPF m^{-2} s^{-1} พบว่า ค่า A2500 สูงสุดเกิดขึ้นที่ระดับ Ca 1000 μmolCO_2 mol^{-1} มีค่า 47.3 μmolCO_2 m^{-2} s^{-1} และค่า A2500 ต่ำสุดเกิดขณะที่ C_a อยู่ในระดับอากาศปกติที่ 400 μmolCO_2 mol^{-1} มีค่า 29.5 μmolCO_2 mol^{-1} (Table 1) แสดงให้เห็นว่า ค่า A ของใบกะเพราสามารถเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับ CO_2 เพิ่มขึ้นในสภาพที่มีความเข้มแสงเพียงพอ

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่านำไหลปากใบ (g_s) กับค่า PPF ที่ระดับ C_a ของอากาศปกติ (400 μmolCO_2 mol^{-1}) พบว่าค่า g_s เพิ่มขึ้นตาม PPF ตั้งแต่ระดับ 0–400 μmolPPF m^{-2} s^{-1} และลู่เข้าสู่ค่าสูงสุดคงที่เมื่อระดับ PPF สูงกว่าระดับนี้ (Figure 1b) โดยที่ระดับ C_a 400 μmolCO_2 mol^{-1} นี้ ใบกะเพรามีค่านำไหลปากใบสูงสุด ($g_{s\,max}$) เท่ากับ 782.8 mmolH_2O m-2 s-1 และมีค่าอัตราคายน้ำสูงสุด (E_{max}) อยู่ที่ 10.3 mmolH_2O m^{-2} s^{-1} (Table 1) แต่เมื่อระดับ C_a สูงขึ้นจากระดับอากาศปกติตั้งแต่ 600–1600 μmolCO_2 mol^{-1} พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่า g_s และ PPF มีลักษณะที่ต่างออกไป โดยค่า g_s เพิ่มขึ้นตามระดับ PPF ในช่วง 0–400 μmolPPF m^{-2} s^{-1} และโค้งเข้าหาระดับสูงสุดคงที่ในช่วง PPF ที่ 600–1200 μmolCO_2 mol^{-1} และ g_s มีค่าลดลงเมื่อระดับความเข้มแสงสูงกว่า 1200 μmolPPF m^{-2} s^{-1} (Figure 1b) โดย g_s มีค่าลดลงเมื่อระดับ C_a เพิ่มสูงขึ้นจากระดับอากาศปกติ ซึ่งส่งผลให้อัตราคายน้ำ (E) ของใบกะเพราลดลงตามไปด้วย (Figure 1c) โดยการเพิ่มขึ้นของ CO_2 จากระดับอากาศปกติสู่ระดับ 600, 800, 1000, 1200 และ 1600 μmolCO_2 mol^{-1} ส่งผลให้ค่า $g_{s\,max}$ ลดลง 40.9, 51.6, 54.2, 61.0 และ 70.4% ตามลำดับและค่า E_{max} ลดลง 35.7, 39.3, 46.3, 51.8 และ 63.8% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าที่ระดับ C_a ปกติ (Table 1)

การเพิ่มขึ้นของค่า A และการลดลงของค่า E ภายใต้ระดับ C_a เพิ่มขึ้น ส่งผลโดยตรงให้ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ของใบกะเพราเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย (Figure 1d) สอดคล้องกับ

การศึกษาอิทธิพลของระดับ C_a ต่ออัตราแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช C3 หลายชนิด ได้แก่ ข้าวบาร์เลย์ (Pérez-López *et al*., 2009) ทานตะวัน (Vanaja *et al*., 2011) มะเขือเทศ (Mamatha *et al*., 2014) และแตงกวา (Li *et al*., 2022) ที่พบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับ C_a ของอากาศที่ต้นพืชสัมผัสจากระดับปกติ (400 μmolCO_2 mol^{-1}) ส่งผลให้อัตราสังเคราะห์แสงของใบเพิ่มขึ้น แต่ชักนำให้ปากใบปิดแคบลง และมีอัตราคายน้ำของใบลดลง และส่งผลต่อเนื่องให้ใบพืชมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้น (Barton *et al*., 2012; Dong *et al*. 2018)

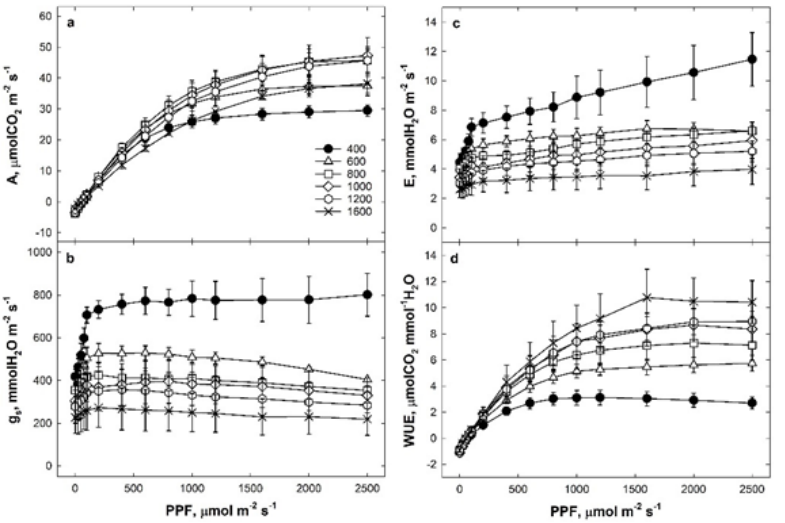

Figure 1 Light response curves of a. net photosynthetic rate (A), b. stomatal conductance (g_s), c. transpiration rate (E) and d. water use efficiency (WUE) of holy basil 'OC059' under six levels of CO_2 concentrations. Values are means ± SE (n = 3).

Table 1 Parameters of light response measurement of holy basil 'OC059' under six levels of CO_2 concentrations (C_a). Net photosynthetic rate at PPF 2500 μmol m^{-2} s^{-1}(A_{2500}), maximum stomatal conductance ($g_{s\,max}$), and maximum transpiration rate (E_{max}).

Parameters	C_a, μmolCO_2 mol^{-1}						p-value
	400	600	800	1000	1200	1600	
A_{2500}, μmolCO_2 m^{-2} s^{-1}	29.5 ± 1.8^{b}	37.5 ± 3.1^{ab}	45.7 ± 3.6^{a}	47.3 ± 5.9^{a}	45.7 ± 5.4^{a}	38.2 ± 3.1^{ab}	**
$g_{s\,max}$, mmolH_2O m^{-2} s^{-1}	782.8 ± 99.8^{a}	462.3 ± 15.6^{b}	378.8 ± 21.5^{b}	358.9 ± 50.3^{b}	305.4 ± 73.4^{b}	231.5 ± 82.6^{b}	**
E_{max}, mmolH_2O m^{-2} s^{-1}	10.3 ± 1.7^{a}	6.6 ± 0.4^{b}	6.3 ± 0.5^{b}	5.5 ± 1.1^{b}	5.0 ± 0.7^{b}	3.7 ± 1.0^{b}	**

Values are means ± SE (n = 3). Means within a row followed by the different letters are significantly different (Duncan's New Multiple Range test, $p < 0.05$). **, statistically significant difference at $p < 0.05$;

ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสอง

ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสงสอง (ϕ_{PSII}) ของแต่ละเส้นตอบสนองต่อแสงมีค่าลดลงเมื่อระดับ PPF เพิ่มสูงขึ้น (Figure 2a) แสดงว่าระดับ PPF ที่สูงขึ้นนั้นทำให้สัดส่วนของปริมาณโฟตอนแสงที่นำไปใช้ในปฏิกิริยาจากแสง (photochemical reaction) ต่อปริมาณโฟตอนแสงทั้งหมดที่ใบพืชดูดรับไว้ในขณะที่ใบได้รับแสงลดต่ำลง โดย ϕ_{PSII} มีค่าลดลงตามระดับ C_a ที่เพิ่มขึ้น (Figure 2a) ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน (ETR) กับค่า PPF มีลักษณะคล้ายกันกับความสัมพันธ์ระหว่างค่า A และ PPF (Figure 1a และ 2b) นอกจากนี้ยังพบว่าสัดส่วนของอัตราเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนต่ออัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ (ETR/A) มีค่าลดลงเมื่อระดับ C_a เพิ่มสูงขึ้น (Figure 2c) สะท้อนว่าพลังงานแสงที่ใบดูดซับไว้อาจถูกนำไปใช้ในกระบวนการอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง เช่น กระบวนการหายใจเชิงแสง (photorespiration) ลดลง (Biehler and Fock, 1996) ซึ่งเมื่อสัดส่วนของ CO_2 ต่อ O_2 ในอากาศเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้กระบวนการคาร์บอกซิเลชันของเอนไซม์ Rubisco สามารถเกิดได้รวดเร็วขึ้น ในขณะที่กระบวนการออกซิจีเนชันเกิดลดลง ซึ่งส่งผลต่อเนื่องให้กระบวนการหายใจเชิงแสงของพืช C3 เกิดลดลงหรือช้าลงตามไปด้วย (Bowes, 1993)

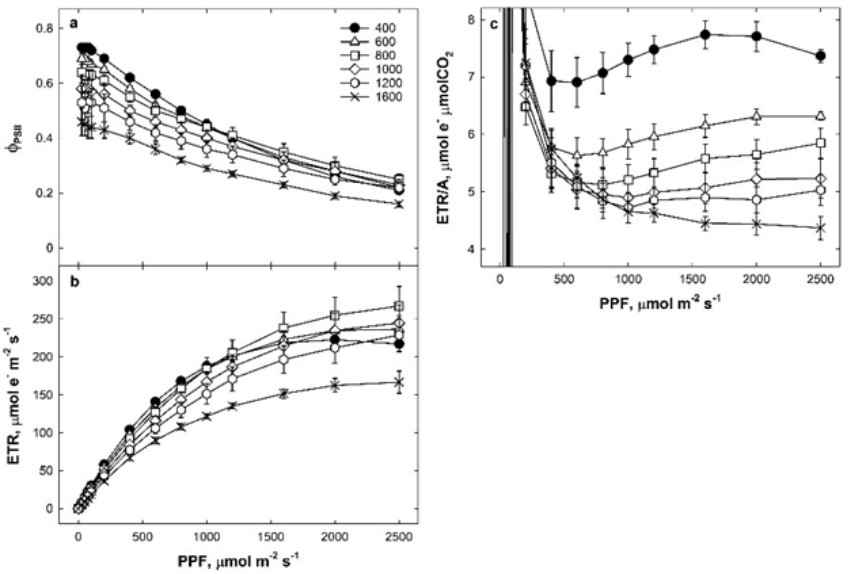

Figure 2 Light response curves of a. quantum efficiency of PSII (ϕ_{PSII}), b. electron transport rate (ETR) and c. ratio of apparent electron transport rate to net photosynthetic rate (ETR/A) of holy basil 'OC059' under six levels of CO_2 concentrations. Values are means ± SE (n = 3).

พารามิเตอร์ของเส้นตอบสนองต่อแสง

พารามิเตอร์ที่ได้จากการเข้ารูปสมการเส้นตอบสนองต่อแสง แสดงใน (Table 2) พบว่าใบกะเพราที่ระดับ C_a ปกติ (400 µmolCO_2 mol^{-1}) มีค่าประสิทธิภาพการใช้แสง ($\propto$) เท่ากับ 0.056 ซึ่งใกล้เคียงกับค่า $\propto$ ของพืช C3 โดยทั่วไปที่มีค่า 0.05 (Taiz and Zeiger, 2006) มีค่าอัตราสังเคราะห์แสงสูงสุด (A_{max}) เท่ากับ 35.0 µmolCO_2 m^{-2} s^{-1} มีค่าความเข้มแสงอิ่มตัว (I_s) ซึ่งเป็นระดับความเข้มแสงที่ทำให้อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิขึ้นสูงสุด อยู่ที่ระดับ 918.1 µmolPPF m^{-2} s^{-1} และมีค่าจุดชดเชยแสง (I_c) ซึ่งเป็นระดับความเข้มแสงที่ทำให้อัตราสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราหายใจ อยู่ที่ 64.6 µmolPPF m^{-2} s^{-1} (Table 2) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ของเส้นตอบสนองต่อแสงของกะเพรา

ที่ประเมินได้สูงกว่าค่าที่วัดได้จากการศึกษาเส้นตอบสนองต่อแสงของพืชในสกุลเดียวกัน เช่น โหระพา (*Ocimum basilicum* L.) ที่มีค่า A_{max} อยู่ในช่วง 24.9–28.1 μmolCO_2 m^{-2} s^{-1} ค่า I_s อยู่ในช่วง 419.8–545.3 μmolPPF m^{-2} s^{-1} และค่า I_c อยู่ในช่วง 26.5–26.8 μmolPPF m^{-2} s^{-1} (Park *et al*., 2016)

ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบกะเพราสามารถยกระดับให้สูงขึ้นได้เมื่อเพิ่มระดับ C_a ในอากาศ โดยระดับของ CO_2 ที่เพิ่มขึ้นจากระดับอากาศปกติที่ 400 μmolCO_2 mol^{-1} เป็นระดับ 600, 800, 1000, 1200 และ 1600 μmolCO_2 mol^{-1} ทำให้ค่า A_{max} เพิ่มขึ้น 26.8, 57.6, 62.9, 49.7 และ 35.8% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าที่ระดับ C_a ปกติ (Table 2) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มระดับ C_a ที่ 1000 μmolCO_2 mol^{-1} จะส่งผลให้ใบกะเพรามีอัตราสังเคราะห์แสงสูงสุด ซึ่งการเพิ่ม C_a ที่ระดับสูงกว่านี้จะไม่คุ้มทุนต่อการเพิ่มประสิทธิการสังเคราะห์แสงของกะเพรา ซึ่งเป็นผลมาจากกลไกการปิดแคบลงมากของปากใบภายใต้ระดับ C_a ที่สูงขึ้นมาก (Figure 1a และ Table 1) ทำให้กระบวนการคาร์บอกซิเลชันถูกจำกัดด้วยอัตราการแพร่เข้าของ CO_2 (Sharkey *et al*., 2007; Pan *et al*., 2020)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ของเส้นตอบสนองต่อแสงกับค่า C_a พบว่า การเพิ่มขึ้นของค่า C_a ไม่มีผลต่อค่าควบคุมความโค้ง (θ) ของเส้นตอบสนองต่อแสงและค่า I_c ของใบกะเพรา (Table 2) โดยการเพิ่มขึ้นของระดับ C_a ทำให้ค่า θ และค่าอัตราหายใจในที่มืด (R_d) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ค่า I_s มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามการเพิ่มขึ้นของค่า C_a (Table 2) ซึ่งการลดลงของค่า R_d และการเพิ่มขึ้นของค่า I_s ภายใต้การเพิ่มขึ้นของระดับ CO_2 ของอากาศ ยังพบในพืชอื่นหลายชนิด เช่น ฝ้าย (Zhao *et al*. , 2004), ถั่วปากอ้า (Avola *et al*., 2008), ผักโขม (ศรีสังวาลย์ และสุนทรี, 2554), ข้าว (ศรีสังวาลย์ และสุนทรี, 2559) และผักกาดหอม (Song *et al*., 2022)

Table 2 Summary of parameters of light response curves of holy basil 'OC059' under six levels of CO_2 concentrations (C_a). Maximum gross photosynthetic rate (A_{max}), quantum efficiency (α), curvature factor (θ), dark respiration rate (R_d), light saturation point (I_s), and light compensation point (I_c).

Parameters	C_a, μmolCO_2 mol^{-1}						p-value
	400	600	800	1000	1200	1600	
A_{max}, μmolCO_2 m^{-2} s^{-1}	35.0 ± 2.2b	44.5 ± 3.2^{ab}	55.2 ± 3.8^{a}	57.1 ± 7.0^{a}	52.5 ± 3.1^{a}	47.6 ± 5.1^{ab}	**
α, molCO_2 mol^{-1} PPF	0.056 ± 0.001^{ab}	0.061 ± 0.003^{a}	0.060 ± 0.005^{a}	0.052 ± 0.005^{ab}	0.044 ± 0.006^{bc}	0.037 ± 0.003^{c}	**
θ	0.82 ± 0.08	0.80 ± 0.06	0.78 ± 0.06	0.81 ± 0.02	0.84 ± 0.09	0.80 ± 0.07	ns
R_d, μmolCO_2 m^{-2} s^{-1}	3.51 ± 0.51^{ab}	3.42 ± 0.51^{ab}	3.58 ± 0.42^{a}	3.22 ± 0.22^{abc}	2.30 ± 0.27^{bc}	2.08 ± 0.14^{c}	**
I_s, μmolPPF m^{-2} s^{-1}	918.1 ± 126.2^{c}	1052.5 ± 55.9^{bc}	1254.6 ± 78.6^{abc}	1348.5 ± 117.9^{ab}	1382.1 ± 91.2^{ab}	1450.1 ± 165.7^{a}	**
I_c, μmolPPF m^{-2} s^{-1}	64.6 ± 9.5	57.3 ± 7.0	60.4 ± 2.6	62.8 ± 2.0	53.6 ± 2.4	57.7 ± 8.1	ns

Values are means ± SE (n = 3). Means within a row followed by the different letters are significantly different (Duncan's New Multiple Range test, $p < 0.05$). **, statistically significant difference at $p < 0.05$; ns = non-significant difference at $p < 0.05$.

สรุป

การตอบสนองของกระบวนการสังเคราะห์แสงของกะเพรา ภายใต้ PPF หลายระดับในช่วง 0–2500 μmolPPF m^{-2} s^{-1} และค่า C_a หลายระดับในช่วง 400–1600 μmolCO_2 mol^{-1} พบว่า ใบกะเพราภายใต้ระดับ C_a ในอากาศปกติที่ 400 μmolCO_2 mol^{-1} มีค่า A_{max} เท่ากับ 35.0 μmolCO_2 m^{-2} s^{-1} มีค่า I_s ซึ่งเป็นระดับ PPF ที่ทำให้อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิขึ้นสูงสุด อยู่ที่ 918.1 μmolPPF m^{-2} s^{-1} และมีค่า I_c ซึ่งเป็นระดับ PPF ที่ทำให้อัตราสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราหายใจ เท่ากับ 64.6 μmolPPF m^{-2} s^{-1} การเพิ่มสูงขึ้นของค่า C_a ส่งผลโดยตรงให้ปากใบของกะเพราปิดแคบลงมากขึ้น ทั้งค่า g_s, $g_{s\ max}$, E, E_{max}, ϕ_{PSII}, ETR/A, $\propto$ และ Rd ลดลง ในขณะที่ค่า A, A_{max}, WUE และ I_s เพิ่มสูงขึ้น เมื่อค่า C_a เพิ่มขึ้นจากระดับอากาศปกติ โดยระดับ C_a ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้กะเพรามีอัตราสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 1000 μmolCO_2 mol^{-1}

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับเมล็ดพันธุ์โรงเรือนและสถานที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

วินัย อุดขาว, ภฤศนันท์ เอี่ยมเอกสุวรรณ และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2559. การตอบสนองของปากใบและกระบวนการสังเคราะห์แสงของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ต่อสภาวะขาดน้ำจากการชักนำด้วยพอลิเอทิลีนไกลคอล. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47(2): 149–161.

ศรีสังวาลย์ ลายวิเศษกุล และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2554. เส้นตอบสนองต่อแสงของใบผักโขมภายใต้ความเข้มข้นหลายระดับของคาร์บอนไดออกไซด์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42(2): 193–202.

ศรีสังวาลย์ ลายวิเศษกุล และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2559. ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบธงของข้าวพันธุ์ กข41, ปทุมธานี1 และขาวดอกมะลิ105 ภายใต้การเพิ่มขึ้นของ CO_2. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 48(1): 36–47.

Avola, G., V. Cavallaro, C. Patane` and E. Riggi. 2008. Gas exchange and photosynthetic water use efficiency in response to light, CO_2 concentration and temperature in *Vicia faba*. Journal of Plant Physiology 165(8): 796–804.

Barton, C.V.M., R.A. Duursma, B.E. Medlyn, D.S. Ellsworth, D. Eamus, D.T. Tissue, M.A. Adams, J. Conroy, K.Y. Crous, M. Liberloo, M. Löw, S. Linder and R.E. McMurtrie. 2012. Effects of elevated atmospheric [CO_2] on instantaneous transpiration efficiency at leaf and canopy scales in *Eucalyptus saligna*. Global Change Biology 18(2): 585–595.

Biehler, K and H. Fock. 1996. Evidence for the contribution of the mehler-peroxidase reaction in dissipating excess electrons in drought-stressed wheat. Plant Physiology 112(1): 265–272.

Bowes., G. 1993. Facing the inevitable: plants and increasing atmospheric CO_2. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 44: 309–332.

Dong, J., N. Gruda, S. K. Lam, X. Li and Z. Duan. 2018. Effects of elevated CO_2 on nutritional quality of vegetables: A review. Frontiers in Plant Science 9(924): 1–11.

Gestel, N.C., A.D. Nesbit, E.P. Gordon, C. Green, P.W. Pare, L. Thompson, E.B. Peffley and D.T. Tissue. 2005. Continuous light may induce photosynthetic downregulation in onion – consequences for growth and biomass partitioning. Physiologia Plantarum 125(2): 235–246.

Imaizumi, T., P. Jitareerat, N. Laohakunjit and N. Kaisangsri. 2021. Effect of microwave drying on drying characteristics, volatile compounds and color of holy basil (*Ocimum tenuiflorum* L.). Agriculture and Natural Resources 55: 1–6.

Lang, Y., M. Wang, G.C. Zhang and Q.K. Zhao. 2013. Experimental and simulated light responses of photosynthesis in leaves of three tree species under different soil water conditions. Photosynthetica 51(3): 370–378.

Li, D., J. Dong, N.S. Gruda, X. Li and Z. Duan. 2022. Elevated root-zone temperature promotes the growth and alleviates the photosynthetic acclimation of cucumber plants exposed to elevated [CO_2]. Environmental and Experimental Botany 194: 1–16.

Mamatha, H., N.K. Srinivasa Rao, R.H. Laxman, K.S. Shivashankara, R.M. Bhatt and K.C. Pavithra. 2014. Impact of elevated CO_2 on growth, physiology, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Arka Ashish. Photosynthetica 52(4): 519–528.

Pan, T., Y. Wang, L. Wang, J. Ding, Y. Cao, G. Qin, L. Yan, L. Xi, J. Zhang and Z. Zou. 2020. Increased CO_2 and light intensity regulate growth and leaf gas exchange in tomato. Physiologia Plantarum 168(3): 694–708.

Park, K.S., K. Bekhzod, J.K. Kwon and J.E. Son. 2016. Development of a coupled photosynthetic model of sweet basil hydroponically grown in plant factories. Horticulture Environment and Biotechnology 57(1): 20–26.

Pérez-López, U., A. Robredo, M. Lacuesta, A. Mena-Petite and A. Munoz-Rueda. 2009. The impact of salt stress on the water status of barley plants is partially mitigated by elevated CO_2. Environmental and Experimental Botany 66(3): 463–470.

Raksakantong, P., S. Siriamornpun, J. Ratseewo and N. Meeso. 2011. Optimized drying of kaprow leaves for industrial production of holy basil spice powder. Drying Technology 29: 974–983.

Schreiber, U., W. Bilger, H. Hormann and C. Neubauer. 1998. Chlorophyll fluorescence as a diagnostic tool: basics and some aspects of practical relevance. 320-336 pp.*in*: A.S. Raghavendra AS (ed) Photosynthesis: A Comprehensive Treatise. Cambridge University Press, Cambridge.

Sharkey, T.D., C.J. Bernacchi, G.D. Farquhar and E.L. Singsaas. 2007. Fitting photosynthetic carbon dioxide response curves for C_3 leaves. Plant, Cell and Environment 30(9): 1035–1040.

Simkin, A.J., L. McAusland, L.R. Headland, T. Lawson and C. A. Raines. 2015.

Multigene manipulation of photosynthetic carbon assimilation increases CO_2 fixation and biomass yield in tobacco. Journal of Experimental Botany 66(13): 4075–4090.

Song, H., P. Wu, X. Lu, B. Wang, T. Song, Q. Lu, M. Li and X. Xu. 2022. Comparative physiological and transcriptomic analyses reveal the mechanisms of CO_2 enrichment in promoting the growth and quality in *Lactuca sativa*. PLOS ONE. 18(2).

Taiz, L and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. 4th ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Massachusetts. 764 p.

Thornley, J.H and I.R. Johnson. 1990. Plant and Crop Modeling — A Mathematical Approach to Plant and Crop Physiology. Clarendon Press, Oxford. UK. 660 p.

Vanaja, M., S.K. Yadav, G. Archana, N. Jyothi Lakshmi, P.R. Ram Reddy, P. Vagheera, S.K. Abdul Razak, M. Maheswari and B. Venkateswarlu. 2011. Response of C_4 (maize) and C_3 (sunflower) crop plants to drought stress and enhanced carbon dioxide concentration. Plant, Soil and Environment 57(5): 207–215.

Wongpraneekul, A., T. Havananda and K. Luengwilai. 2022. Variation in aroma level of holy basil (*Ocimum tenuiflorum* L.) leaves is related to volatile composition, but not trichome characteristics. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 27: 1–8.

Zhao, D., K.R. Reddy, V.G. Kakani, A.R. Mohammed, J.J. Read and W. Gao. 2004. Leaf and canopy photosynthetic characteristics of cotton (*Gossypium hirsutum*) under elevated CO_2 concentration and UV-B radiation. Journal of Plant Physiology 161(5): 581–590.

การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ถูกกระตุ้นด้วยสารอินโดล-3-แอซีติกแอซิด จากไซยาโนแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินแปลงนา

Growth of Lettuce Stimulated by Indole-3-Acetic Acid (IAA) from Cyanobacteria Isolated from Paddy Field Soil

วิภาพร ยงสุวัฒนะ[1] สิรินภา ช่วงโอภาส[1*] และเดือนรัตน์ ชลอุดมกุล[2]

Wipaporn Yongsuwattana[1], Sirinapa Chungopast[1*] and Duenrut Chonudomkul[2]

Received: October 17, 2023
Revised: December 15, 2023
Accepted: December 26, 2023

Abstract: Cyanobacteria possess high capability on producing indole-3-acetic acid (IAA), can be serve as a biostimulant for promoting plant growth. The objective of this research was to isolate and identify cyanobacteria that are effective in producing IAA, as well as to investigate the impact of cyanobacteria on the growth of lettuce. The experiment was started from 1) The isolation of cyanobacteria from 5 paddy fields located in Nakhon Pathom, Kanchanaburi, and Suphanburi Province using a blue-green algae nitrogen-free medium (BGA). 2) Morphological study and identification of cyanobacteria was conducted through molecular biological methods utilizing the 16S rRNA gene and the phylogenic tree. 3) The efficiency on IAA production of cyanobacteria was assessed in BGA medium with and without tryptophan for 7, 14, 21, and 28 days. 4) The efficiency of cyanobacteria on growth promoting of lettuce was evaluated in greenhouse. The most effective IAA producer was selected for pot experiment. The experiment was completely randomize design (CRD) consisted of 4 treatments with 5 replicates each: T1 control with no fertilizer, T2 100% chemical fertilizer, T3 50% chemical fertilizer and cyanobacteria, and T4 only cyanobacteria. The results revealed that a total of 10 cyanobacteria isolates produced IAA in the range of 0.57 to 1.55 µg/ml. The *Nostoc* sp. (TL02) exhibited the highest IAA production of 1.55 µg/ml at 21 days in BGA with tryptophan. In the greenhouse experiment, using a 50% chemical fertilizer and cyanobacteria (TL02), there were no significant differences in plant height, fresh weight, and dry weight among the 3 lettuce varieties. However, the root length of the Green Cos variety showed a statistically significant difference at 11.00 cm. The highest dry weights for green oak, Green Cos, and Butterhead roots were 3.44 g, 10.64 g, and 3.84 g, respectively. This indicated that *Nostoc* sp. effectively enhanced the growth of lettuce roots, likely through IAA production. It can be used as a biofertilizer together with chemical fertilizers.

Keywords: cyanobacteria, indole-3-acetic acid, lettuce

---

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

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

[2] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

[2] Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bang Khen Campus, Bangkok, 10900, Thailand

*Corresponding author: agrsrnp@ku.ac.th

วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 8 (1) : 105-115 (2568)

บทคัดย่อ: ไซยาโนแบคทีเรียที่มีความสามารถสูงในการผลิต indole-3-acetic acid (IAA) สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการคัดแยกและจัดจำแนกไซยาโนแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการผลิตฮอร์โมน IAA รวมทั้งศึกษาผลของไซยาโนแบคทีเรียที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม การศึกษาเริ่มจาก 1) คัดแยกไซยาโนแบคทีเรียจากดินแปลงนาจำนวน 5 แปลง ในจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรีและสุพรรณบุรี โดยใช้อาหาร blue-green algae nitrogen-free medium (BGA) 2) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและจัดจำแนกชนิดไซยาโนแบคทีเรีย ด้วยวิธีทางชีวโมเลกุลโดยใช้ยีน 16S rRNA และการทำแผนภูมิต้นไม้ 3) ทดสอบประสิทธิภาพการผลิต IAA ในอาหาร BGA ที่มีการเติมและไม่เติมกรดอะมิโนทริปโตเฟน เป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยเชื้อไซยาโนแบคทีเรีย 10 ไอโซเลต 4) ทดสอบประสิทธิภาพของไซยาโนแบคทีเรียในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ประสิทธิภาพการผลิต IAA ที่สูง ถูกคัดเลือกมาทดสอบในกระถาง มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 4 ตำรับการทดลอง จำนวน 5 ซ้ำ คือ ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control), ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ และไซยาโนแบคทีเรีย และตำรับที่ 4 ใส่เฉพาะไซยาโนแบคทีเรีย ผลการทดลองพบว่าสามารถคัดแยกไซยาโนแบคทีเรีย ได้ทั้งหมด 10 ไอโซเลต แต่ละไอโซเลตสามารถผลิต IAA ได้แตกต่างกัน (0.57 - 1.55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) โดย *Nostoc* sp. มีการผลิต IAA สูงสุดเท่ากับ 1.55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ 21 วัน เมื่อเลี้ยงในอาหาร BGA ที่ใส่กรดอะมิโนทริปโตเฟน การใส่ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc* sp. (TL02) ไม่มีผลทำให้ความสูงต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นในผักกาดหอมทั้ง 3 สายพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ ความยาวรากของสายพันธุ์กรีนคอสมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ (11.00 เซนติเมตร) ขณะที่ น้ำหนักแห้งของรากกรีนโอ๊ค กรีนคอส และบัตเตอร์เฮดมีค่าสูงที่สุดเช่นกัน (3.44, 10.64 และ 3.84 กรัม ตามลำดับ) ดังนั้น *Nostoc* sp. (TL02) ที่คัดแยกได้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมให้รากผักสลัดเจริญเติบโตได้ดีขึ้นโดยกลไกของการผลิตฮอร์โมนพืชและอาจพัฒนาเป็นปุ๋ยชีวภาพทางเลือกร่วมกับปุ๋ยเคมีได้

คำสำคัญ: ไซยาโนแบคทีเรีย, อินโดล-3-แอซีติก แอซิด, ผักกาดหอม

คำนำ

ไซยาโนแบคทีเรีย หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) เป็นโพรคาริโอตเซลล์ที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ มีความหลากหลายและกระจายตัวอยู่บนโลกมากที่สุดชนิดหนึ่ง (Stanier and Cohen-Bazire, 1977) มีการนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น เป็นอาหารคน อาหารสัตว์ การบำบัดน้ำเสีย การผลิตสารสี (pigment) และทางด้านการเกษตรนำมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ (วิภา, 2561) เนื่องจากความสามารถในการตรึงไนโตรเจนและผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น Indole-3-acetic acid (IAA) ซึ่งจัดเป็นฮอร์โมนในกลุ่มออกซิน ซึ่งมีบทบาทส่งเสริมให้รากพืชยืดยาวขึ้น และยังเพิ่มจำนวนขนราก รวมทั้งทำให้พืชมีความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีอีกด้วย (Datta and Basu, 2000) เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์ IAA ของเซลล์นั้นต้องใช้กรดอะมิโนทริปโตเฟนเป็นสารตั้งต้น เพื่อควบคุมการสร้างเอ็มบริโอของพืชชั้นสูง (Wang *et al*., 2015) ดังนั้นจึงมีการเติมกรดอะมิโนทริปโตเฟนในอาหารเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรีย มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับไซยาโนแบคทีเรียที่นำมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพกับการปลูกข้าวหลายงานวิจัย อานนท์ (2558) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ไซยาโนแบคทีเรียบางชนิดที่สร้างเฮทเทอโรซีสต์เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับปลูกข้าวพันธุ์กข 31 พบว่าไซยาโนแบคทีเรียสายพันธุ์ *Anabeana siamensis* S11, *Anabeana volzii* S5, *Calothix* sp. S3 ทำให้ไนโตรเจนในตอซังเพิ่มขึ้น ส่งผลให้

ข้าวแตกกอเพิ่มขึ้น น้ำหนักแห้งในตอซังเพิ่มขึ้น Song *et al*. (2021) ศึกษาการแทนที่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วยไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนเพื่อลดการชะล้างไนโตรเจนในนาข้าว พบว่าไซยาโนแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน *Anabaena azotica* (FACHB-119) สามารถลดการใช้ปุ๋ยยูเรียได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และยังช่วยลดการชะล้างไนโตรเจนในดินได้ พืชชนิดอื่นยังมีการศึกษาน้อย โดยเฉพาะในผักกาดหอม ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวไม่นาน และมีรายงานว่า มีแคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส ที่เป็นแร่ธาตุส่งเสริมสุขภาพของกระดูก นอกจากนี้ยังมีสารแคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน ที่มีผลต้านสารอนุมูลอิสระ (Kim *et al*., 2016) ข้อมูลการผลิตผักกาดหอมของประเทศไทยพบว่าเพิ่มขึ้นจาก 210 ตัน ในปี 2515 เป็น 31,115.63 ตัน ในปี 2564 มีอัตราเติบโตเฉลี่ย 13.50% ต่อปี (Knema team, 2021) ทำให้ผักกาดหอมมีมูลค่าทางเศรษฐกิจมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการนำไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถผลิตสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช มาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพเพื่อการผลิตผักกาดหอม

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดแยกเชื้อไซยาโนแบคทีเรียจากดินแปลงนา

สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร บริเวณแปลงนาจำนวน 5 แปลง ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน ในพื้นที่ของจังหวัดนครปฐม (13.915660 °N, 99.981523 °E) และ จังหวัดกาญจนบุรี (14.057157°N, 99.685750°E) ส่วนชุดดินชัยนาทอยู่ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (14.634404°N, 100.085703°E) โดยทำการศึกษา ณ ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 -พฤศจิกายน 2565 นำตัวอย่างดินที่เก็บมาทำการเจือจางเป็นลำดับส่วน (serial dilution) แล้วนำมาแยกเชื้อโดยเกลี่ยเชื้อบนอาหารแข็ง blue-green algae nitrogen-free medium (BGA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องและมีแสงสว่าง เป็นเวลา 28 วัน หลังจากนั้นนำเชื้อที่พบทั้งหมดมาทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ โดยวิธีการ streak plate method ลงบนอาหาร BGA อีกครั้ง

การศึกษาลักษณะสัณฐานทางวิทยาและการจัดจำแนกชนิดไซยาโนแบคทีเรีย

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและถ่ายภาพลักษณะของไซยาโนแบคทีเรียที่แยกได้จากดินนาแต่ละพื้นที่ โดยนำลูปเขี่ยเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วแตะอาหารเหลวที่ไซยาโนแบคทีเรียเจริญอยู่ แล้วนำมาวางบนแผ่นสไลด์ที่ทำความสะอาดแล้ว จากนั้นนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Olympus CX31, Philippines) ศึกษารูปร่างและลักษณะของไซยาโนแบคทีเรีย นำมาจัดจำแนกชนิดโดยสกัดดีเอ็นเอจากเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียที่คัดแยกได้โดยใช้ชุดสกัด NucleoSpin® Tissue kit (Macherey-Nagel, Germany) ตามคู่มือคำแนะนำการสกัดดีเอ็นเอ (Macherey-Nagel GmbH & Co. KG, 2010) ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอโดยใช้เจลอากาโรส 1 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) โดยใช้ไพร์เมอร์ของยีน 16S rRNA ในการจัดจำแนกแบคทีเรียคือ forward primer: 5'-AGAGTTTGATC-MTGGCTCAG-3' reverse primer: 5'-TACGGY-TACCTTGTTACGACTT-3' (Chandra and Kumar, 2017) และวิเคราะห์ผลลำดับเบสของดีเอ็นเอเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใน GenBank จากนั้นนำผลที่ได้มาสร้างแผนภูมิต้นไม้ (phylogenic tree) โดยใช้โปรแกรม Maga 11 version 6.0 (Tamura *et al*., 2013)

การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตสาร Indole-3-acetic acid

เลี้ยงเชื้อไซยาโนแบคทีเรียบริสุทธิ์ที่แยกได้จากโคโลนีเดี่ยวบนอาหารแข็ง BGA แล้วนำมาเลี้ยงต่อในอาหารเหลว BGA ที่เติมกรดอะมิโนทริปโตเฟน 0.102 กรัมต่อลิตร และไม่เติมกรดอะมิโนทริปโตเฟน นำเชื้อที่ได้ไปบ่มที่มีแสงสว่าง โดยเขย่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เก็บตัวอย่างเชื้อที่ระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน จากนั้นนำเชื้อที่เจริญแล้วมาปั่นเหวี่ยง

ที่ 50,000 รอบเป็นเวลา 5-10 นาที นำส่วนละลายใสไปวิเคราะห์หาปริมาณ IAA เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน IAA (MW = 175.19) โดยเตรียม IAA ให้มีความเข้มข้น 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น stock solution (ชั่งสาร indole-3-acetic acid 0.01 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปต 4 มิลลิลิตรผสมกับน้ำกลั่น 16 มิลลิลิตร) จากนั้นเตรียมความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานให้เป็น 0, 2, 4, 6, 8, 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้หรือส่วนใสของตัวอย่างไซยาโนแบคทีเรียมา 3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองเติม Salkowski reagent 2 มิลลิลิตร โดยใช้วิธี Salkowski's method (Ehmann, 1977) เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มในที่มืดนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (UV Spectrophotometer Genesys 20, USA)

การทดสอบประสิทธิภาพของไซยาโนแบคทีเรียในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

คัดเลือกไซยาโนแบคทีเรียไอโซเลตที่สามารถผลิต IAA ได้ปริมาณมากที่สุด มาทดสอบกับการปลูกผักกาดหอมร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยวางแผนทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) 4 ตำรับการทดลอง จำนวน 5 ซ้ำ คือ ตำรับที่1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control) ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับไซยาโนแบคทีเรีย และตำรับที่ 4 ใส่เฉพาะไซยาโนแบคทีเรีย ทำการศึกษาด้วยตำรับทดลองแบบเดียวกัน กับผักกาดหอม 3 สายพันธุ์ได้แก่ กรีนโอ๊ค กรีนคอสและบัตเตอร์เฮด โดยย้ายกล้าผักกาดหอมอายุ 2 สัปดาห์ปลูกในกระถางที่บรรจุดินกำแพงแสนที่มีค่าวิเคราะห์ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง (7.93) ค่าการนำไฟฟ้า 6.94 เดซิซีเมนต่อเซนติเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.89 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำ (0.09 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสสูงมาก (222.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมสูงมาก (353.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) น้ำหนัก 4 กิโลกรัมต่อกระถาง

เลี้ยงเชื้อไซยาโนแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ในอาหารเหลว BGA จนเกิดความขุ่นและมีความเข้มข้นของเชื้อไม่น้อยกว่า 108 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ใส่ลงบริเวณรอบต้นผักกาดหอม ในปริมาตร 100 มิลลิลิตรต่อต้น เมื่อต้นกล้ามีอายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกำแพงแสน โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 สูตร 46-0-0 ปริมาณ 0.21 กรัมต่อกระถาง สูตร 18-46-0 ปริมาณ 0.14 กรัมต่อกระถาง สูตร 0-0-60 ปริมาณ 0.10 กรัมต่อกระถาง ครั้งที่ 2 ใส่หลังจากครั้งแรกประมาณ 15 วัน สูตร 46-0-0 ปริมาณ 0.28 กรัมต่อกระถาง (กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2564) ให้น้ำวันละ 2 ครั้ง เก็บข้อมูลความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดต้นและราก น้ำหนักแห้งต้นและรากของผักกาดหอมแต่ละสายพันธุ์ที่ช่วงอายุ 45 วัน หลังย้ายปลูก (อริสรา, 2562)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ เมื่อพบความแตกต่างกันในทางสถิติจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม R version 2.9.1 (R Core Team, 2018)

ผลการทดลอง

ไซยาโนแบคทีเรียที่พบจากดินแปลงนาและสายพันธุ์ที่จัดจำแนกได้

จากการคัดแยกไซยาโนแบคทีเรียที่ได้จากตัวอย่างดินแปลงนาในระยะ 0-5 เซนติเมตร จำนวน 5 แปลง ในพื้นที่ของจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรี และสุพรรณบุรี คัดเลือกไซยาโนแบคทีเรียทั้งหมด 10 ไอโซเลต โดยจากพื้นที่ จ.นครปฐม คัดเลือก 6 ไอโซเลต ได้แก่รหัส TN01, TN02, TL01, TL02, FL01 และ FL02 จ.กาญจนบุรี 2 ไอโซเลต ได้แก่รหัส DJ01 และ DJ02 จ.สุพรรณบุรี 2 ไอโซลเลต ได้แก่รหัส BW01 และ BW02 ตามลำดับ แต่ละไอโซเลตมีลักษณะเป็นเส้นสาย (filament) ที่แตกต่างกัน ดังแสดงใน (Table 1 และ Figure 1)

การจัดจำแนกชนิดของไซยาโนแบคทีเรีย 10 ไอโซเลตโดยการหาลำดับเบส 16S rRNA พบว่ามีสายพันธุ์ *Prochlorococcus* sp., *Pseudanabena* sp., *Nostoc* sp., *Calothrix parietina*, *Pseudanabena suomiensis*, *Cyanothece* sp. และ *Westiellopsis* sp. และแผนภูมิต้นไม้ของไซยาโนแบคทีเรียไอโซเลต TL02 พบว่าจัดอยู่ในสายพันธุ์ *Nostoc* sp. ด้วยค่า bootstrap 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงใน (Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อไซยาโนแบคทีเรียชนิดนี้

Table 1 Some characteristics and identification of cyanobacteria by DNA sequencing 16S rRNA

Isolate	Charaecteristics			Identified bacteria	% Similarity
	Color	Shape	Heterocyst		
TN01	Green	Filament	+	*Prochlorococcus* sp.	82.66
TN02	Green	Filament	+	*Prochlorococcus* sp.	84.73
TL01	Blue green	Filament	+	*Pseudanabena* sp.	82.99
TL02	Green brown	Filament	+	*Nostoc* sp.	92.57
FL01	Blue green	Filament	+	*Calothrix parietina*	84.21
FL02	Green brown	Filament	+	*Nostoc* sp.	97.7
DJ01	Green	Filament	+	*Pseudanabena suomiensis*	82.96
DJ02	Blue green	Filament	+	*Nostoc* sp.	98.19
BW01	Green	Filament	+	*Cyanothece* sp.	88.32
BW02	Brown	Filament	+	*Westiellopsis* sp.	79.84

Note: + found heterocyst

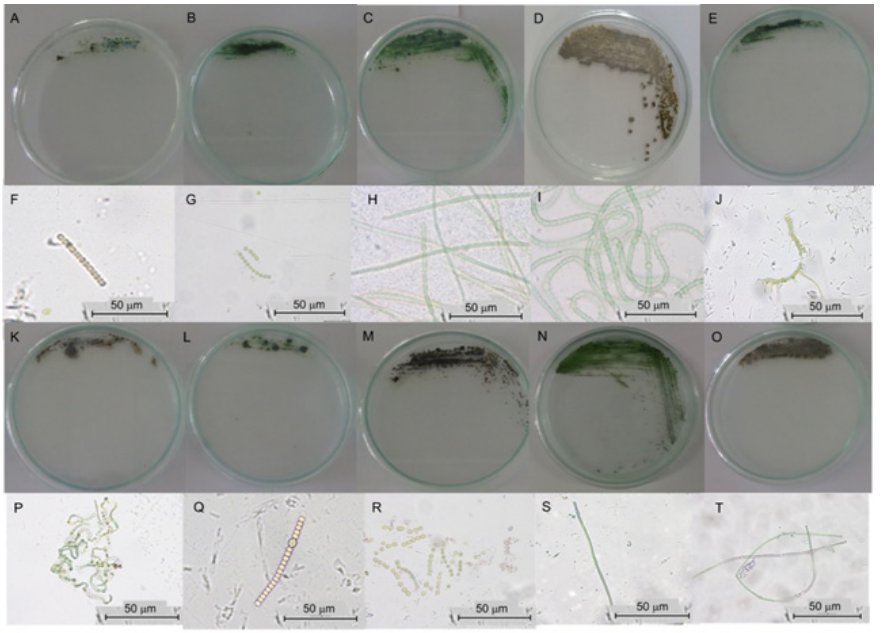

Figure 1 Morphological characteristics of cyanobacteria on BGA medium and shape under the microscope at magnification 400X: TL01(A, F), TL02 (B, G), TN01 (C, H), TN02 (D, I), FL01 (E, J), FL02 (K, P), DJ01 (L, Q), DJ02 (M, R), BW01 (N, S), and BW02 (O, T)

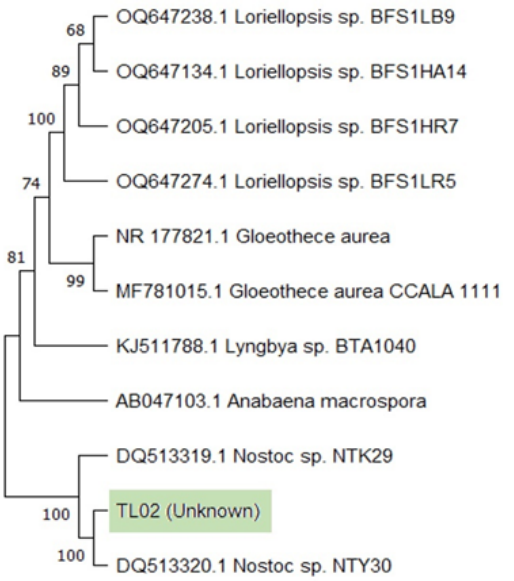

Figure 2 Classification of cyanobacteria isolate TL02 and their growth promoting effects on lettuce. Phylogenic tree of isolate TL02.

Figure 3 Growth of Green Oak (A), Green Cos (B), and Butterhead (C), T1: control with no fertilizer, T2:100% chemical fertilizer, T3: 50% chemical fertilizer and cyanobacteria, and T4: only cyanobacteria at 45 days after planting.

ปริมาณ Indole-3-Acetic Acid (IAA) ที่ไซยาโนแบคทีเรียแต่ละชนิดผลิตได้

ไซยาโนแบคทีเรียแต่ละไอโซเลต ที่เลี้ยงในอาหารเหลวที่ไม่มีการเติมกรดอะมิโนทริปโตเฟน (Table 2) โดยไอโซเลต TL02 สามารถผลิต IAA ได้มากที่สุดเท่ากับ 1.19, 1.19, 1.52 และ 1.33 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ 7, 14, 21 และ 28 วันของการบ่ม ตามลำดับ และพบในทำนองเดียวกันว่าเมื่อเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรีย

ในอาหารเหลวที่มีการเติมกรดอะมิโนทริปโตเฟน (Table 3) แต่ละไอโซเลต สามารถผลิต IAA ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไอโซเลต TL02 ผลิตได้มากที่สุดเท่ากับ 1.32, 1.25, 1.55 และ 1.38 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ 7, 14, 21 และ 28 วันของการบ่ม ตามลำดับ และไอโซเลตที่ผลิตได้รองลงมาคือ ไอโซเลต TL01 และ DJ02 ที่ 21 วันของการบ่ม

ผลการใช้ไซยาโนแบคทีเรียต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

ในการทดลองนี้เลือก *Nostoc* sp. (TL02) ทดสอบร่วมกับปุ๋ยเคมี ผลการทดลองพบว่าในตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับไซยาโนแบคทีเรีย ทำให้ความสูงต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ในผักกาดหอมทั้ง 3 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับการทดลองมีผลทำให้ความยาวรากของผักกาดหอมสายพันธุ์กรีนคอส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับ T3 มีความยาวสูงสุด (11.00 เซนติเมตร) แต่ไม่มีผลต่อความยาวรากของสายพันธุ์กรีนโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด ในขณะที่น้ำหนักของรากแห้งของผักกาดหอมทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้รับผลกระทบจากแต่ละตำรับการทดลอง โดย T3 มีผลให้น้ำหนักแห้งของรากสูงสุดที่ 3.44, 10.64 และ 3.84 กรัมต่อต้น ของผักกาดหอมสายพันธุ์กรีนโอ๊ค กรีนคอส และบัสเตอร์เฮด ตามลำดับ (Table 4)

Table 2 The quantity of indole-3-acetic acid (IAA) produced by various isolates of cyanobacteria in blue green algae nitrogen-free medium without tryptophan

Isolate	Indole-3-acetic acid (µg/ml)			
	7Day	14Day	21Day	28Day
TN01	0.60^{d}	0.60^{d}	0.73^{d}	0.57^{e}
TN02	0.67^{c-d}	0.67^{c-d}	0.78^{c-d}	0.68^{c-e}
TL01	0.64^{d}	0.64^{c-d}	0.85^{b-d}	0.82^{b}
TL02	1.19^{a}	1.19^{a}	1.52^{a}	1.33^{a}
FL01	0.62^{d}	0.62^{d}	0.77^{c-d}	0.65^{d-e}
FL02	0.65^{d}	0.65^{d}	0.77^{c-d}	0.67^{d-e}
DJ01	0.82^{b}	0.82^{b}	0.90^{b-c}	0.79^{b-c}
DJ02	0.81^{b-c}	0.81^{b-c}	0.90^{b-c}	0.81^{b}
BW01	0.64^{d}	0.64^{d}	0.83^{b-d}	0.71^{b-d}
BW02	0.67^{c-d}	0.67^{c-d}	0.90^{b-c}	0.76^{b-d}
F-test	*	*	*	*
CV (%)	8.2	8.32	6.42	6.29

Note: Means in the same column followed by different letters are different significantly by DMRT, * = P<0.05

Table 3 The quantity of indole-3-acetic acid (IAA) produced by various isolates of cyanobacteria in blue green algae nitrogen-free medium with tryptophan

Isolate	Indole-3-acetic acid concentration (µg/ml)			
	7Day	14Day	21Day	28Day
TN01	0.82^{c-d}	0.85^{c}	0.88^{c}	0.79^{c}
TN02	0.75^{c-d}	0.79^{c-d}	0.75^{d}	0.73^{c}
TL01	1.03^{b}	0.95^{b}	1.12^{b}	1.00^{b}
TL02	1.32^{a}	1.25^{a}	1.55^{a}	1.38^{a}
FL01	0.69^{d}	0.69^{d-e}	0.82^{c-d}	0.74^{c}
FL02	0.79^{c-d}	0.67^{e}	0.77^{d}	0.69^{c}
DJ01	0.88^{c}	0.83^{c}	0.83^{c-d}	0.79^{c}
DJ02	1.03^{b}	0.99^{b}	1.05^{b}	0.92^{b}
BW01	0.74^{d}	0.71^{d-e}	0.85^{c-d}	0.76^{c}
BW02	0.77^{c-d}	0.75^{c-e}	0.88^{c}	0.76^{c}
F-test	*	*	*	*
CV (%)	6.1	6.73	5.77	5.1

Note: Means in the same column followed by different letters are different significantly by DMRT, * = P<0.05

Table 4 Effects of cyanobacteria and chemical fertilizers on plant height, fresh weight, plant dry weight, root length and root dry weight of 3 lettuce cultivars at 45 days after planting.

Treatment	Plant heigh (cm)	Plant fresh weight (g/plant)	Plant dry weight (g/plant)	Root length (cm)	Root dry weight (g/plant)
			Green Oak cultivar		
T1	17.00	85.76	2.89	6.17	0.74^{b}
T2	17.17	134.38	4.15	8.17	2.12^{a-b}
T3	18.30	146.93	4.52	10.33	3.44^{a}
T4	17.17	134.35	4.50	8.60	2.04^{a-b}
F-test	ns	ns	ns	ns	*
CV%	8.75	2.1	24.76	20.10	46.93
			Green Cos cultivar		
T1	21.67	137.11	4.38	8.23^{b}	1.73^{b}
T2	23.90	147.80	4.60	8.17^{b}	3.37^{b}
T3	27.40	210.06	9.48	11.00^{a}	10.64^{a}
T4	24.50	127.56	4.59	9.60^{ab}	3.95^{b}
F-test	ns	ns	ns	*	*
CV%	11.89	22.78	22.33	9.78	33.94

Table 4 (continued).

Treatment	Plantheigh (cm)	Plant fresh weight (g/plant)	Plant dry weight (g/plant)	Root length (cm)	Root dry weight (g/plant)
			Butterhead cultivar		
T1	21.67	127.25	14.68	11.00	1.51[b]
T2	23.90	147.21	16.78	10.33	2.33[a-b]
T3	27.40	152.29	22.28	12.17	3.84[a]
T4	24.50	125.59	16.40	10.17	1.86[b]
F-test	ns	ns	ns	ns	*
CV%	11.89	18.75	4.77	14.72	35.06

Note: T1: without fertilizer (control), T2: 100% chemical fertilizer, T3: 50% chemical fertilizer together with cyanobacteria and T4: only cyanobacteria.

* = $p < 0.05$, ns = non different significantly.

วิจารณ์

สายพันธุ์ของไซยาโนแบคทีเรียที่คัดแยกได้มีลักษณะเซลล์ที่เป็นเส้นสาย และสามารถผลิต IAA ได้ โดยสายพันธุ์ที่ผลิตได้มากที่สุดคือ *Nostoc* sp.ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sergeeva *et al.* (2002) ที่พบการผลิตฮอร์โมนพืชกรดอินโดล-3-อะซิติกโดยไซยาโนแบคทีเรียในสกุล *Calothrix* 2 สายพันธุ์และ *Nostoc* 2 สายพันธุ์ แต่ตรวจไม่พบในสกุล *Fischerella* และ *Scytonema* เนื่องจากมีการตอบสนองต่อทริปโตเฟนที่ต่างกัน ไอโซเลต TL02 (*Nostoc* sp.) สามารถผลิตฮอร์โมน IAA ในอาหาร BGA ที่ไม่ใส่กรดอะมิโนทริปโตเฟนได้ 1.52 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ 21 วันของการบ่มและมีค่าสูงกว่าการผลิตสาร IAA ของไซยาโนแบคทีเรียสายพันธุ์ *Nostoc* OS-1 ในหลอดทดลองที่ไม่มีการเติมกรดอะมิโนทริปโตเฟน ซึ่งมีการผลิต IAA ประมาณ 2.1x10-5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลา 21 วัน (Hussain *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามเมื่อมีการเติมกรดอะมิโนทริปโตเฟน ไอโซเลต TL02 (*Nostoc* sp.) ผลิต IAA ได้ 1.55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ 21 วันของการบ่ม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการศึกษาสายพันธุ์ไซยาโนแบคทีเรียในดินเขตปกครอง Kafr El-Sheikh และ El-Dakahlia ของอียิปต์และประเมินการผลิตสารทางชีวภาพ พบว่าไซโนแบคทีเรียสายพันธุ์ *Nostoc* sp. และ *Anabaena* sp. พบมากที่สุด เมื่อนำมาวิเคราะห์การผลิต IAA สายพันธุ์ *Nostoc calcicola* D และ *Anabaena cylindrica* D ผลิตได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเท่ากับ 5.99x104 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 3.93x104 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเติมกรดอะมิโนทริปโตเฟน (Randa *et al.*, 2021) ไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc* sp. ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักแห้งของรากผักสลัดทั้งสามสายพันธุ์ (กรีนโอ๊ค กรีนคอสและบัตเตอร์เฮด) มีค่าสูงสุด การใส่เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ในดินเพิ่มขึ้น ผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตที่พืชดูดซึมไปใช้ได้มากขึ้น (Angulo *et al.*, 2020) ไซยาโนแบคทีเรียสามารถผลิตฮอร์โมนพืชได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Mohsen *et al.* (2016) ที่ศึกษาผลของสารสกัดจากไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc muscorum* SOS14 และ *Anabaena oryzae* SOS13 ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม ช่วยทำให้ความสูงของต้น จำนวนใบ/ต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ น้ำหนักและผลผลิตรวมของต้นผักกาดหอมเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ศรัญญา และคณะ (2559) พบว่าผักกาดหอมสายพันธุ์กรีนโอ๊คในทรีตเมนต์ที่รากได้ผ่านคลื่นความถี่สูงเป็นระยะเวลา 300 วินาที และเลี้ยงต่อในอาหาร BG-11N_0 + *Nostoc* sp. TUBT05 ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

สรุป

ไซยาโนแบคทีเรียซึ่งคัดแยกได้จากดินแปลงนา มีประสิทธิภาพในการผลิตฮอร์โมน IAA แตกต่างกัน โดยไอโซเลต TL02 ซึ่งจัดจำแนกได้เป็น *Nostoc* sp. มีการผลิต IAA สูงสุด การใช้ *Nostoc* sp. ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากและน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม ได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว จึงน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2564. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตพืชผักที่ปลูกเพื่อรับประทานต้นและใบ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.doa.go.th/ac/phetchaburi/wp-content/uploads/2023/02 (15 เมษายน 2566).

วิภา จึงจตุพรชัย. 2561. ไซยาโนแบคทีเรียและจุลสาหร่าย: พันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลและเทคโนโลยีชีวภาพ. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพมหานคร. 160 หน้า.

ศรัญญา บัวกระสินธุ์, นวลกมล อำนวยสิน, สุธีรา ลิมปิพิชัย และสุเปญญา จิตตพันธ์. 2559. การชักนำการเจริญเติบโตของกรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) ด้วยไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้โดยใช้คลื่นความถี่สูง. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 39(2): 171-182.

อริสรา ผาสุข. 2562. การเจริญเติบโต การสะสมและการลดปริมาณไนเตรทในผักสลัดที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม. 107 หน้า.

อานนท์ ทัศนานนท์ชัย. 2558. การใช้ประโยชน์ไซยาโนแบคทีเรียบางชนิดที่สร้างเฮทเทอโรซีสต์เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับปลูกข้าวพันธุ์ กข 31. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 85 หน้า.

Angulo, J., M. M. Martínez-Salgado, R. Ortega-Blu and P. Fincheira. 2020. Combined effects of chemical fertilization and microbial inoculant on nutrient use efficiency and soil quality indicators. Scientia Agropecuaria 11(3): 375-380.

Chandra, R. and V. Kumar. 2017. Phytoremediation: A Green sustainable technology for industrial waste management. pp 1-42. *In*: R. Chandra, N.K. Dubey and V. Kumar (Eds.). Phytoremediation of environmental pollutants. CRC Press, Boca Raton.

Datta, C. and P.S. Basu. 2000. Indole acetic acid production by a *Rhizobium* species from root nodules of a leguminous shrub, *Cajanus cajan*. Microbiological Research 155(2): 123-127.

Ehmann, A. 1977. The Van Urk-Salkowski reagent—a sensitive and specific chromogenic reagent for silica gel thin-layer chromatographic detection and identification of indole derivatives. Journal of Chromatography A 132: 267-276.

Hussain, A., S.T. Shah, H. Rahman, M. Irshad and A. Iqbal. 2015. Effect of IAA on *in vitro* growth and colonization on of *Nostoc* in plant roots. Frontiers in Plant Science 6(46): 1-9.

Kim M. J., Y. Moon, D. A. Kopsell and S. Park. 2016. Nutritional value of Crisphead 'Iceberg' and Romaine lettuces (*Lactuca sativa* L.). Journal of Agricultural Science 8(11): 1.

Knema team. 2021. The production of lettuce and chicory in Thailand. (Online): Available Source: https://knoema.com/data/thailand+agriculture-indicators-production+lettuce-and-chicory (November 9, 2023)

Macherey-Nagel GmbH and Co. KG. 2010. Genomic DNA from tissue user manual. User manual. (Online): Available Source: https://www.mediray.co.nz/media/16169/om_macherey nagel_dna_mn740952_genomicdnatissue_r11.pdf (Apil 2, 2023).

Mohsen, A. A. M., A. S. A. Salama and F. M. A. El-Saadony. 2016. The effect of foliar spray with cyanobacterial extracts on growth, yield and quality of lettuce plants (*Lactuca sativa* L.). Middle East Journal of Agriculture Research 5(1): 90-96.

Randa, M., Z. Ahlam, A. M. Mehesen, E. H. Ashour and A. H. Afify. 2021. Characterization of soil indigenous cyanobacterial strains and bioactivity assessment. Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology 12 (11):195-199.

R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. (Online): Available Source: https://www.R-project.org (October 2, 2023).

Sergeeva, E., A. Liaimer and B. Bergman. 2002. Evidence for production of the phytohormone indole-3-acetic acid by cyanobacteria. Planta 215: 229-238

Song, X., J. Zhang, C. Peng and D. Li. 2021. Replacing nitrogen fertilizer with nitrogen-fixing cyanobacteria reduced nitrogen leaching in red soil paddy fields. Agriculture, Ecosystems and Environment 312:107320.

Stanier, R.Y. and G. Cohen-Bazire. 1977. Phototrophic prokaryotes: The Cyanobacteria. Annual Reviews in Microbiology 31: 225-274.

Tamura, K., G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski and S. Kumar. 2013. MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. Molecular Biology and Evolution 30(12:) 2725-2729.

Wang, B., J. Chu, T. Yu and J. Li. 2015. Tryptophan-independent auxin biosynthesis contributes to early embryogenesis in Arabidopsis. Biological Sciences 112 (15): 4821-4826.

การรับรู้และการปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในอำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง

Rice Farmers' Perceptions and Adaptation to Climate Change in Wiset Chaichan District, Ang Thong Province

พันธ์จิตต์ สีเหนี่ยง[1*] คนึงรัตน์ คำมณี[1] จิรัฐินาฏ ถังเงิน[1] ศวิตา ตั้งวงศ์กิจ[1] และโชตนา ลิ่มสอน[2]

Panchit Seeniang[1*], Kanungrat Kummanee[1], Jirattinart Thungngern[1], Savita Tangwongkit[1] and Chotana Limsorn[2]

Received: November 29, 2023
Revised: December 28, 2023
Accepted: December 28, 2023

Abstract: The objective of the research was to investigate rice farmers' perceptions and adaptation to climate change in Wiset Chaichan district, Ang Thong province. Interview schedule was used for data collection from 98 rice farmers in Ang Thong province. Descriptive statistics and content analysis were applied for data analysis. The findings revealed that most farmers were aware of rising temperature and reduced rainfall. Farmers had the ability to adapt to the risks of the climate crisis. In the face of climate risks in agriculture, farmers had demonstrated different adaptations in the pre-risk period, including using drought-tolerant or flood-resistant varieties, and adjusting crop planting and harvesting periods. During risk, farmers were increasingly observing crops for both diseases and potential new dangers. And post-risk, most farmers had changed their cropping system to grow crops once a year instead, and use new technologies and varieties. Thus, it can be seen that farmers perceive and adapt differently on and off farms. In the long run, farmers still need external support, and increased investment in new agricultural technologies, as well as locally appropriate information dissemination mechanisms and technologies to prepare for risks.

Keywords: climate risk, adaptive capacity, rice farmer

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรับรู้และการปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง โดยใช้แบบสัมภาษณ์เก็บข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 98 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) และการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการรับรู้ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

[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

[2] สำนักงานเกษตรจังหวัดอ่างทอง 120 ถนนโพธิ์พระยา-ท่าเรือ ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง 14000

[2] Ang Thong Provincial Agricultural Extension Office, 120 Phophraya-Tharuea rd, Ban It subdistrict, Muaeng district, Ang Thong province, 14000, Thailand

*Corresponding author: agrpcp@ku.ac.th

ที่เพิ่มสูงขึ้น และมีปริมาณน้ำฝนที่ลดลง เกษตรกรมีความสามารถในการปรับตัวต่อความเสี่ยงจากวิกฤติภูมิอากาศที่เกิดขึ้น เมื่อเผชิญกับความเสี่ยงด้านสภาพภูมิอากาศในการเกษตร เกษตรกรได้แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวที่แตกต่างกันในช่วงก่อนความเสี่ยง (pre-risk) ได้แก่ การใช้พันธุ์ทนแล้งหรือทนน้ำท่วม และปรับเปลี่ยนช่วงเวลาเพาะปลูกพืชและเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนระหว่างความเสี่ยง (during risk) เกษตรกรใช้การสังเกตพืชมากขึ้นทั้งโรคและอันตรายใหม่ที่อาจเกิดขึ้น และช่วงหลังความเสี่ยง (post-risk) เกษตรกรส่วนใหญ่เปลี่ยนระบบการปลูกพืชเป็นปลูกพืชปีละ 1 ครั้งแทน และใช้เทคโนโลยีและพันธุ์ใหม่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเกษตรกรรับรู้และมีการปรับตัวในฟาร์มและนอกฟาร์มที่หลากหลายแตกต่างกัน และในระยะยาวเกษตรกรยังคงต้องการการสนับสนุนจากภายนอก และการลงทุนมากขึ้นในเทคโนโลยีเกษตรใหม่ๆ รวมทั้งกลไกการเผยแพร่ข้อมูลและเทคโนโลยีที่เหมาะสมระดับพื้นที่เพื่อเตรียมการรับความเสี่ยง

คำสำคัญ: ความเสี่ยงจากวิกฤติภูมิอากาศ, ความสามารถในการปรับตัว, เกษตรกรผู้ปลูกข้าว

คำนำ

ภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเกษตร การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภูมิอากาศในลักษณะต่างๆ ได้แก่ การที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น หรือ รูปแบบการกระจายตัวของฝนในช่วงฤดูฝนเปลี่ยนแปลงในอนาคตจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตทางการเกษตร (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554) คาดการณ์ว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมีผลกระทบต่อพื้นที่เพาะปลูก ตัวอย่างผลกระทบ เช่น การทิ้งช่วงของฝนที่ยาวนานขึ้น ความแห้งแล้ง ความรุนแรงของพายุฝน น้ำท่วม การระบาดของแมลง ศัตรูพืชและโรคพืช เป็นต้น อาจทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงหรือเสียหายได้ ซึ่งเชื่อมโยงกับความมั่นคงทางอาหาร แต่การจัดการปรับตัวเพื่อบรรเทาผลกระทบเหล่านี้มีต้นทุนและค่าใช้จ่าย ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่ของไทยเป็นเกษตรกรรายย่อยที่อาจมีศักยภาพในการปรับตัวที่ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2553)

ข้าว ซึ่งเป็นพืชที่สำคัญของภาคเกษตรไทยเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรายย่อยจำนวนมาก ในปี พ.ศ. 2564 มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 62.6 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อการผลิตข้าว โดยข้าวเกือบทุกสายพันธุ์มีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทำให้อายุข้าวสั้นลง (พรพรรณ, 2559) และผลผลิตลดลง (Matthews, *et al*.1997) มีการระบาดของแมลงและโรคของข้าว ผลโดยอ้อมจากอุณหภูมิของอากาศสูง คือ การขาดน้ำทำให้การผสมเกสรลดลง ผลผลิตข้าวจึงลดลงด้วย สำหรับข้าวนาปีซึ่งใช้น้ำฝนเป็นหลัก การเริ่มต้นของฤดูฝนที่แปรปรวนไปเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลให้การปลูกข้าวของเกษตรกรไม่แน่นอน ถ้าฝนมาช้าจะเตรียมแปลงกล้าไม่ได้ และถ้ามีพายุหรือความแปรปรวนของปริมาณฝนอาจทำให้มีน้ำท่วมที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ ส่วนในข้าวนาปรังเป็นระบบการผลิตที่เปิดรับความเสี่ยงกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศโดยเฉพาะช่วงปลายฤดู (พรพรรณ, 2559)

การรับมือกับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบบเกษตรกรรมโดยทั่วไปแล้วมีมาตรการที่หลากหลายแตกต่างกันไป ได้แก่ การเปลี่ยนพันธุ์พืช นโยบายการกำหนดเขตเพาะปลูก การจัดการแปลงเพาะปลูก โดยเฉพาะการปรับปรุงคุณภาพดิน และการปรับกำหนดการเพาะปลูก (เกริก และคณะ, 2552 อ้างใน ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554) การปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการแปลงเพาะปลูกจะช่วยลดความเสียหายจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตข้าว การจัดการความเสี่ยงในด้านนี้ได้แก่ การปลูกข้าวพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น เนื่องจากเอื้อให้สามารถปลูกข้าวได้สองรอบถ้าหากสามารถ

จัดหาน้ำได้เพียงพอสำหรับการเพาะปลูกครั้งต่อไป (Matthews *et al*.,1997) เนื่องจากสภาพของฝนที่ตกเป็นตัวกำหนดปริมาณน้ำที่เกิดจากลุ่มน้ำ อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญคือเกษตรกรมีการรับรู้และสามารถปรับตัวรับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้หรือไม่ และมีวิธีการหรือเทคนิคอย่างไร

ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้และการปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรณีศึกษาในอำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวในเขตชลประทาน หากแต่พื้นที่ดังกล่าวมีวิกฤตภัยแล้งเกิดขึ้นหลายครั้ง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2555-2564 เป็นพื้นที่แล้งซ้ำซาก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2565) มีข้อพิพาทความขัดแย้งในการแย่งชิงทรัพยากรน้ำของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวบ่อยครั้ง (สยามรัฐ, 2562) ซึ่งกลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรจักมีประโยชน์ต่องานวิจัย การศึกษาและชุมชนเกษตรกรรมเพื่อช่วยบรรเทาผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ (Hussain, 2022) และเป็นแนวทางในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ ครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง จำนวน 4,112 คน โดยอำเภอวิเศษชัยชาญมีทั้งหมด 15 ตำบล ซึ่งตำบลสาวร้องไห้มีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุด (สำนักงานเกษตรจังหวัดอ่างทอง, 2564) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าว ในตำบลสาวร้องไห้ อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง จำนวน 98 คน โดยใช้สูตร Yamane (1967) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.10 และใช้การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) เก็บรวมรวมข้อมูลระหว่างเดือน มกราคม - มีนาคม พ.ศ. 2565 โดยข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structured interview schedule) และการสัมภาษณ์เชิงลึก และข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) จากการรวบรวมเอกสารในประเด็นแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะทั่วไปของเกษตรกร

จากการศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 98 คน พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 52.04 เป็นเพศหญิง และร้อยละ 47.96 เป็นเพศชาย เกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 55.01 ปี มีอายุสูงสุด 85 ปี อายุต่ำสุด 23 ปี ซึ่งมีเกษตรกรหลากหลายช่วงวัย โดยมีสมาชิกครอบครัวเฉลี่ย 2.57 คน มีแรงงานในครอบครัว เฉลี่ย 1.64 คน ขนาดพื้นที่ปลูกข้าว เฉลี่ย 17.49 ไร่ ครึ่งหนึ่งของเกษตรกรเช่าพื้นที่ทำนาทั้งหมด ขณะที่เกษตรกรร้อยละ 27.55 เป็นเจ้าของที่ดินทำนาของตนเองทั้งหมด ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 754.44 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณผลผลิตที่สูงกว่าผลผลิตข้าวนาปี และนาปรังของจังหวัดอ่างทองที่ผลิตได้ ในปีเพาะปลูก ปี พ.ศ. 2564 เฉลี่ย 684 และ 641 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) รายได้เฉลี่ยจากการทำการเกษตร 88,253.52 บาทต่อปี ดัง (Table 1)

Table 1 Socio-economic characteristics of the samples

(N=98)

Item	$\bar{x}$	S.D.	f	%
1. Gender				
- Male			47	47.96
- Female			51	52.04

Table 1 (continued).

(N=98)

Item	$\bar{x}$	S.D.	f	%
2. Age (year old)	55.01	14.38		
Min.= 23.00, Max.= 86.00				
3. Household members (persons)	2.57	1.56		
4. Family members (labors)	1.64	1.56		
5. Farm size (rai)	17.49	9.57		
Min.= 3.00, Max.= 50.00				
6. Land tenure for rice farming				
- Land owner			27	27.55
- Rented land			49	50.00
- Partial owner and rented land			22	22.45
7. Rice productivity (kg/rai)	754.44	94.99		
Min.= 500.00, Max.= 1,000.00				
8. Farm Income (THB/yr.)	88,253.52	56,092.71		
Min.= 13,000.00, Max.= 325,000.00				

การรับรู้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

พบว่า เกษตรกรมีการรับรู้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในช่วงระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา ในประเด็นต่างๆ ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ร้อยละ 95.92 โดยเกษตรกรรู้สึกว่าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ร้อยละ 95.74 สอดคล้องกับข้อมูลที่รวบรวมโดย Bloomberg จาก NOAA ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น 0.82 องศาเซลเซียสเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในศตวรรษที่ 20 อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิโลกมีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณ 0.18 องศาเซลเซียสในแต่ละทศวรรษนับตั้งแต่ปี 1981 โดยรวมแล้วปี 2020 และ 2016 ร้อนกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงศตวรรษที่ 19 ประมาณ 1.20 องศาเซลเซียส (Roper, 2021) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน ร้อยละ 85.71 โดยเกษตรกรรู้สึกว่า ปริมาณน้ำฝนลดลง ร้อยละ 89.29 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลฝนในช่วง 40 ปี โดยแบ่งเป็นช่วงครึ่งแรกและช่วงครึ่งหลัง ซึ่งพบว่าในช่วงครึ่งหลังฝนของประเทศไทยมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง โดยในช่วงปี พ.ศ. 2552 – 2553, 2557-2558, 2561-2562 เกิดฝนตกน้อย โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2558 ที่มีฝนตกน้อยที่สุดเป็นประวัติการณ์ โดยน้อยกว่าปกติถึงร้อยละ 17.00 ในปี พ.ศ. 2561 ปริมาณฝนกลับลดลงอย่างมาก และลดลงต่อเนื่องจนถึงปี พ.ศ. 2562 ที่ฝนตกน้อยที่สุดทำลายสถิติปี พ.ศ. 2558 โดยปี พ.ศ. 2562 มีฝนตกน้อยกว่าปกติถึงร้อยละ 19.00 (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ, 2566) ขณะที่ความถี่ในการตกของฝนมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 59.18 โดยเกษตรกรเกือบทั้งหมดร้อยละ 87.93 รู้สึกว่าการตกของฝนมีความถี่ลดลง ส่วนเกษตรกรร้อยละ 38.78 ไม่แน่ใจว่ามีการเปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกับระยะเวลาในการตกของฝนมีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 59.18 โดยเกษตรกรส่วนใหญ่รู้สึกว่า ระยะเวลาการตกของฝนสั้นลง ขณะที่ไม่แน่ใจว่ามีการเปลี่ยนแปลง ร้อยละ 39.80 และเกษตรกรร้อยละ 72.45 มีความรู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาพรวมว่าอุณหภูมิสูงขึ้นและฝนตกลดลง ดัง (Table 2)

Table 2 Rice farmers' perceptions on climate change

(N=98)

Item	f	%
1. Do you feel temperature changed in the last 20 years?		
Yes	94	95.92
If yes, how has it changed?		
- Increased (warming up)	90	95.74
- Decreased (cool down)	4	4.26
Not sure	2	2.04
No	2	2.04
2. Do you feel rainfall changed in the last 20 years?		
Yes	84	85.71
If yes, how has it changed?		
- Increased	9	10.71
- Decreased	75	89.29
Not sure	12	12.25
No	2	2.04
3. Do you feel the frequency of precipitation changed over the past 20 years?		
Yes	58	59.18
If yes, how has it changed?		
- Increased	7	12.07
- Decreased	51	87.93
Not sure	38	38.78
No	2	2.04
4. Do you feel the duration of rainfall changed over the past 20 years?		
Yes	58	59.18
If yes, how has it changed?		
- Longer rainfall duration	12	20.69
- Shortened rainfall duration	46	79.31
Not sure	39	39.80
No	1	1.02
5. How do you feel about climate change?		
Temperature rises	24	24.49
Temperature drops	1	1.02
Temperature rises and rain decreases	71	72.45
Temperature drops and rain increases	2	2.04

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำการเกษตร

พบว่า เกษตรกรรู้สึกว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันมีผลต่อการทำการเกษตรและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีผลกระทบระดับสูงต่อสถานการณ์ภัยแล้ง ($\bar{x}$=4.20) ความเสี่ยงต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นและภัยแล้ง ($\bar{x}$=4.18) การเจริญเติบโตของข้าว ทั้งการสุกแก่ของข้าว ($\bar{x}$=3.81) และผลผลิตข้าวลดลง ($\bar{x}$=3.79) ฤดูกาลปลูกพืช ($\bar{x}$=3.74) และปริมาณน้ำฝนน้อย ($\bar{x}$=3.64) ขณะที่มีผลกระทบต่อการกระจายตัวของฝนในระดับปานกลาง ($\bar{x}$=3.41) ดัง (Table 3) นอกจากนี้ยังพบผลกระทบอื่นๆ ได้แก่ โรคและแมลงเพิ่มขึ้น มีน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ไม่สามารถทำกิจกรรมอื่นๆ ที่เคยทำในปีที่ผ่านมา และผลผลิตลดลงแต่มีรายจ่ายเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลกระทบการผลิตข้าวที่พบในประเทศจีนโดย Jonathan (2023) ระบุว่าผลผลิตข้าวลดลงจากปริมาณน้ำฝนที่รุนแรง โดยปริมาณน้ำฝนที่รุนแรงจะรบกวนทางกายภาพช่อดอกข้าว และลดไนโตรเจนในดินที่มีอยู่ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่รู้สึกว่าผลกระทบดังกล่าวเกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้าม โดยเกิดจากการขาดแคลนน้ำเนื่องจากเกษตรกรพึ่งประสบภัยแล้ง

Table 3 Rice farmers' perceptions on impact of climate change to farming

(N=98)

Item	$\bar{x}$	S.D.	Interpret
1. Growing season	3.74	0.79	High
2. Low rainfall	3.64	0.91	High
3. Precipitation distribution	3.41	0.89	Fair
4. Drought situation	4.20	0.71	High
5. Rice growth			
- Maturation of rice	3.81	0.86	High
- Reduced yield	3.79	0.91	High
6. Risk of rising temperature and drought	4.18	0.68	High

Remark: farmers' opinions on impact of climate change from 1-5: 1.00-1.50 = very low, 1.51-2.50 = low, 2.51-3.50 = fair, 3.51-4.50 = high, and 4.51-5.00 = very high

การตั้งรับและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรร้อยละ 83.67 มีวิธีการตั้งรับและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 85.37 มีการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาเพาะปลูกพืช รองลงมาร้อยละ 59.76 ใช้พันธุ์พืชที่มีความหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับ Matthews *et al.* (1997) ที่กล่าวไว้ว่ากลยุทธ์ที่ดีกว่าคือการเลือกพันธุ์ที่ระยะเวลาการสุกแก่สั้นกว่าเพื่อให้สามารถปลูกพืชชนิดที่สองได้ และมีเกษตรกรบางราย มีการกระจายแหล่งรายได้ และปรับเปลี่ยนการจัดการฟาร์มในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการตั้งรับและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกร มี 3 ช่วง ได้แก่ ก่อน ระหว่าง และหลังการเกิดความเสี่ยงหรือวิกฤติในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีดังนี้

การปรับตัวก่อนเกิดความเสี่ยงหรือวิกฤติในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (pre-risk) เกษตรกรมีการปฏิบัติดังนี้ ใช้พันธุ์ทนแล้งหรือทนน้ำท่วม ร้อยละ 55.10 รองลงมาปรับเปลี่ยนช่วงเวลา

เพาะปลูกพืชและเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 52.04 เพื่อหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูงในช่วงเวลาออกดอกซึ่งอาจทำให้เกิดความแห้งแล้งอย่างรุนแรงในบางพันธุ์ สอดคล้องกับ Matthews *et al*. (1997) ถัดมาเปลี่ยนพันธุ์เป็นพันธุ์ต้านทานหรือพันธุ์อื่นๆ ร้อยละ 45.92 สอดคล้องกับ Matthews *et al*. (1997) ซึ่งได้อธิบายไว้ว่า การคัดเลือกพันธุ์ที่มีความทนทานของดอกที่สมบูรณ์ต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นแสดงให้เห็นว่าสามารถฟื้นฟูระดับผลผลิตข้าว นอกจากนี้ การค้นหาข้อมูลสภาพอากาศ พืช และศัตรูพืชที่จะระบาดเพื่อเตรียมการป้องกัน ร้อยละ 34.69 ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรวางแผนและเตรียมการสำหรับการปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสุดท้ายมีการจัดหาแหล่งน้ำและการระบายน้ำ ร้อยละ 13.26 โดยเกษตรกรมีการขุดเจาะบ่อบาดาลในพื้นที่ปลูกข้าว

การปรับตัวระหว่างเกิดความเสี่ยงหรือวิกฤติในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (during risk) เกษตรกรมีการปฏิบัติดังนี้ สังเกตพืชมากขึ้นทั้งโรคและอันตรายใหม่ที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเตรียมการป้องกันและดูแล ร้อยละ 86.73 รองลงมาผันน้ำเข้านา ร้อยละ 39.80 ถัดมาใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงมากขึ้น ร้อยละ 12.24 และปลูกซ่อมช่วงแล้ง ร้อยละ 3.06 ซึ่งการปรับตัวช่วงเวลานี้มุ่งเน้นการดูแลรักษาให้พืชที่ปลูกสามารถอยู่รอดและให้ผลผลิตได้ โดยแนวทางที่เกษตรกรดำเนินการไม่ได้แตกต่างจากสถานการณ์ปกติมากนัก

การปรับตัวหลังจากเกิดความเสี่ยงหรือวิกฤติในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (post-risk) เกษตรกรมีการปฏิบัติดังนี้ เปลี่ยนระบบการปลูกพืชเป็นปลูกพืชปีละ 1 ครั้งแทน ร้อยละ 79.59 รองลงมาใช้เทคโนโลยีใหม่ เช่น พันธุ์ใหม่ โดยทดลองในพื้นที่ขนาดเล็กก่อน ร้อยละ 47.96 ซึ่งสอดคล้องกับ Hussain *et al*. (2022) ที่ระบุว่าผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ของภาวะโลกร้อนสามารถลดลงได้โดยการพัฒนาพันธุ์ที่ทนต่อความร้อนมีอุณหภูมิสะสม (growing degree days) หรือความต้องการปริมาณความร้อนของพืชที่สูงขึ้น และการปรับเปลี่ยนบางอย่างในแนวทางและเทคโนโลยีการจัดการข้าวในปัจจุบัน และสุดท้ายเข้าร่วมเครือข่ายข้อมูลและความรู้ ร้อยละ 13.27 ดัง (Table 4) แสดงให้เห็นว่าการปรับตัวในระยะยาว เกษตรกรยังคงต้องการการสนับสนุนจากภายนอกและการลงทุนมากขึ้น รวมทั้งเทคโนโลยีเกษตรใหม่ๆ กลไกการเผยแพร่ข้อมูลและเทคโนโลยีระดับหมู่บ้านซึ่งสามารถให้ข้อมูลและความรู้ของแต่ละพื้นที่ได้

Table 4 Resilience and adaptation to climate change of rice farmers

(N=98)

Item	f	%
1. Do you have a way to defend and adapt to climate change?		
Yes	82	83.67
If yes, what method you use? *		
- Diversify income sources	12	14.63
- Change planting dates	70	85.37
- Change plant varieties	49	59.76
- Change farm management	4	4.88
No	16	16.33
2. Pre-risk adaptation to climate change*		
Provide water supply and drainage	13	13.26
Search for information about weather, plants, and pests	34	34.69

Table 4 (continued).

(N=98)

Item	f	%
Change to resistant or other varieties	45	45.92
Change the planting date and harvesting date of the crop	51	52.04
Use drought-tolerant and/or flood-resistant varieties	54	55.10
3. Adaptation between climate risk (during risk)*		
More observe both diseases and new plant hazards	85	86.73
Replanting during drought	3	3.06
Diversion of water inlet	39	39.80
Increased use of chemicals for disease and pest control	12	12.24
4. Post-risk adaptation to climate change*		
Join the information and knowledge network	13	13.27
Change the cropping system to plant once a year instead	78	79.59
Use new technologies such as new varieties	47	47.96

Remark: *multiple response

สรุป

เกษตรกรส่วนใหญ่มีการรับรู้ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น และรู้สึกว่าปริมาณน้ำฝนลดลง ขณะที่รู้สึกว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันมีผลต่อการทำการเกษตรและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในระดับสูง ทั้งประเด็นสถานการณ์ภัยแล้ง ความเสี่ยงต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นและภัยแล้ง การเจริญเติบโตของข้าวทั้งการสุกแก่ของข้าวและผลผลิตข้าวลดลง ฤดูกาลปลูกพืช และปริมาณน้ำฝนน้อย ซึ่งเกษตรกรมากกว่าครึ่งมีการปรับตัวก่อนเกิดความเสี่ยงหรือวิกฤติในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (pre-risk) โดยใช้พันธุ์ทนแล้งหรือทนน้ำท่วม และปรับเปลี่ยนช่วงเวลาเพาะปลูกพืชและเก็บเกี่ยวผลผลิต ขณะที่การปรับตัวระหว่างเกิดความเสี่ยงหรือวิกฤติในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (during risk) เกษตรกรจะดูแลและสังเกตพืชมากขึ้นทั้งโรคและอันตรายใหม่ที่อาจเกิดขึ้น ส่วนการปรับตัวหลังจากเกิดความเสี่ยงหรือวิกฤติในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (post-risk) เกษตรกรส่วนใหญ่เปลี่ยนระบบการปลูกพืชเป็นปลูกพืชปีละ 1 ครั้งแทน และใช้เทคโนโลยีใหม่ โดยทดลองในพื้นที่ขนาดเล็กก่อน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเกษตรกรรับรู้และมีความสามารถในการปรับตัวต่อความเสี่ยงจากวิกฤติภูมิอากาศที่เกิดขึ้น เมื่อเผชิญกับความเสี่ยงด้านสภาพภูมิอากาศในการเกษตร เกษตรกรมีการปรับตัวในฟาร์มและนอกฟาร์มที่หลากหลายแตกต่างกันทั้งในช่วงก่อนความเสี่ยง ระหว่างความเสี่ยง และหลังความเสี่ยง และในระยะยาว เกษตรกรยังคงต้องการการสนับสนุนจากภายนอก และการลงทุนมากขึ้นในเทคโนโลยีเกษตรใหม่ๆ รวมทั้งกลไกการเผยแพร่ข้อมูลและเทคโนโลยีที่เหมาะสมระดับพื้นที่เพื่อเตรียมการรับความเสี่ยง

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2565. ข้อมูลพื้นที่แล้งซ้ำซาก. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://irw101.ldd.go.th/index.php/2017-05-23-02-00-40/2017-05-23-02-00-39 (1 ธันวาคม 2565).

พรพรรณ สุทธิแย้ม. 2559 รายงานโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิต

พืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2888 (6 กุมภาพันธ์ 2566).

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2554. โครงการศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://startcc.iwlearn.org/doc/Doc_thai_22.pdf (2 มกราคม 2562).

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ. 2566. รายงานสถานการณ์น้ำประเทศไทย ปี 2565. (Online): Available Source: https://www.thaiwater.net/uploads/contents/current/YearlyReport2022/rain2.html (20 November 2023).

สยามรัฐ. 2562. ผู้ว่าฯ อ่างทองลงพื้นที่แก้ไขปัญหาภัยแล้งหลังชาวบ้านแย่งสูบน้ำหวั่นเหตุบานปลาย พร้อมประสานชลประทานเพิ่มรอบเวรน้ำ. 3 สิงหาคม 2562. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://siamrath.co.th/n/94647 (1 มีนาคม 2565).

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2553. ประเด็นท้าทาย ข้อเสนอเชิงนโยบายและการเจรจาของไทยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก. โครงการพัฒนาความรู้และยุทธศาสตร์ความตกลงพหุภาคีด้านสิ่งแวดล้อม สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. 125 หน้า.

สำนักงานเกษตรจังหวัดอ่างทอง. 2564. ผลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปีตามที่ตั้งแปลง ปี 2563/64. รายงานสถิติข้อมูล. กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ. อ่างทอง. 7 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2564. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2565/yearbook2564.pdf (1 ธันวาคม 2565).

Hussain, J., S. Hussain, N. Tahir, I. Rasool, A. Ullah and S. Ahmad. 2022. Climate Change and Rice Production: Impacts and Adaptations. *In*: Sarwar, N., Atque-ur-Rehman, S. Ahmad and M. Hasanuzzaman (eds). Modern Techniques of rice Crop Production. Springer, Singapore. (Online): Available Source: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-4955-4_29 (20 November 2023).

Jonathan, P. 2023. Extreme rainfall reduces rice yields in China. Nature Food. (Online): Available Source: https://doi.org/10.1038/s43016-023-00757-2 (23 November 2023).

Matthews, R.B., M.J. Kropff, T. Horie, and D. Bachelet. 1997. Simulating the impact of climate change on rice production in Asia and evaluating options for adaptation. Agricultural System 54(3): 399-425. (Online): Available Source: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X9500060I (10 December 2021).

Roper, W. 2021. Climate Change: Global Warming Chart – Here's How Temperature Have Risen Since 1950. World Economic Forum. (Online): Available Source: https://www.weforum.org/agenda/2021/01/global-warming-chart-average-temperatures-rising/ (20 November 2023).

Yamane, T. 1967. Elementary Sampling Theory. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 405 p.

การวิเคราะห์ตารางชีวิตของแมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) บนมะเขือเปราะ

Life Table Analysis of Tobacco Whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) on Eggplant

ธนพร เภามี[1] และโสภณ อุไรชื่น[1*]

Tanaporn Paomee[1] and Sopon Uraichuen[1*]

Received: November 23, 2023
Revised: January 4, 2024
Accepted: January 15, 2024

Abstract: This research was dedicated to exploring the life tables, biological and partial ecological life tables, of the economically significant insect pest, *Bemisia tabaci*, commonly referred to as the tobacco whitefly. The analysis of the biological life table of tobacco whitefly on eggplant yielded several key findings, including a net reproductive rate of increase (R_0) could multiply 16.4478 times in each generation, a cohort generation time (T_c) of 26.4113 days, a capacity of increase (r_c) of 0.0296 and a finite rate of increase (λ) of 1.0300 times per day. Additionally, the egg curve analysis revealed that egg-laying commences on the 22nd day, peaks on the 24th day after hatching, and spans a 13 days duration. Upon examination of the partial ecological life table, it was observed that the lowest mortality (9.49%) occurred in the 1st instar nymph, while the highest mortality (13.84%) was in the 2nd instar nymph, with a subsequent decrease in mortality in the 3rd and 4th instar nymphs leading to the adult stage. The whitefly exhibited a development rate from egg to adult of 56.44%. Furthermore, the survivorship curve analysis illustrates a Type III which had a high survival rate in early stages and low at the end. The results from this experiment could be applied to improve the efficiency or rearing tobacco whitefly in laboratory setting for fundamental biological studies or future biological control

Keywords: Tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*, life table, egg curve, survivorship curve

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ตารางชีวิตแบบ biological life table และ partial ecological life table ของแมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemisia tabaci* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ผลจากการศึกษา biological life table บนต้นมะเขือเปราะได้ค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 16.4478 เท่าในแต่ละชั่วอายุขัย ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) 26.4113 วัน โดยมีความสามารถในการขยายพันธ์ทางกรรมพันธุ์ (r_c) เท่ากับ 0.0296 และมีอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เท่ากับ 1.0300 เท่าต่อวัน นอกจากนี้ผลจากการวิเคราะห์เส้นโค้งไข่ (egg curve) ของแมลงหวี่ขาวยาสูบพบว่าแมลงชนิดนี้เริ่มวางไข่ในวันที่ 22 โดยวางไข่ได้สูงสุดในวันที่ 24 หลังจากฟักออกจากไข่ และวางไข่ได้เป็นระยะเวลา 13 วัน ผลจากการศึกษาตารางชีวิตแบบ

[1] ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1] Department of Entomology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sean, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus, Nakon Pathom, 73140, Thailand

* Corresponding author : sopon.u@ku.ac.th

partial ecological life table พบตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวยาสูบวัยที่ 1 มีอัตราการตายต่ำสุด (9.49%) ในขณะที่ตัวอ่อนวัยที่ 2 มีอัตราการตายสูงสุด (13.84%) และอัตราการตายลดลงในเวลาต่อมาในตัวอ่อนวัยที่ 3 และ 4 จนเจริญเป็นตัวเต็มวัย แมลงหวี่ขาวยาสูบมีอัตราการรอดชีวิตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยเท่ากับ 56.44% นอกจากนี้การวิเคราะห์เส้นโค้งการรอดชีวิต (survivorship curve) ของแมลงหวี่ขาวยาสูบพบว่าเป็นเส้นโค้งประเภทที่ 3 ซึ่งมีอัตราการรอดชีวิตสูงในช่วงแรกและต่ำลงในช่วงปลาย ผลจากการทดลองนี้สามารถนำไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ขาวยาสูบในห้องปฏิบัติการสำหรับการศึกษาทางกีฏวิทยาพื้นฐานหรือการควบคุมโดยชีววิธีต่อไป

คำสำคัญ: แมลงหวี่ขาวยาสูบ, *Bemisia tabaci,* ตารางชีวิต, เส้นโค้งไข่, เส้นโค้งการรอดชีวิต

คำนำ

แมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) เป็นแมลงศัตรูพืชในเขตร้อนและกึ่งร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย เนื่องจากความสามารถในการปรับตัว มีพืชอาหารหลากหลายชนิด อัตราการสืบพันธุ์สูง วงจรชีวิตสั้น และเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสสาเหตุของโรคพืช ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาวยาสูบดูดกินน้ำเลี้ยงส่งผลให้พืชชะงักการเจริญเติบโต และขับถ่ายของเหลวออกมาเป็นอาหารของเชื้อราซึ่งสร้างเส้นใยปกคลุมบริเวณลำต้นและใบพืช ทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง (จิราพร และคณะ, 2551) แมลงหวี่ขาวยาสูบก่อให้เกิดความเสียหายในพืชมากกว่า 700 ชนิดทั่วโลก (วิบูลย์, 2566; Oliveira *et al*., 2001; Malumphy *et al*., 2017) ทั้งพืชผัก ไม้ผล และไม้ดอกหลายชนิด เช่น พืชวงศ์มะเขือ พืชวงศ์ถั่ว พืชวงศ์แตง กะเพรา โหระพา แมงลัก ผักชีฝรั่ง ฝ้าย มันสำปะหลัง และพืชสวน ไม้ดอกไม้ประดับ (Byrne *et al*.,1990) ตัวอย่างความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างร้ายแรงที่เกิดจากแมลงหวี่ขาวยาสูบ เช่น เมล่อนและพืชผักวงศ์กะหล่ำที่แคลิฟอร์เนียก่อให้เกิดความเสียหายประมาณ 111 ล้านดอลลาร์ (Gonzalez *et al*., 1992) ดอกพอยน์เซตเทียที่ฟลอริด้าประมาณ 500 ล้านดอลลาร์ (Brown *et al*., 1995) และผักในรัฐจอร์เจีย 132.3. และ 161.2 ล้านดอลลาร์ ในปีพุทธศักราช 2559 และ 2560 ตามลำดับ (Li *et al*., 2021) แมลงหวี่ขาวยาสูบไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมีนัยสำคัญต่อผลผลิตทางการเกษตรแต่ยังเป็นตัวกระจายไรศัตรูพืชน้ำมันสบู่ดำ (*Jatropha curcas* L.) ซึ่งเป็นพืชเชื้อเพลิงชีวภาพอีกด้วย (Cañarte *et al*., 2022) ในประเทศไทย นอกจากทำลายพืชผลแล้วยังแพร่กระจายเชื้อไวรัส begomoviruses ได้รวดเร็วและเป็นวงกว้างส่งผลให้เกิดการสูญเสียผลผลิตในพืชหลายชนิด เช่น พืชวงศ์แตง พืชวงศ์มะเขือ ผักกาดหอม ยาสูบ กระเพรา โหระพา ฝ้าย มันสำปะหลัง และพริก (วิบูลย์, 2566; Sripontan *et al*., 2022)

ตารางชีวิต (life table) มีความสำคัญต่อการศึกษาทางนิเวศวิทยา ซึ่งมี 2 แบบใหญ่ๆ คือ static life table เป็นตารางชีวิตตามช่วงเวลาแสดงภาพรวมของโครงสร้างอายุของประชากร ณ เวลาเดียวกัน และ cohort life table เป็นตารางชีวิตตามรุ่นติดตามกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่เกิดในเวลาเดียวกันตั้งแต่เกิดจนตาย โดยตารางชีวิตแบบ biological life table และ partial ecological life table จัดอยู่ในแบบ cohort life table ซึ่งนิยมใช้ในทางกีฏวิทยา (Bell and Miller, 2005) การศึกษาตารางชีวิตของแมลง (insect life table) เป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้เข้าใจพลวัตประชากรของแมลงในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีความสำคัญต่อขนาดและโครงสร้างของประชากร ซึ่งตารางชีวิตแบบ biological life table ศึกษาการเกิด การขยายพันธุ์ และการรอดชีวิตในช่วงชีวิตต่างๆ ของประชากร (Pedigo and Zeiss, 1996) สามารถใช้ทำนายการเจริญเติบโตหรือลดลงของประชากร และแบบ partial ecological life table เน้นศึกษาสาเหตุการตายแต่ละช่วงอายุของสิ่งมีชีวิต (อินทวัฒน์, 2548)

นักกีฏวิทยาสามารถติดตามอัตราการรอดชีวิตและอัตราการตายของระยะการเจริญเติบโตต่างๆ รวมถึงการสืบพันธุ์และการเจริญพันธุ์ของแมลง (ปราโมทย์, 2543) ช่วยให้นักกีฏวิทยาเข้าใจปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้นและแสงสว่าง และปัจจัยที่มีชีวิตศัตรูธรรมชาติ เช่น แมลงตัวห้ำ แมลงตัวเบียน และเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคกับแมลง ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรหรือการลดลงของแมลง (Aregbesola *et al*., 2020; Lobin *et al*., 2022) ตารางชีวิตยังสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะทางชีวภาพ อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (finite rate of increase, λ) อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate, R_0) และชั่วอายุขัยของกลุ่ม (cohort generation time, T_c) (อทิติยา, 2553) ของแมลงชนิดนั้นๆ พารามิเตอร์เหล่านี้สามารถช่วยเปรียบเทียบความเหมาะสมและความสามารถในการแข่งขันของประชากรแมลงหรือสายพันธุ์ต่างๆ เคยมีการศึกษาตารางชีวิตของแมลงหวี่ขาวยาสูบ เช่น ผลกระทบของอุณหภูมิต่อชีวิทยาและตารางชีวิตของแมลงหวี่ขาวยาสูบ (Sohani *et al*., 2007) และการศึกษาตารางชีวิตของแมลงหวี่ขาวยาสูบไบโอไทป์บีหลายรุ่นภายใต้อุณภูมิสูง (Guo *et al*., 2012) ตารางชีวิตของแมลงจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการแมลงศัตรูพืชและการวิจัยทางนิเวศวิทยา (Kakde *et al*., 2014)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาตารางชีวิต (life table) ของแมลงหวี่ขาวยาสูบแบบ biological life table และแบบ partial ecological life table เพื่อนำไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ขาวยาสูบในห้องปฏิบัติการสำหรับการศึกษาทางกีฏวิทยาพื้นฐานหรือการควบคุมแมลงศัตรูพืชชนิดนี้โดยชีววิธี เพื่อเป็นแนวทางจัดการแมลงหวี่ขาวยาสูบได้อย่างยั่งยืนทางการเกษตรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemisia tabaci*

วิธีการเพาะเลี้ยงแมลงหวี่ขาวยาสูบเพื่อใช้ในการทดลองเป็นวิธีการที่ดัดแปลงจาก สายฝน และนุชรีย์ (2560) และ สายฝน (2563)

การเตรียมต้นกล้ามะเขือเปราะเจ้าพระยา (ตราสามเอ) ของบริษัท ฉั่วย่งเซ้งพันธุ์พืชจำกัด ในโรงเรือนปิด เพื่อป้องกันการหลบหนีของตัวแมลงหวี่ขาวและป้องกันการรบกวนจากแมลงชนิดอื่นๆ ขั้นตอนเพาะต้นกล้าใส่พีทมอสผสมดินมูลไส้เดือนลงในกระบะเพาะขนาด 28x54x3.8 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 0.4 เซนติเมตร และระหว่างหลุม 0.4 เซนติเมตร ทั้งหมด 105 หลุม หยอดเมล็ดพันธุ์ 1 เมล็ดต่อหลุม ปลูก 1 ถาด/เดือน ย้ายต้นกล้าที่มีอายุ 30 วัน ลงปลูกในกระถางทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 13 เซนติเมตรต่อกระถางละ 1 ต้น ให้ต้นกล้าเจริญเติบโตต่อไปอีก 30 วัน โดยรดน้ำต้นมะเขือเปราะ ช่วงเช้าและเย็น

การเตรียมแมลงหวี่ขาวยาสูบ แมลงหวี่ขาวยาสูบที่ใช้ในการทดลองได้รับการอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง ดูดตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาวยาสูบใส่หลอดด้วยอุปกรณ์ดูดแมลง (aspirator) มาปล่อยบนบริเวณใต้ใบบริเวณยอดของต้นมะเขือเปราะที่มีอายุ 2 เดือน อัตราส่วนเพศผู้:เพศเมีย 1:1 จำนวน 100 ตัวต่อต้น ที่เตรียมไว้ภายในกรงขนาด 60x60x90 เซนติเมตร ด้านหน้าและด้านข้างกรงเป็นตาข่ายถี่ขนาด 20 เมช (mesh) ปล่อยไว้ให้ตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาวยาสูบผสมพันธุ์และวางไข่ 2 วัน บริเวณใต้ใบมะเขือเปราะ หลังจากนั้นนำตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาวยาสูบออกและตรวจสอบการวางไข่ด้วยตาเปล่า

การเพิ่มปริมาณประชากรแมลงหวี่ขาวยาสูบ หลังจากได้ต้นมะเขือเปราะที่มีการวางไข่ของแมลงหวี่ขาวยาสูบย้ายต้นมะเขือเปราะไว้ในโรงเรือนขนาดใหญ่ บริเวณรอบโรงเรือนเป็นตาข่ายถี่ 20 เมช รอบทุกด้านเพื่อป้องกันการหลบหนีของตัวแมลงหวี่ขาวยาสูบและป้องกันการรบกวนจากแมลงชนิดอื่นๆ ซึ่งภายในโรงเรือนมีต้นมะเขือเปราะอายุ 2 เดือน จำนวน 15-20 ต้นอยู่ภายในโรงเรือนทดลอง ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.89±4.16 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 87.00±17.92 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ไข่แมลงหวี่ขาวยาสูบฟัก และเพิ่มจำนวนประชากรต่อไป

การศึกษาตารางชีวิต (life table) แมลงหวี่ขาวยาสูบ *B. tabaci*

การศึกษาตารางชีวิตแมลงหวี่ขาวยาสูบครั้งนี้เป็นแบบ biological life table และ partial ecological life table

การศึกษาตารางชีวิตแบบ biological life table ด้วยการปล่อยแมลงหวี่ขาวยาสูบตัวเต็มวัยให้วางไข่บริเวณ ใต้ใบที่ 1-2 นับจากยอดของมะเขือเปราะที่มีอายุ 1-2 เดือน คลุมใบมะเขือเปราะด้วยถุงผ้าขาวบางขนาด 15x15 เซนติเมตร ย้ายต้นมะเขือเปราะไว้ในกรงตาข่ายกรงขนาด 60x60x90 เซนติเมตร ด้านหน้าและด้านข้างกรงเป็นตาข่ายถี่ขนาด 20 เมช เป็นเวลา 1 วัน หลังจากนั้นนำแมลงหวี่ขาวยาสูบตัวเต็มวัยออก สังเกตไข่ที่แมลงหวี่ขาววางภายใต้กล้องไมโครสโคป กำลังขยาย 40x-100x นับจำนวนไข่เริ่มต้น 100 ฟองใต้ใบมะเขือเปราะและเขี่ยไข่ที่ไม่ต้องการออกด้วยพู่กัน จดบันทึกจำนวนที่รอดและตายในแต่ระยะการเจริญเติบโต จำนวนเพศเมียที่รอดชีวิต จำนวนไข่ที่เพศเมียวางได้ต่อวันจนหยุดการวางไข่ และระยะเวลาการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนสิ้นอายุขัย จำนวน 1 รุ่นของแมลงหวี่ขาวยาสูบ

ตารางชีวิตแบบ biological life table ศึกษาค่าต่างๆ ดังนี้ x คือ ระยะการเจริญเติบโต l_x คือ โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่เพศเมียมีชีวิตรอดในแต่ละช่วงอายุ m_x คือ จำนวนลูกโดยเฉลี่ยที่เกิดจากเพศเมียต่อช่วงอายุหนึ่ง $l_x m_x$ คือ ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ที่จะเป็นเพศเมียหนึ่งตัวต่อช่วงอายุต่อหน่วยเวลา เมื่อได้ค่าตามที่กล่าวมาแล้วสามารถนำมาคำนวณหาคุณลักษณะทางชีววิทยา ดังนี้ R_0 (เท่าในแต่ละอายุขัย) คือ อัตราการขยายพันธุ์สุทธิต่ออายุขัย (จำนวนเท่าที่เพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละอายุขัย) T_c (วัน) คือ ชั่วอายุขัยของกลุ่ม rc คือ ความสามารถในการขยายพันธุ์ทางกรรมพันธุ์ λ (ต่อวัน) คือ อัตราการเพิ่มที่แท้จริง และการสร้างเส้นโค้งไข่ (egg curve) ตามวิธีการของอทิติยา (2553)

การศึกษาตารางชีวิตแบบ partial ecological life table โดยการปล่อยแมลงหวี่ขาวยาสูบตัวเต็มวัยเพศผู้และเมีย จำนวน 1 คู่ บริเวณยอดใบที่ 1-2 ของมะเขือเปราะอายุ 1-2 เดือน คลุมด้วยถุงผ้าขาวบางขนาด 15x15 เซนติเมตร ทดลองจำนวน 5 คู่ เก็บต้นมะเขือเปราะไว้ภายในกรงขนาด 60x60x90 เซนติเมตร ด้านหน้าและด้านข้างกรงเป็นตาข่ายถี่ขนาด 20 เมช เป็นเวลา 1 วัน หลังจากนั้นให้นำแมลงหวี่ขาวยาสูบตัวเต็มวัยออก สังเกตไข่ภายใต้กล้องกล้องไมโครสโคป กำลังขยาย 40x-100x บันทึกจำนวนไข่ที่ฟัก และตัวอ่อนที่รอดชีวิตในแต่ละระยะการเจริญเติบโตจนเป็นตัวเต็มวัย

ตารางชีวิตแบบ partial ecological life table ศึกษาค่าต่างๆ ดังนี้ x คือ ระยะการเจริญเติบโต l_x คือ จำนวนที่มีชีวิตรอดในแต่ละช่วงวัย d_x คือ จำนวนที่ตายในช่วงอายุหรือช่วงวัย q_x คือ สัดส่วนของจำนวนที่ตายเมื่อช่วงอายุ x และการสร้างเส้นโค้งการรอดชีวิต (survivalship curve) ตามวิธีการของอทิติยา (2553)

ตลอดการทดลองครั้งนี้ได้ดำเนินการในโรงเรือนทดลอง ณ ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง ระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2563 – ธันวาคม พ.ศ. 2565 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 28.89±4.16 องศาเซลเซียส และ 87.00±17.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาตารางชีวิต (life table) แมลงหวี่ขาวยาสูบ *B. tabaci*

การศึกษาตารางชีวิตแบบ biological life table ของแมลงหวี่ขาวยาสูบ *B. tabaci*

ผลการศึกษาตารางชีวิตของแมลงหวี่ขาวยาสูบเมื่อเลี้ยงด้วยมะเขือเปราะเจ้าพระยา ตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวยาสูบสามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย และวางไข่วันแรกในวันที่ 22 หลังจากฟักออกจากไข่มีระยะการวางไข่ 13 วัน (Table 1) และเมื่อนำมาคำนวณค่าคุณลักษณะทางชีววิทยาได้ค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate, R_0) 16.4478 เท่าแสดงถึงความสามารถในการเพิ่มขนาดของประชากร 16.4478 เท่าในแต่ละชั่วอายุขัย โดยมีชั่วอายุขัยของกลุ่ม (cohort generation time, T_c) 26.4113 วัน ความสามารถในการขยายพันธุ์ทางกรรมพันธุ์ (capacity for increase, r_c) มีค่าเท่ากับ

0.02969 และอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (finite rate of increase, λ) คือ 1.0300 เท่าต่อวัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขนาดของประชากรเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่า λ>1 (Horne, 2009) (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาตารางชีวิตของ *B. argentifolii* มะเขือเทศที่อุณหภูมิต่างกันของ Yang and Chi (2006) ที่อุณหภูมิ 25, 28, 30 และ 35 องศาเซลเซียส มีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) 63.8, 58.3, 46.6 และ 5.7 เท่าในแต่ละชั่วอายุขัย ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) 28.4, 25.3, 22.1 และ 18.2 วัน ค่าความสามารถในการขยายพันธุ์ทางกรรมพันธุ์ (r_c) 0.1469, 0.1611, 0.1745 และ 0.0989 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการศึกษาในอุณหภูมิและพืชอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อการพัฒนาของแมลงหวี่ขาวยาสูบ โดยพืชอาศัยที่ต่างกันย่อมมีปริมาณสารอาหารของพืชที่แตกต่างกันสามารถส่งผลกระทบต่อค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) และค่าความสามารถในการขยายพันธุ์ทางกรรมพันธุ์ (r_c) แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) ของแมลงหวี่ขาวยาสูบ

Table 1 Biological life table of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*, when fed on eggplant under fluctuating conditions with an average temperature 28.89±4.16˚C and relative humidity 87.00±17.92%

Developmental stage	Age (day) (x)	Number of surviving in x (l_x)	Number of live female offspring (m_x)	Fecundity per female in each age ($l_x m_x$)
Egg stage	0	1.0000	-	-
	1	1.0000	-	-
	2	1.0000	-	-
	3	1.0000	-	-
Nymphal stage				
1st Instar	4	0.9411	-	-
	5	0.8716	-	-
	6	0.8147	-	-
2nd Instar	7	0.7665	-	-
	8	0.7345	-	-
	9	0.7096	-	-
	10	0.6964	-	-
	11	0.6954	-	-
3rd Instar	12	0.6888	-	-
	13	0.6843	-	-
	14	0.6787	-	-
	15	0.6736	-	-
4th Instar	16	0.6736	-	-
	17	0.6736	-	-
	18	0.6736	-	-
	19	0.6736	-	-
	20	0.6716	-	-
	21	0.6685	-	-

Table 1 (continued).

Developmental stage	Age (day) (x)	Number of surviving in x (l_x)	Number of live female offspring (m_x)	Fecundity per female in each age ($l_x m_x$)
Adult stage	22	0.6670	2.2727	1.5159
	23	0.6635	2.3478	1.5577
	24	0.6584	3.5833	2.3592
	25	0.6492	3.0800	1.9997
	26	0.6406	2.8846	1.8479
	27	0.6178	2.5556	1.5787
	28	0.5883	2.4643	1.4498
	29	0.5533	2.2759	1.2592
	30	0.5056	1.5333	0.7752
	31	0.4594	1.7419	0.8002
	32	0.4046	1.4063	0.5689
	33	0.3416	1.2727	0.4348
	34	0.2761	1.0882	0.3005
	35	0.2096	0.0000	0.0000
	36	0.1538	0.0000	0.0000
	37	0.1051	0.0000	0.0000
	38	0.0670	0.0000	0.0000
	39	0.0391	0.0000	0.0000
	40	0.0162	0.0000	0.0000
	41	0.0015	0.0000	0.0000
	42	0.0010	0.0000	0.0000
	43	0.0005	0.0000	0.0000
	44	0.0000	0.0000	0.0000
				$R_0=\sum l_x m_x=16.4478$

Table 2 Biological traits of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*, when fed on eggplant under fluctuating conditions with an average temperature 28.89±4.16˚C and relative humidity 87.00±17.92%

Biological attributes	Calculated value
The net reproductive rate of increase (R_0)	16.4478
The cohort generation time (T_c)	26.4113
The capacity of increase (r_c)	0.0296
The finite rate of increase (λ)	1.0300

จากตารางชีวิตแบบ biological life table เมื่อนำค่าการขยายพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุ ($l_x m_x$) มาเขียนเส้นโค้งคู่กับค่าช่วงอายุ (x) จะได้เส้นโค้งไข่ (egg curve) ของแมลงหวี่ขาวยาสูบเมื่อเลี้ยงด้วยมะเขือเปราะ จากเส้นโค้งแมลงหวี่ขาวยาสูบภายหลังฟักออกจากไข่จนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยเพศเมีย เริ่มวางไข่วันที่ 22 วางไข่ได้สูงสุดวันที่ 24 โดยการวางไข่ค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง และสิ้นสุดการวางไข่ ในวันที่ 34 รวมแล้วมีระยะเวลาการวางไข่ 13 วัน (Figure 1)

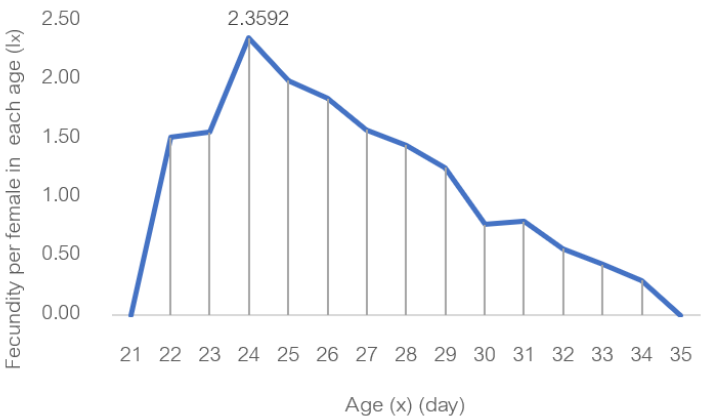

Figure 1 Egg curve of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*, when fed on eggplant, under fluctuating conditions with an average temperature 28.89+4.16˚C and relative humidity 87.00+17.92%

การศึกษาตารางชีวิตแบบ partial ecological life table ของแมลงหวี่ขาวยาสูบ *B. tabaci*

ตารางชีวิตแบบ partial ecological life table เมื่อเลี้ยงแมลงหวี่ขาวยาสูบด้วยมะเขือเปราะ จำนวนไข่ตอนเริ่มต้นเฉลี่ย 121.20 ฟอง เฉลี่ยจากการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ ในสดมภ์ที่ 3 (percent mortality, 100q) ระยะตัวอ่อน มีการตายต่ำสุดในระยะตัวอ่อนวัยที่ 1 (9.49 เปอร์เซ็นต์) และมีการตายสูงสุดในตัวอ่อนวัยที่ 2 เท่ากับ (13.84 เปอร์เซ็นต์) และจากนั้นลดลงตามลำดับจนเจริญถึงระยะตัวเต็มวัย โดยแมลงหวี่ขาวยาสูบสามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้เฉลี่ย 68.40 ตัว (56.44 เปอร์เซ็นต์) จากแมลงหวี่ขาวยาสูบทั้งหมดเฉลี่ย 121.20 ตัว (Table 3)

Table 3 Partial ecological life table of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*, when fed on eggplant under fluctuating conditions with an average temperature 28.89+4.16˚C and relative humidity 87.00+17.92%

Developmental stage (x)	No. surviving in x (l_x)*	No. dying rate in x (d_x)	Percent mortality ($100q_x$)	Generation mortality ($100d_x/n$)
Egg stage	121.20	15.80	13.04	13.04
Nymphal stage				
1st Instar	105.40	10.00	9.49	8.25
2nd Instar	95.40	13.20	13.84	10.89
3rd Instar	82.20	11.20	13.63	9.24
4th Instar	71.00	2.60	3.66	2.15
Adult stage	68.40	-	-	-

*Average from 5 replications

เส้นโค้งการมีชีวิตรอด (survivorship curve) เกิดจากการนำค่าจำนวนที่รอดชีวิต (l_x) มาเขียนเส้นโค้งกับระยะการเจริญเติบโตต่างๆ (x) ตั้งแต่ระยะไข่จนถึงระยะตัวเต็มวัยของแมลง ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท ประเภทที่ 1 การรอดชีวิตสูงในช่วงต้น และวัยกลางคน และการรอดชีวิตจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงบั้นปลาย มักพบในสิ่งมีชีวิตที่มีการเลี้ยงดูลูก เช่น มนุษย์ ประเภทที่ 2 การตายของสิ่งมีชีวิตในแต่ละช่วงเวลามีอัตราคงที่ตลอด เช่น นก และกิ้งก่าบางชนิด ประเภทที่ 3 อัตราการรอดชีวิตค่อนข้างต่ำในช่วงแรก และอัตราการรอดชีวิตจะค่อยๆ คงที่ในช่วงปลาย มักพบในสิ่งมีชีวิตที่ให้กำเนิดลูกหลานจำนวนมาก เช่น สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล และแมลง แมลงหลายชนิดที่ไม่มีการเลี้ยงดูลูก (Pearl *et al*., 1927; Demetrius, 1978; Caswell, 2001; Reece, 2011) จากข้อมูล partial ecological life table ของแมลงหวี่ขาวยาสูบในการทดลองครั้งนี้ นำมาสร้างเส้นโค้ง ได้เส้นโค้งประเภทที่ 3 คือมีอัตราการรอดชีวิตสูงในช่วงแรกและอัตราการรอดชีวิตจะค่อยๆ ต่ำลงในช่วงปลาย (Figure 2) สอดคล้องกับ อทิติยา (2553) ซึ่งทดลองใน *Orius maxidentex* Ghauri (Hemiptera: Anthocoridae)

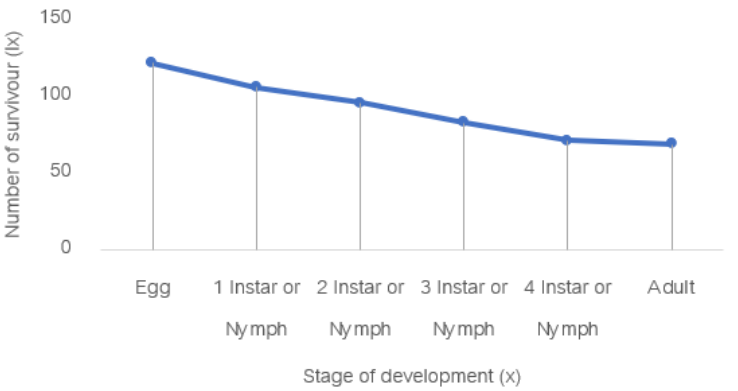

Figure 2 Survivorship curve of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*, when fed on eggplant under fluctuating conditions with an average temperature 28.89+4.16°C and relative humidity 87.00+17.92%

สรุป

ผลการศึกษาตารางชีวิตแบบ biological life table และตารางชีวิตแบบ partial ecological life table พบว่าแมลงหวี่ขาวยาสูบ *B. tabaci* สามารถรอดชีวิต เจริญเติบโต และเพิ่มปริมาณประชากรได้เมื่อเลี้ยงด้วยใบมะเขือเปราะ ผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปวางแผนการเพิ่มปริมาณแมลงหวี่ขาวยาสูบ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองควบคุมแมลงหวี่ขาวยาสูบ และในอนาคตควรมีการศึกษาตารางชีวิตของแมลงหวี่ขาวยาสูบไบโอไทป์ต่างๆ และระดับอุณหภูมิและชนิดพืชอาหารที่แตกต่างกัน เนื่องจากความหลากหลายของไบโอไทป์แมลงหวี่ขาวยาสูบในประเทศไทย และระดับอุณหภูมิ ชนิดพืชอาหารที่มีผลต่อเวลาในการพัฒนา การอยู่รอด และความดกของไข่แมลงหวี่ขาวยาสูบ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการประยุกต์ใช้ในการทดลองควบคุมแมลงหวี่ขาวยาสูบ

เอกสารอ้างอิง

จิราพร ตยุติวุฒิกุล ชูชาติ สันธทรัพย์ และศรัญญา ลิ้มไขแสง. 2551. การประยุกต์ข้อมูลด้านการระบาดวิทยาของโรคแมลงสำหรับลดการใช้สารเคมีเกษตรและปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชในสภาพโรงเรือนบนพื้นที่สูง. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, เชียงใหม่. 150 หน้า.

ปราโมทย์ ประสาทกุล. 2543. ประชากรศาสตร์. สารัตถศึกษาเรื่องประชากรมนุษย์. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพมหานคร. 424 หน้า.

วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล. 2566. แมลงหวี่ขาวยาสูบพาหะนำไวรัส. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.sotus.co.th/site/wp-content/uploads/2020/07/HB-Tobacco-Whitefly.pdf (4 กันยายน 2566).

สายฝน ทดทะศรี. 2563. ประสิทธิภาพของด้วงเต่า *Serangium japoicum* และแตนเบียน *Eretmocerus* sp. ในการควบคุมแมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemisia tabaci* ในพริก. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 38(2): 57-67.

สายฝน ทดทะศรี และนุชรีย์ ศิริ. 2560. ผลของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวยาสูบที่ถูกเบียนโดยแตนเบียนอะฟีลินิดสองชนิดต่ออัตราการกินของด้วงเต่า *Serangium* sp. แก่นเกษตร 45(1): 113-120.

อทิติยา แก้วประดิษฐ์. 2553. การศึกษาชีววิทยาและวิสัยการกินของมวนตัวห้ำ *Orius maxidentex* Ghauri (Hemiptera: Anthocoridae). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 86 หน้า.

อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2548. นิเวศวิทยาวิเคราะห์ทางกีฏวิทยา. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 180 หน้า.

Aregbesola, O.Z., J.P. Legg, O.S. Lund, L. Sigsgaard, M. Sporleder, P. Carhuapoma and C. Rapisarda. 2020. Life history and temperature-dependence of cassava-colonising populations of *Bemisia tabaci*. Journal of Pest Science 93: 1225-1241.

Bell, F.C. and M.L. Miller. 2005. Life tables for the United States social security area 1900-2100. Actuarial Study No. 120 Social Security Administration, Office of the Chief Actuary, Baltimore 186 p.

Brown, J.K., D.R. Frohlich and R.C. Rosell. 1995. The sweet potato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. Annual Review of Entomology 40(1): 511-534.

Byrne, D.N., T. S. Bellows Jr. and M. P. Parrella. 1990. Whiteflies in agricultural system. 227-261pp, *In*: D. Girling (ed.). Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status, and Management. Intercept, Andover.

Cañarte, E., A. Pallini, M. Venzon, J.C.B. dos Santos, R.S. da Silva and R.A. Sarmento. 2022. *Bemisia tabaci* more than causing significant losses to many agricultures, is a disperser of mite in biofuel crops. Phytoparasitica 50: 63–70.

Caswell, H. 2001. Matrix Population Models: Construction, Analysis and Interpretation 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 722 p.

Demetrius, L. 1978. Adaptive value, entropy and survivorship curves. Nature 275(5677): 213-214.

Gonzalez, R.A., G.E. Goldman, E.T. Natwick, H.R. Rosenberg, J.I. Grieshop, S.R. Sutter, T. Funakoshi and S.Davila-Garcia. 1992. Whitefly invasion in Imperial Valley costs growers, workers millions in losses. California Agriculture 46(5): 7-8.

Guo, J.Y., L. Cong, Z.S. Zhou and F.H. Wan. 2012. Multi-generation life tables of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) under high-temperature stress. Environmental Entomology 41(6): 1672-1679.

Horne, J.S. 2009. Fish and Wildlife Population Ecology. Department of Fish and Wildlife Resources, College of Natural Resources, University of Idaho, Moscow, ID.

Kakde, A.M., K.G. Patel and S. Tayade. 2014. Role of life table in insect pest management-A review. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science 7(1): 40-43.

Li, Y., G.N. Mbata, S. Punnuri, A.M. Simmons and D.I. Shapiro-Ilan. 2021. *Bemisia tabaci* on vegetables in the Southern United States: Incidence, impact, and management. Insects 12(3): 198, doi: 10.3390 /insects12030198.

Lobin, K.K., V.C. Jaunky and N. Taleb-Hossenkhan. 2022. A meta-analysis of climatic conditions and whitefly *Bemisia tabac*i population: Implications for tomato yellow leaf curl disease. The Journal of Basic and Applied Zoology 83(1): 57, doi: 10.1186/s41936-022-00320-8.

Malumphy, C., D. Eyre and H. Anderson. 2017. Plant pest factsheet: Tobacco, sweet potato or silver leaf whitefly Bemisia tabaci. Department for Environment Food & Rural Affairs, London. 6 p.

Oliveira, M.R.V., T.J. Henneberry and P. Anderson. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. Crop Protection 20(9): 709–723.

Pearl, R., J.R. Miner and S.L. Parker. 1927. Experimental studies on the duration of life. XI. density of population and life duration in *Drosophila*. The American Naturalist 61(675): 289-318.

Pedigo, L.P. and M.R. Zeiss. 1996. Analyses in Insect Ecology and Management. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 168 p.

Reece, J.B. 2011. Campbell Biology. Pearson Australia, Frenchs Forest, New South Wales. 450 p.

Sohani, N. Z., P. Shishehbor and F. Kocheili. 2007. Thermal effect on the biology and life tables of *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae). Pakistan Journal of Biological Sciences 10(22): 4057-4062.

Sripontan, Y., C.I. Chiu, K. Charoensak and N. Sukthongsa. 2022. Host selection of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) among four pepper cultivars (*Capsicum* spp.), Thailand. Khon Kaen Agriculture Journal 50(3): 899-909.

Yang, T.C. and H. Chi. 2006. Life tables and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. Journal of Economic Entomology 99(3): 691-698.

การผลิตเซลล์บอร์เดอร์ของรากข้าวจาปอนิกา (*Oryza sativa* ssp. *japonica*)

Production of Root Border Cells in Japonica Rice (*Oryza sativa* ssp. *japonica*)

จรรยา แปลกทิ้ง[1*] อัญชลี ใจดี[1] และกนกวรรณ เสรีภาพ[1]

Janya Plaktink[1*], Anchalee Chaidee[1] and Kanogwan Seraypheap[1]

Received: October 19, 2023
Revised: January 10, 2024
Accepted: January 16, 2024

Abstract: Root border cells (RBCs) function in secreting substances to protect root tip and promote plant growth. RBCs inevitably differ between plant species. Due to the high genetic variability of rice, it is promising to study RBCs of *Oryza sativa* ssp. *japonica* to compare with rice ssp. *indica,* previously reported about roles of RBCs in salt tolerance. Thus, seeds were germinated under sterile conditions to gain seedlings with different root lengths. RBC suspension was prepared by washing the root tip with distilled water, and RBC numbers were counted under microscopy. The results showed that the roots at 0.5 cm long produced high number of RBCs (3,813±750 cells). The number remained at a high level in the root length range of 0.3–3.2 centimeters and tended to reduce when the roots were longer. RBCs were grouped into three types based on shape. Compared to rice ssp. *indica*, the RBCs of rice ssp. *japonica* were much smaller, and the mucilage layer was distinctly thinner. In total, genotypic differences have an impact on RBCs, and this supports the criterion of using RBCs to explore cellular mechanistic responses to environmental stimuli.

Keywords: rice, root border cells, mucilage

บทคัดย่อ: เซลล์บอร์เดอร์ของราก (root border cells, RBCs) เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่หลั่งสารที่ช่วยปกป้องปลายรากและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช การผลิต RBCs มีความแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด เนื่องจากข้าวเป็นพืชอาหารที่มี ความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก จึงน่าสนใจที่จะศึกษา RBCs ในข้าว *Oryza sativa* ssp. *japonica* เพื่อเปรียบเทียบกับข้าว ssp. *indica* ที่มีการรายงานก่อนหน้านี้เกี่ยวกับบทบาทของ RBCs ในการทนเค็ม ทำการศึกษาโดยเพาะเมล็ดในสภาวะปลอดเชื้อจนได้รากที่มีความยาวต่างๆ กัน นำมาเตรียมเซลล์แขวนลอย RBCs ด้วยการชะปลายรากในน้ำกลั่น จากการนับเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า มีการผลิต RBCs มาก (3,813±750 เซลล์) ตั้งแต่เมื่อรากมีความยาว 0.5 เซนติเมตร จำนวน RBCs คงระดับในปริมาณมากในช่วงความยาวราก 0.3–3.2 เซนติเมตร และมีแนวโน้มลดลงเมื่อรากมีความยาวเพิ่มขึ้น การจำแนกกลุ่มของ RBCs ตามสัดส่วนได้เป็น 3 กลุ่ม จากการเปรียบเทียบกับข้าว ssp. *indica* พบว่า RBCs ของข้าว ssp. *japonica* มีขนาดเล็กกว่าและมีความหนาของชั้นสารเมือกบางกว่าอย่างชัดเจน ผลการศึกษาทำให้เห็นถึงปัจจัยด้าน

[1] ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

[1] Center of Excellence in Environment and Plant Physiology, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330, Thailand

* Corresponding author : ukleemaleema@gmail.com

ความแตกต่างทางพันธุกรรมที่มีต่อลักษณะของ RBCs ในข้าว ซึ่งสนับสนุนแนวทางในการใช้ RBCs เป็นเครื่องมือศึกษากลไกการตอบสนองระดับเซลล์ต่อสัญญาณสิ่งแวดล้อมต่างๆ

คำสำคัญ: ข้าว, เซลล์บอร์เดอร์ของราก, สารเมือก

คำนำ

เซลล์บอร์เดอร์ของราก (root border cells; RBCs) เป็นเซลล์ที่ปกคลุมอยู่บริเวณด้านนอกสุดของปลายราก โดยเจริญมาจากเนื้อเยื่อเจริญหมวกราก เมื่อ RBCs เจริญจนถึงระยะที่เหมาะสมจะผลัดออกจากปลายรากและแยกตัวออกจากกันเป็นเซลล์เดี่ยวที่ยังคงมีชีวิต เพื่อทำหน้าที่ในการหลั่งสารสำคัญหลายชนิดออกสู่สิ่งแวดล้อมรอบปลายราก (Yu *et al*., 2006) สารเมือกและสารชนิดอื่นๆ ที่หลั่งจาก RBCs มีบทบาทสำคัญในการลดแรงเสียดทานขณะที่รากเจริญแทรกผ่านดิน (Nagayama *et al*., 2019) รวมทั้งมีบทบาทในด้านการดึงดูดจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และลดความเป็นพิษจากโลหะหนัก (Cai *et al*., 2011a,b) พืชแต่ละชนิดมีการผลิต RBCs ในปริมาณที่แตกต่างกัน พืชที่มีจำนวน RBCs มาก ได้แก่ พืชตระกูลถั่วและฝ้าย ในขณะที่ Arabidopsis ไม่สร้าง RBCs (Hamamoto *et al*., 2006) สำหรับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีการสร้าง RBCs เช่นกัน แต่ยังคงมีรายงานการศึกษาเพียงไม่กี่ชนิด เช่น ข้าวโพด กล้วย และข้าว (Wuyts *et al*., 2006; Yan *et al*., 2014; Ninmanont *et al*., 2021, 2023) นอกจากความแตกต่างอันเนื่องมาจากพันธุกรรมแล้ว ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวน RBCs ที่พืชสร้างขึ้นด้วย

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ สามารถนำมาบริโภค และแปรรูป ข้าวมีการจัดกลุ่มเป็น 2 กลุ่มหลัก (*subspecies,* ssp.) ได้แก่ *indica* และ *japonica* ซึ่งในแต่ละกลุ่มนั้นมีความหลากหลายของสายพันธุ์ (Sweeney and McCouch, 2007) นอกจากนั้นข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีขนาดเล็ก จึงเป็นพืชที่น่าสนใจที่จะใช้ในการศึกษาการสร้าง RBCs เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของ RBCs ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ดียิ่งขึ้น (Ninmanont *et al.,* 2021) รายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่าง RBCs กับความสามารถในการทนเค็มของข้าว ตลอดจนได้รายงานถึงรูปร่างและขนาดของ RBCs ที่มีความแตกต่างกันโดยขึ้นกับระยะการเจริญของราก (Ninmanont *et al*., 2023) ซึ่งรายงานดังกล่าวศึกษาในข้าว ssp. *indica* พบว่า Pokkali ที่เป็นสายพันธุ์ทนเค็มมาตรฐานมีปริมาณ RBCs มากและไม่แตกต่างกันในช่วงความยาวราก 1–4 เซนติเมตร อีกทั้งเมื่อได้รับสภาวะเค็มพบว่าต้นกล้าสามารถเจริญเติบโตมีความยาวรากเพิ่มขึ้นโดยที่มีปริมาณ RBCs และสารเมือกคงเดิม ในขณะที่สายพันธุ์ที่อ่อนแอต่อสภาวะเค็ม IR29 มีความหนาของชั้นสารเมือกที่ลดลงเมื่อได้รับสภาวะเค็มที่ระดับเดียวกัน (Ninmanont *et al*., 2021) สำหรับงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการสร้าง RBCs ของข้าว ssp. *japonica* cv. Nipponbare ซึ่งเป็นข้าวที่นิยมปลูกในเขตอบอุ่น ซึ่งจะได้นำผลการศึกษาไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานที่มีมาก่อนในข้าว ssp. *indica* ที่ปลูกในเขตร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชที่ใช้ในการทดลอง

เมล็ดพันธุ์ข้าว (*Oryza sativa* ssp. *japonica* cv. Nipponbare) ที่ได้จากการปลูกเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ที่โรงเรือนภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาจำนวน RBCs ที่ปกคลุมปลายรากที่มีความยาวต่างกัน

เตรียมต้นกล้าที่มีความยาวรากที่แตกต่างกันในสภาวะปลอดเชื้อ โดยฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวเมล็ด (Ninmanont *et al*., 2021) เพาะลงในกล่องเพาะที่ให้สารละลายธาตุอาหาร ½ strength Hoagland (Hoagland and Arnon, 1950) ด้วยระบบแอโรพอนิกส์ วางกล่องเพาะเมล็ดในที่มืด อุณหภูมิ

25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน (Hamamoto *et al*., 2006) นับจำนวนเมล็ดงอกในวันที่ 3 และ 4 นำรากปฐมภูมิมาวัดค่าความยาว แล้วจึงเตรียมเซลล์แขวนลอย RBCs โดยการแช่ปลายรากในน้ำกลั่นและใช้ไมโครปิเปตต์ดูดชะส่วนปลายรากให้ RBCs หลุดออกจนหมด นำเซลล์แขวนลอย RBCs ที่ได้มานับจำนวน RBCs ด้วยฮีโมไซโตมิเตอร์ (hemocytometer) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ทำการทดลองที่ช่วงความยาว 1–5 เซนติเมตร มีจำนวนรากที่ศึกษารวม 29 ราก จำแนกกลุ่มตามความยาวรากและคำนวณสัดส่วนของต้นกล้าในแต่ละกลุ่ม (Ropitaux *et al*., 2020; Ninmanont *et al*., 2023)

การศึกษารูปร่างลักษณะของ RBCs

นำเซลล์แขวนลอย RBCs มาย้อมด้วย India ink เข้มข้น 10% เป็นเวลา 10 นาที (Cai *et al*., 2011a) India ink ไม่สามารถแพร่เข้าสู่สารเมือกได้ จึงแสดงให้เห็นขอบเขตของสารเมือกที่ล้อมรอบ RBCs และสามารถวัดความหนาของชั้นสารเมือกได้ บันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพที่ติดอยู่กับกล้องจุลทรรศน์ จากนั้นวัดขนาดของเซลล์และความหนาของชั้นสารเมือกด้วยโปรแกรม ImageJ (Rasband, 1997–2018) เซลล์แขวนลอย RBCs ที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้จากรากที่มีความยาว 1.0±0.2 เซนติเมตร มีจำนวนเซลล์ที่ศึกษารวม 9 เซลล์ ค่าเฉลี่ยขนาดของเซลล์และความหนาของชั้นสารเมือกใน RBCs แต่ละแบบ มีจำนวน 3 ซ้ำ

การศึกษาความมีชีวิตของ RBCs

ลักษณะของ RBCs ที่มีชีวิตและที่ตายแล้วแสดงให้เห็นด้วยการย้อมสี phenosafranin เข้มข้น 0.01% และบันทึกภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง เซลล์ที่ตายแล้วและมีเยื่อหุ้มเซลล์ที่เสียสภาพจะติดสีแดง ส่วนเซลล์ที่มีชีวิตจะไม่ติดสีแดงของ phenosafranin (Widholm, 1972; Pan *et al*., 2001)

การศึกษาลักษณะของปลายรากที่ปกคลุมด้วย RBCs และสารเมือก

ลักษณะปลายรากที่ปกคลุมด้วย RBCs และสารเมือกแสดงให้เห็นชัดเจนโดยการย้อมปลายรากของต้นกล้าที่มีความยาวราก 1.0±0.2 เซนติเมตร ด้วย alcian blue เข้มข้น 0.03% สารเมือกซึ่งมี mucopolysaccharide เป็นองค์ประกอบหลักจะย้อมติดสีฟ้าของ alcian blue (Ghanem *et al*., 2010)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณเซลล์ที่ผลิตโดยรากที่ความยาวต่างๆ ตลอดจนขนาดของ RBCs และความหนาของชั้นสารเมือกใน RBCs แต่ละแบบ ทำโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และ Dunnett T3 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 (SPSS GmbH Software, Chicago, USA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จำนวน RBCs ที่ผลิตโดยรากความยาวต่าง ๆ

ในการเตรียมต้นกล้าเพื่อใช้ศึกษาการสร้าง RBCs โดยการเพาะเมล็ดเป็นเวลา 4 วัน จะได้ต้นกล้าที่มีความยาวรากปฐมภูมิที่แตกต่างกัน เนื่องจากเมล็ดเกิดการงอกที่ไม่พร้อมกัน ในกลุ่มต้นกล้าที่มีความยาวราก 0.3–3.2 เซนติเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 93 ของจำนวนต้นกล้าทั้งหมด (29 ต้น) มีต้นกล้าที่มีความยาวราก 1.0±0.2 เซนติเมตร ในสัดส่วนที่มากที่สุด (ร้อยละ 38) ต้นกล้าที่มีความยาวราก 1.5±0.2 และ 2.0±0.2 เซนติเมตร มีสัดส่วนรองลงมา คือ ร้อยละ 17 และ 14 ตามลำดับ (Figure 1) เมื่อนำมาศึกษาการสร้าง RBCs พบว่าปลายรากของข้าว *japonica* มีการสร้าง RBCs เป็นจำนวนที่ผันแปรและขึ้นกับความยาวราก (Figure 1) กล่าวคือ รากที่มีความยาว 0.5±0.2 เซนติเมตร มีจำนวน RBCs มากถึง 3,813 เซลล์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับจำนวน RBCs ที่สร้างโดยรากที่ยาว 1.0±0.2, 1.5±0.2 และ 2.0±0.2 เซนติเมตร โดยมีจำนวน RBCs 3,506 3,650 และ 3,578 เซลล์ ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มความยาวราก 2.5±0.2 และ 3.0±0.2 เซนติเมตร มีจำนวน RBCs 1,936 และ 3,042 เซลล์ ซึ่งมีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่าจำนวน RBCs ที่ผลิตโดยรากที่มีความยาวในช่วง 0.3-3.2 เซนติเมตรนี้

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับรากที่ความยาว 3.5±0.2 และ 5.0±0.2 เซนติเมตร นั้น พบเพียงร้อยละ 3 (N=1) ซึ่งไม่สามารถใช้ข้อมูลวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้ อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า รากที่มีความยาว 5.0±0.2 เซนติเมตร มีจำนวน RBCs เพียง 1,250 เซลล์ (Figure 1) แสดงว่าจำนวน RBCs ที่ผลิตจากปลายรากมีความสัมพันธ์กับความยาวหรืออายุของรากที่เพิ่มขึ้นด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในข้าว ssp. *indica* (Ninmanont *et al*., 2023) พบว่ามีรูปแบบที่คล้ายกัน กล่าวคือ เมื่อรากมีความยาวไม่มากนักจะมีการสร้าง RBCs เป็นจำนวนมาก โดยข้าว ssp. *indica* cv. KDML105 ที่ความยาวราก 1.0 เซนติเมตร มีจำนวน RBCs 5,229 เซลล์ ในขณะที่รากที่ความยาวมากขึ้น (4.0 เซนติเมตร) มี RBCs จำนวนน้อย คือประมาณ 2,367 เซลล์ นอกจากนี้เมื่อพิจารณารูปแบบการสร้าง RBCs ในภาพรวม (Figure 1) จะเห็นได้ว่า ข้าว ssp. *japonica* มีจำนวน RBCs ที่มากและไม่แตกต่างกันในช่วงความยาว 0.3-3.2 เซนติเมตร รูปแบบดังกล่าวคล้ายกับข้าว ssp. *indica* var. Pokkali ซึ่งเป็นสายพันธุ์ทนเค็ม แต่แตกต่างกับสายพันธุ์ IR29 ซึ่งอ่อนแอต่อสภาวะเค็ม (Ninmanont *et al*., 2021) เนื่องจาก RBCs ทำหน้าที่หลั่งสารเมือกที่ช่วยปกป้องปลายรากจากสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่างๆ การสร้าง RBCs จำนวนมากตั้งแต่เมื่อรากมีระยะการเจริญแรกเริ่ม (มีความยาวราก 0.5 เซนติเมตร) ตลอดจนการรักษาจำนวน RBCs ให้มีปริมาณมากในขณะที่รากมีการเจริญเพิ่มมากขึ้น เป็นลักษณะที่มีคุณประโยชน์ต่อพืช (Odell *et al*.. 2008) ลักษณะดังกล่าวพบในข้าว ssp. *indica* var. Pokkali (Ninmanont *et al*., 2021) และในข้าว ssp. *japonica* cv. Nipponbare ในการศึกษาครั้งนี้

เมื่อพิจารณาความยาวรากที่มีการสร้าง RBCs มากที่สุด พบว่าแตกต่างกันระหว่างข้าว ssp. *japonica* (0.5 เซนติเมตร) และข้าว ssp. *indica* (1.0 เซนติเมตร, Ninmanont *et al*., 2021, 2023) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในพืชชนิดอื่นๆ พบว่าความยาวรากที่มีการสร้าง RBCs สูงสุดคือ 2.0-2.5 เซนติเมตร (พืชใบเลี้ยงคู่: Qiao *et al.,* 2013; Zhao *et al*., 2000; พืชใบเลี้ยงเดี่ยว: Cai *et al*., 2011b; Yan *et al*., 2014) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างกันนี้อาจเป็นผลมาจากปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากปัจจัยทางพันธุกรรม เช่น สภาวะในการปลูก ตลอดจนธาตุอาหารที่พืชได้รับ ซึ่งต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วยเช่นกัน (Ninmanont et al., 2021)

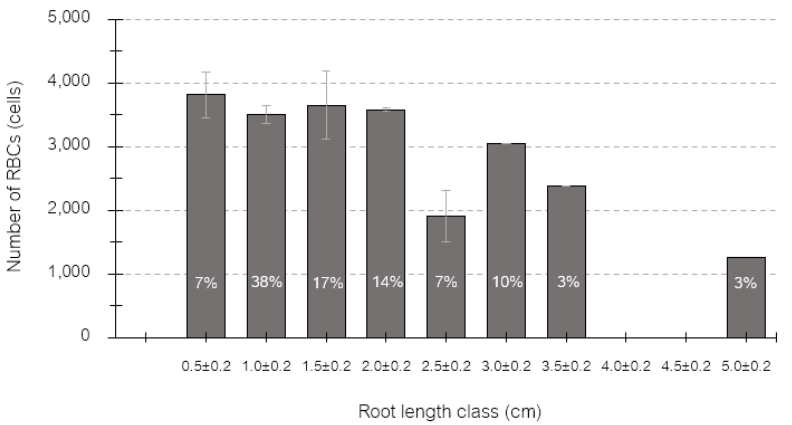

Figure 1 The root length-dependent production of root border cells (RBCs) in *japonica* rice. Means with standard errors. The proportion of root length classes is shown in percent (N=29). There was no significant mean difference among root length classes in the range of 0.3–3.2 centimeters.

ลักษณะของ RBCs และสารเมือกที่ปกคลุมปลายรากข้าว

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นลักษณะของปลายรากที่มี RBCs และสารเมือกปกคลุมอยู่ (Figure 2) เมื่อนำ RBCs มาวัดความกว้างและความยาวของเซลล์ และจำแนกกลุ่มด้วยค่าอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง (Ropitaux *et al*., 2020; Ninmanont *et al*., 2023) พบว่ารูปร่างของ RBCs มี 3 แบบ ได้แก่ เซลล์ทรงกลม (spherical shape) ซึ่งมีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 1.55 ไมโครเมตร (Figure 2b, Table 1) เป็นเซลล์ที่พบมากบริเวณหมวกราก เซลล์กลุ่มนี้มีความหนาของสารเมือก 6.11 ไมโครเมตร เซลล์ทรงสี่เหลี่ยม (rectangular shape) มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 5.05 ไมโครเมตร (Figure 2c, Table1) พบมากที่บริเวณ zone of division ของราก โดยมีความหนาของสารเมือก 4.67 ไมโครเมตร และเซลล์ทรงยาว (elongated shape) ที่มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 6.70 ไมโครเมตร (Figure 2d, Table 1) พบมากที่บริเวณ zone of elongation และ zone of differentiation ของราก และมีความหนาของสารเมือก 1.08 ไมโครเมตร จะเห็นได้ว่ารูปร่างของ RBCs นั้นมีลักษณะคล้ายกับเซลล์ในแต่ละบริเวณของรากมีระยะการเจริญต่างกัน อีกทั้งยังสัมพันธ์กับความสามารถในการสร้างสารเมือกของเซลล์ด้วย โดยจะเห็นว่าเซลล์แบบทรงกลมและทรงสี่เหลี่ยมซึ่งมีอายุน้อยกว่า มีความหนาของสารเมือกมากกว่าเซลล์ทรงยาว ผลการศึกษาที่พบว่า RBCs ของข้าว ssp. *japonica* มีรูปร่างต่างกัน 3 กลุ่มนี้ สอดคล้องกับที่ได้มีการจัดจำแนกในถั่วเหลือง (Ropitaux *et al*., 2020) และข้าว ssp. *indica* cv. KDML105 (Ninmanont *et al*., 2023) อย่างไรก็ตามในขณะที่ RBCs ของข้าว *indica* และถั่วเหลืองมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน RBCs ทั้ง 3 แบบของข้าว *japonica* มีขนาดที่เล็กกว่า RBCs ของข้าว *indica* ประมาณ 2–3 เท่า

สำหรับรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันของ RBCs ทั้ง 3 แบบนี้ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการหลั่งสารเมือก (Ropitaux *et al*., 2020) RBCs แบบ spherical ของถั่วเหลืองมีความหนาของชั้นสารเมือกที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแบบ rectangular และ elongated ส่วน RBCs แบบ rectangular นั้นมีความหนาของชั้นสารเมือกที่มากกว่าแบบ elongated อย่างมีนัยสำคัญ (Ropitaux *et al*., 2020) ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับความต้องการสารเมือกในการปกป้องเนื้อเยื่อที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของการเจริญ กล่าวคือ ในบริเวณ zone of division มีเนื้อเยื่อเจริญปลายรากที่ต้องการการปกป้องสูง RBCs แบบ spherical ที่พบมากในบริเวณนี้จึงมีความสามารถในการหลั่งสารเมือกที่มากกว่า RBCs ทั้งสองแบบที่พบในบริเวณ zone of elongation และ zone of differentiation สำหรับองค์ประกอบของสารเมือกนั้น นอกจากสารกลุ่ม mucopolysaccharide ที่เป็นองค์ประกอบหลักแล้ว ยังพบโปรตีนและสารสำคัญอีกกว่าหนึ่งร้อยชนิดที่มีบทบาทในการปกป้องปลายรากจากจากสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่างๆ (Wen *et al*., 2007; Driouich *et al*., 2021) จากภาพที่ 2a จะเห็นได้ว่า ข้าว ssp. *japonica* มี RBCs และสารเมือกปกคลุมบริเวณปลายรากที่ระยะความยาว 3.6 มิลลิเมตรในปริมาณมาก แต่จากการนำเซลล์แขวนลอย RBCs ที่เตรียมโดยวิธีการชะปลายรากมาศึกษา พบว่าแต่ละเซลล์มีชั้นของสารเมือกล้อมรอบค่อนข้างบาง (Table 1) ซึ่งน้อยกว่าข้าว ssp. *indica* ประมาณ 2.5–8 เท่า (Ninmanont *et al*., 2023) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันขององค์ประกอบของสารเมือก มีรายงานว่าปริมาณ xyloglucan (hemicellulose) มีบทบาทในการคงตัวของสารเมือก (Ropitaux *et al*., 2019) จึงเป็นไปได้ว่าสารเมือกที่หลั่งโดย RBCs ของข้าว ssp. *japonica* มีปริมาณ xyloglucan น้อยกว่าข้าว ssp. *indica* จากการพบบทบาทของ RBCs และสารเมือกในการปกป้องปลายรากในสภาวะเค็มในข้าว ssp. *indica* (Ninmanont *et al*., 2023) จึงเป็นที่น่าสนใจว่าลักษณะของ RBCs ที่แตกต่างในข้าว ssp. *japonica* มีบทบาทเช่นนั้นหรือไม่ซึ่งควรมีการศึกษาเชิงลึกต่อไป

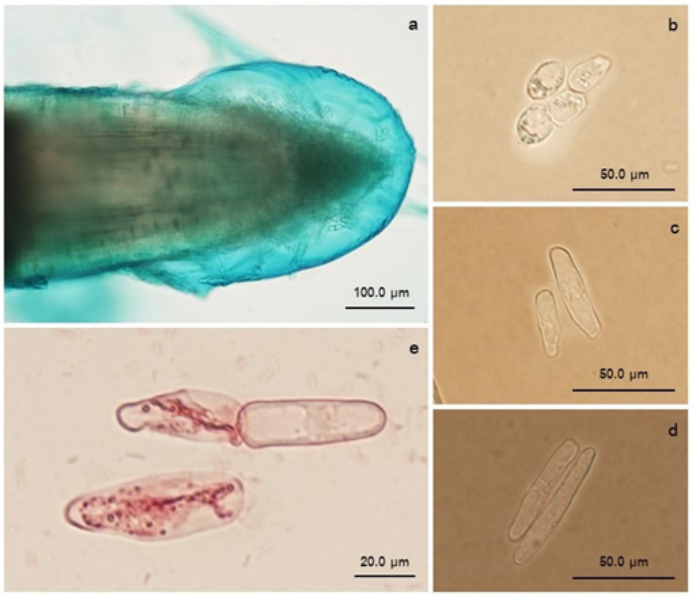

Figure 2 Microscopic characterization of root border cells (RBCs) and mucilage of 4 days old *japonica* rice seeding. (a) A healthy root tip covered with mucilage stained with alcian blue dye. Note RBCs are located within the mucilage. (b-d) Three types of detached RBCs stained with India ink: (b) spherical, (c) rectangular, and (d) elongated. And (e) viable and dead RBCs stained with phenosafranin.

Table 1 Three types of root border cells of O. *sativa* ssp. *japonica* categorized by size. Mean ± SE. Different letters indicate significant mean difference according to Dunnett T3 and DMRT ($P < 0.01$).

Characteristics	Types according to cell size		
	Spherical	Rectangular	Elongated
Length (µm)	20.95 ± 2.51^{b}	50.78 ± 2.51^{a}	60.98 ± 2.42^{a}
Width (µm)	13.71 ± 0.57^{a}	10.29 ± 1.22^{ab}	9.10 ± 0.17^{b}
Length: Width Ratio	1.55 ± 0.30^{c}	5.05 ± 0.95^{b}	6.70 ± 0.28^{a}
Mucilage layer thickness (µm)	6.11 ± 1.37^{a}	4.67 ± 0.39^{a}	1.08 ± 0.12^{b}

สรุป

การศึกษา RBCs ที่ผลิตจากเนื้อเยื่อเจริญหมวกรากของข้าว ssp. *japonica* พบว่าจำนวนของ RBCs มีความสัมพันธ์กับความยาวรากหรืออายุของรากด้วย โดยการสร้าง RBCs นั้นมีมากในระยะแรกของการเจริญ โดยมีการผลิต RBCs มากถึง 3,813±750 เซลล์ ตั้งแต่เมื่อรากมีความยาว 0.5 เซนติเมตร และมีจำนวน RBCs ในปริมาณมากในช่วงความยาว 0.3–3.2 เซนติเมตร และมีแนวโน้มลดลงเมื่อรากมีความยาวเพิ่มขึ้น รูปร่างของ RBCs ที่รากผลิต พบว่ามี 3 รูปแบบ ซึ่งจำแนกกลุ่มด้วยอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง ได้แก่ เซลล์ทรงกลม เซลล์ทรงสี่เหลี่ยม และเซลล์ทรงยาว เซลล์แต่ละกลุ่มมีความหนาของสารเมือกรอบเซลล์ที่ต่างกัน เซลล์ทรงกลมและเซลล์ทรงสี่เหลี่ยมซึ่งมีอายุน้อยกว่าจะมีความหนาของสารเมือกมากกว่าเซลล์ทรงยาวที่มีอายุมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทในการปกป้องเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ในบริเวณส่วนปลายราก โดยแม้ว่าจะมีรูปแบบการสร้างและรูปร่างของเซลล์ที่คล้ายกับข้าว ssp. *indica* ที่มีการรายงาน

ก่อนหน้านี้ เป็นที่น่าสนใจว่า RBCs ของข้าว ssp. *japonica* มีขนาดที่เล็กกว่าและมีความหนาของชั้นสารเมือกน้อยกว่าอย่างชัดเจน ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกันของลักษณะ RBCs กับความแตกต่างทางพันธุกรรมที่เกิดจากปัจจัยด้านภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันของข้าวทั้งสองกลุ่ม ความแตกต่างนี้สนับสนุนแนวทางในการใช้ RBCs เป็นเครื่องมือในการศึกษาเชิงเปรียบเทียบ เพื่อให้เข้าใจถึงกลไกระดับเซลล์ในการตอบสนองต่อสัญญาณสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Cai, M.Z., F.M. Wang, R.F. Li, S.N. Zhang, N. Wang and G.D. Xu. 2011a. Response and tolerance of root border cells to aluminum toxicity in soybean seedlings. Journal of Inorganic Biochemistry 105: 966–971.

Cai, M.Z., S.N. Zhang, C.H. Xing, F.M. Wang, W. Ning and Z. Lei. 2011b. Developmental characteristics and aluminum resistance of root border cells in rice seedlings. Plant Science 180: 702–708.

Driouich, A., A. Gaudry, B. Pawlak and J. P. Moore. 2021. Root cap–derived cells and mucilage: A protective network at the root tip. Protoplasma 258: 1179–1185.

Ghanem, E. M., R. M Han, B. Classen, J. Quetin-Leclerq, G. Mahy, C. J. Ruan, P. Qin, F. Pérez-Alfocea and S. Lutts. 2010. Mucilage and polysaccharides in the halophyte plant species *Kosteletzkya virginica*: Localization and composition in relation to salt stress. Journal of plant physiology 167: 382–392.

Hamamoto, L., M.C. Hawes and T.L. Rost. 2006. The production and release of living root cap border cells is a function of root apical meristem type in dicotyledonous angiosperm plants. Annals of Botany 97: 917–923.

Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station 347: 1–32.

Nagayama, T., A. Nakamura, N. Yamaji, S. Satoh, J. Furukawa and H. Iwai. 2019. Changes in the distribution of pectin in root border cells under aluminum stress. Frontiers in Plant Science 10: 1216.

Ninmanont, P., C. Wongchai, W. Pfeiffer and A. Chaidee. 2021. Salt stress of two rice varieties: Root border cell response and multi-logistic quantification. Protoplasma 258: 1119–1131.

Ninmanont, P., C. Wongchai, W. Pfeiffer and A. Chaidee. 2023. Integration of root border cells in salt stress response of Thai jasmine rice. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 23: 4426–4437.

Odell, R.E., M.R. Dumlao, D. Samar and W.K. Silk. 2008. Stage-dependent border cell and carbon flow from roots to rhizosphere. American Journal of Botany 95: 441–446.

Pan, J., M. Zhu and H. Chen. 2001. Aluminum-induced cell death in root-tip cells of barley. Environmental and Experimental Botany 46: 71–79.

Qiao, Y. X., Y. Zhang, H. Zhang, Y. Tian and L. Gao. 2013. Developmental characteristics and cinnamic acid resistance of root border cells in cucumber and fig leaf gourd seedlings. Journal of Integrative Agriculture 12: 2065–2073.

Rasband, W. S. 1997–2018. ImageJ. U.S. NIH, Bethesda, Maryland. (Online): Available Source: https://imagej.nih.gov/ij/

Ropitaux, M., S. Bernard, M. L. Follet-Gueye, M. Vicré, I. Boulogne and A. Driouich. 2019. Xyloglucan and cellulose form molecular cross-bridges connecting root border cells in pea (*Pisum sativum*). Plant Physiology and Biochemistry 139: 191–196.

Ropitaux, M., S. Bernard, D. Schapman, M. Follet-Gueye, M. Vicre, I. Boulogne and A. Driouich. 2020. Root border cells and mucilage secretions of soybean, *Glycine max* (Merr) L.: characterization and role in interactions with the oomycete *Phytophthora parasitica.* Cells 9: 2215.

Sweeney, M. and S. McCouch. 2007. The complex history of the domestication of rice. Annals of Botany 100: 951–957.

Wen, F., H. D. Van-Etten, G. Tsaprailis and M. C. Hawes. 2007. Extracellular proteins in pea root tip and border cell exudates. Plant Physiology 143: 773–783.

Widholm, J. M. 1972. The use of fluorescein diacetate and phenosafranine for determining viability of cultured plant cells. Stain Technology 4: 189–194.

Wuyts, N., Z. T. Z. Maung, R. Swennen and D. D. Waele. 2006. Banana rhizodeposition: Characterization of root border cell production and effects on chemotaxis and motility of the parasitic nematode *Radopholus similis*. Plant Soil 283: 217–228.

Yan, Z., C. Bo, G. Shibin and R. Tingzhao. 2014. Biological characters of root border cells development in maize (*Zea mays*). Biotechnology 13: 89–98.

Yu, M., Y.M. Feng and H.E. Goldbach. 2006. Mist culture for mass harvesting of root border cells: aluminum effects. Plant Nutrient Soil Science 169: 670–674.

Zhao, X., I.J. Misaghi and M.C. Hawes. 2000. Stimulation of border cell production in response to increased carbon dioxide levels. Plant Physiology 122: 181–188.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

3) เรื่องย่อยในหนังสือหรือตำรา ที่มีผู้เขียนแยกในแต่และเรื่องย่อย และมีบรรณาธิการ (Chapters in books or textbooks with separated author(s) in each chapter and editor(s))

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อย. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. *ใน:* ชื่อบรรณาธิการ (บก.). ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์.

ดำรง เวชกิจ และสมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 22-42. *ใน:* สุวัฒน์ รวยอารีย์ (บก.). แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัดไอเดีย 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. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของถั่วเขียวผิวดำโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 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. ชื่อเรื่องย่อย. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. *ใน:* รายงานการประชุม สัมมนา. สถานที่จัดประชุม.

นฤพน รักขยัน ชัยสิทธิ์ ทองจู ศุภชัย อำคา จุฑามาศ ร่มแก้ว และศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. หน้า 100-110. *ใน:* การประชุมวิชาการระดับชาติ สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 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) เอกสารวิชาการอื่น ๆ (Other forms of academic documents)

ชื่อผู้เขียน หรือหน่วยงาน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ. ประเภทของเอกสาร. สถาบันหรือหน่วยงานที่ จัดพิมพ์, 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: ที่อยู่ของไฟล์หรือเว็บไซต์ (URL) (วัน เดือน ปีที่สืบค้นข้อมูล ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ เดือน วันที่ ปีที่สืบค้นข้อมูล).

ในกรณีไม่มีข้อมูลปีที่พิมพ์ ให้ระบุเป็นปีที่เข้าสืบค้นข้อมูล

พีรเดช 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 ให้เขียนตามหลักเกณฑ์การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ โดยในครั้งแรกที่ปรากฏชื่อนี้ ให้สะกดคำเต็ม เช่น *Sitophilus zeamais* และพิมพ์เป็นอักษรแบบตัวเอน หลังจากนั้นถ้ามีการระบุชื่อนี้อีกให้ย่อชื่อสกุล 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 และควรระบุคำเต็มไว้ในการใช้ครั้งแรก เช่น Randomized Complete Block Design (RCBD)

คำในวงเล็บที่ไม่ใช่ชื่อเฉพาะ หรือคำย่อ ให้ใช้อักษรตัวพิมพ์เล็ก เช่น ตำรับควบคุม (control), สปอร์แขวนลอย (spore suspension), เครื่องวัดแรงดึงน้ำของดิน (tensiometer)

การส่งต้นฉบับเพื่อตีพิมพ์

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

การบอกรับเป็นสมาชิก

บอกรับเป็นสมาชิกจากใบบอกรับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง

การตอบรับบทความ

บทความทุกบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการต้องผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

*กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

*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 8, Issue 1 January - April 2025

Extension Needs of Robusta Coffee Production for Farmers in Na Yong District, Trang Province
Nongluk Ngaorattanapanthikul, Nareerut Seerasarn and Benchamas Yooprasert.....5

Extension Needs on Integrated Pest Management in Oil Palm for Farmers in Khao Phanom District, Krabi Province
Adisak Pookittikul, Nareerut Seerasarn and Bumpen Keowan.....13

In Vitro Micropropagation of Aglaonema 'Super Red' Using Axillary Bud Explants
Pantipa Limsanguan, Nissorn Deepanthong and Pattiya Siriwatthago.....21

Adoption of Mangosteen Production in Accordance with Good Agricultural Practices Standards by Farmers in Phrom Khiri District, Nakhon Si Thammarat Province
Sunrutai Chanthongchot, Nareerut Seerasarn and Sineenuch Khrutmuang Sanserm.....28

Spatial Analysis of Suitable Area for Wheat Production in the Upper Northern Region, Thailand
Sippawit Punyatuy, Jaruvee Ancheta, Phattarateera Inplub, Nednapa Insalud and Thewin Kaeomuangmoon...36

Extension Needs of Durian Production in Collaborative Farm for Farmers in Phra Rak Subdistrict, Phato District, Chumphon Province
Chanchira Kaewruang, Nareerut Seerasarn and Benchamas Yooprasert.....51

Knowledge of *Trichoderma* Utilization in Rice Production of Farmers in Ban Tak District, Tak Province
Pruekjiga Kantajam, Nareerut Seerasarn and Sineenuch Khrutmuang Sanserm.....59

Effect of Antagonistic Microorganisms on the Growth and Yield of Melons cv. Konami Grown in Mae Hong Son Province
Siriporn Amthong, Chiti Sritontip, Kittipan Pensri and Methinee Nakdee.....70

Evaluation of Fruit Quality and Ascorbic Acid Content of 8 Red Dessert-type Guava Cultivars
Darunee Thawornchareon, Ruangsak Komkhuntod, Kunlayanee Suvittawat, Kwanhathai Tanongjid, Pimnipa Phengchang, Wimonwan Chobsa-ard and Patchareeya Boonkorkaew.....78

Effect of Bat Guano Fertilizer on Growth and Yield of Radish in Media Culture
Chomdao Khumjing and Kanokwan Jaiphet 86

Photosynthetic Light-Response Curve of Holy Basil (*Ocimum tenuiflorum* L.) under Different Levels of CO_2 Concentrations
Wason Pannim, Winai Utkhao, Anucha Wongpraneekul, Rossarin Mongkarothai, Wannisa Pooldesh, Jutamanee Wiangwirachat and Sorawit Sittitham.....95

Growth of Lettuce Stimulated by Indole-3-Acetic Acid (IAA) from Cyanobacteria Isolated from Paddy Field Soil
Wipaporn Yongsuwattana, Sirinapa Chungopast and Duenrut Chonudomkul.....105

Rice Farmers' Perceptions and Adaptation to Climate Change in Wiset Chaichan District, Ang Thong Province
Panchit Seeniang, Kanungrat Kummanee, Jirattinart Thungngern, Savita Tangwongkit and Chotana Limsorn....116

Life Table Analysis of Tobacco Whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) on Eggplant
Tanaporn Paomee and Sopon Uraichuen.....125

Production of Root Border Cells in Japonica Rice (*Oryza sativa* ssp. *japonica*)
Janya Plaktink, Anchalee Chaidee and Kanogwan Seraypheap.....135

ISSN 2586-9655
ISSN 2985-1904 (online)