

GMSAJ

วารสารเกษตรรอบภูมิภาคลุ่มน้ำโขง

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2568



ISSN:3056-9478 (online)

คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม
Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University

<https://li05.tcithaijo.org/index.php/JAgriGMS>



วารสาร

เกษตรอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง

Greater Mekong Sub-region Agricultural Journal

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2568

บทความวิจัย

หน้า

- ความหนาแน่นประชากรและเทคนิคการปลูกแบบแถวคู่ต่อผลผลิต
เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสานภายใต้ระบบน้ำหยด
เชาวลิต สีสาดเลา^{1*} และ ประกาศิต ดวงพาเพ็ง^{1,2}.....1-12
- การเสริมโพรไบโอติกในอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีผลต่อการเลี้ยงปลาหมอ
ไทยวัยอ่อน
ศตพร โนนคู่เขตโขง^{1*} วิจิตรตา อรรถสาร¹
และอดิเทพชัยการณ ภาชนะวรรณ¹.....13-21
- การท่องเที่ยวเชิงเกษตร: ถอดบทเรียนจากศูนย์ศึกษาการพัฒนา
ห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริสู่การพัฒนาการท่องเที่ยว
โดยชุมชนจังหวัดนครพนม
ชลิดา ช่วยสุข¹ ปิยะพงษ์ นาไชย^{1*} สุริยันต์ สุรเกรียงไกร¹
ปิยธิดา รัตนราม² และอดิชาติ อุปพงษ์³.....22-34
- ประสิทธิภาพการจัดการและบำบัดขยะเศษอาหารด้วยระบบหมัก
แบบการเติมอากาศและควบคุมอุณหภูมิในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ
กฤษฎางค์ เสนาวงษ์¹, สมพร เกษแก้ว², ชัยยันต์ จันทศิริ³
กิตติพงษ์ ลาลูน³ และ สุชาติ จันทะทุม⁴.....35-51
- การผลิตและการตลาดผักอินทรีย์ของเกษตรกร ตำบลสวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
จิราภา เข้าเมือง¹, วรุฒิ คำพิบูล¹ และ อรุณี พรหมคำบุตร¹.....52-71



วารสารเกษตรอนุภูมิภาคุ่มน้ำโขง

Greater Mekong Sub-Region Agricultural Journal

➤ ที่ปรึกษาบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ พลธานี

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ สิมารักษ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

➤ บรรณาธิการ

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

มหาวิทยาลัยนครพนม

(ผศ.ดร.อดิเทพชัยการณธ์ ภาชนะวรรณ)

➤ รองบรรณาธิการ

หัวหน้างานวารสาร

มหาวิทยาลัยนครพนม

(ดร. พรทิพย์ พุทธิโส)

➤ กองบรรณาธิการ (ภายนอก)

รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ ดร.พงศธร กุณัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วิทยาเขตสกลนคร

รองศาสตราจารย์ ดร.เทวินทร์ วงษ์พระลับ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.ชำนาญวิทย์ พรหมโคตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วิทยาเขตสกลนคร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรรย์ มงคลวัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วิทยาเขตสกลนคร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรภรณ์ สุวอ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ

ทหาร ลาดกระบัง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงษ์ ลาลูน

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ จี้อาติตย์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนวัช ฝาลี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย บุตรนันท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนจิรา รัตนประเสริฐ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี พรหมคำบุตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ
ดร.พวงเพชร พิมพ์จันทร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสุรินทร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสุรินทร์

➤ **กองบรรณาธิการ (ภายใน)**

รองศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาจ เกสัชชา	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญา มิชะมา	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรัจจ์ ประวีณวงศ์วุฒิ	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวคนธ์ เหมวงษ์	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรจิต สอนสีดา	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเทพชัยการณ ภาชนะวรรณ	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐนันท์ เทียงธรรม	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หทัยกาญจน์ กกแก้ว	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตรี วาทกิจ	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศมาส หวังดี	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรีวิชรินทร์ เขียวไกร	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พูลทวี ศรพรหม	มหาวิทยาลัยนครพนม
ดร.ชัชวาล แสงฤทธิ์	มหาวิทยาลัยนครพนม
ดร.ภาณุพงศ์ ผลเจริญ	มหาวิทยาลัยนครพนม
ดร.ประภัสสร มะลาด	มหาวิทยาลัยนครพนม
ดร.พรทิพย์ พุทธิโส	มหาวิทยาลัยนครพนม

➤ **ผู้ช่วยบรรณาธิการ**

นางสาวสาลิณี สร้อยสังวาลย์
นางวัลจิราพร รอดชุม
นางสาวอรอุมา สกุลไทย
นางนาตยา พิมพ์บุตร

➤ ฝ่ายจัดการวารสาร

นายณัฐชาติ ต້องเดช

นางสาวอ้อมทิพย์ มาลีสัย

นางสาวอภิสรรา โสภา

นางศรินทรา ทาทอง

นางสาวแพงมา โคตรสา

นางสาวอรพีญ์ พิมพา

บทบรรณาธิการ

สวัสดีท่านผู้อ่านทุกท่าน วารสารเกษตรออนูภูมิภาคลุ่มน้ำโขงฉบับนี้ เป็นปีที่ ๒ ฉบับที่ ๒ ประจำเดือน กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๘ ในฉบับนี้ประกอบด้วย บทความวิจัยที่มีต้นฉบับเป็นภาษาไทย จำนวน ๕ ฉบับ สาขาพืชศาสตร์ ๓ เรื่อง สาขาประมง ๑ เรื่อง สาขาเทคโนโลยีอาหาร ๑ เรื่อง ทางวารสารเกษตรออนูภูมิภาคลุ่มน้ำโขง เปิดรับบทความวิจัย บทความวิชาการทางเกษตร วิทยาศาสตร์เกษตร เทคโนโลยีการเกษตร เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร และสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้ที่สนใจส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารเกษตรออนูภูมิภาคเกษตรลุ่มน้ำโขง สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์วารสาร <https://lio5.tci-thaijo.org/index.php/JAgiGMS/index> หรือสามารถติดต่อมายังกองบรรณาธิการได้ที่ E-mail : journal_agri@ms.npu.ac.th

ขอให้ทุกท่านมีความสุข สุขภาพแข็งแรง ส่งผลงานวิจัยมาตีพิมพ์กันนะครับ แล้วพบกันฉบับต่อไปครับ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเทพชัยการณ ภาชนะวรรณ

บรรณาธิการ

วารสารเกษตรออนูภูมิภาคลุ่มน้ำโขง



**ความหนาแน่นประชากรและเทคนิคการปลูกแบบแถวคู่ต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสานภายใต้ระบบน้ำหยด**
**Population Density and Double Row Cropping Technique on Seed Yield of
Waxy Corn (cv Samlee Esan) under Drip Irrigation System**

เชาวลิต สีลาดเลา^{1*} และ ประกาศิต ดวงพาเพ็ง^{1,2}

Chaowalit Seelatlae^{1*} and Prakasit Duangpapeng^{1,2}

¹สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

²ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

²Plant Breeding Research Center for Sustainable Agriculture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University,
Khon Kaen 40002, Thailand

* Corresponding author: chaose@kku.ac.th

Received: date; April 2025 Accepted: date; December 2025 Published: date; December 2025

บทคัดย่อ

ข้าวโพดพันธุ์สำลีอีสานเป็นข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ผสมเปิดที่มีคุณภาพการบริโภคและเป็นที่ต้องการของเกษตรกรรายย่อยมาจนถึงปัจจุบัน การปลูกข้าวโพดเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ภายใต้ระบบน้ำหยดเป็นแนวทางการจัดการที่น่าจะสามารถเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์และลดปริมาณการใช้น้ำในการผลิตได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความหนาแน่นของประชากรที่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ทำการปลูกทดสอบข้าวโพดพันธุ์สำลีอีสานที่มีระดับความหนาแน่นประชากร 12,800 10,240 8,320 และ 7,040 ต้น/ไร่ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ภายใต้ระบบน้ำหยดแบบแถวคู่ ในฤดูแล้ง ปี 2566 (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2566) ณ แปลงทดลองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่นประชากรไม่มีผลต่อความสูงต้นและความสูงฝัก อายุออกไหมและปล่อยละอองเกสร ความกว้างฝัก ความยาวฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และเปอร์เซ็นต์ต้นไม่เกิดฝัก แต่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) ในลักษณะจำนวนฝักทั้งหมด จำนวนฝักดี ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ดี และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ดีสูงสุด จำนวนฝักทั้งหมดและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ดีทั้งหมดมีความสัมพันธ์สูงในทิศทางบวกกับความหนาแน่นประชากร จำนวนฝักดี ผลผลิตเมล็ดดี และผลผลิตเมล็ดดีสูงสุด แม้การปลูกข้าวโพดที่ระดับความหนาแน่นประชากรสูงทำให้มีจำนวนฝักที่เก็บเกี่ยวได้และผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูง แต่การจัดการแปลงค่อนข้างยุ่งยาก การปลูกข้าวโพดพันธุ์สำลีอีสานแบบแถวคู่ที่มีความหนาแน่นประชากร 8,320 ต้น/ไร่ ภายใต้ระบบน้ำหยดเป็นระดับความหนาแน่นที่แนะนำเพื่อให้การจัดการแปลงปลูกได้สะดวกและไม่กระทบกับผลผลิตเมล็ดพันธุ์

คำสำคัญ : ข้าวโพดข้าวเหนียว, การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด, รูปแบบการปลูกพืช, ระยะปลูกพืช, การจัดการการให้น้ำ



Abstract

Waxy corn cultivar ‘Samlee Esan’ is an open-pollinated variety known for its high eating quality and has recently been in demand among small-scale farmers. Producing corn seed using a drip irrigation system may result in high-quality seed and reduce water usage in the seed production process. This study aimed to evaluate the effect of plant density on the seed yield of waxy corn. Waxy corn cv. ‘Samlee Esan’ was evaluated at four plant densities including 12,800, 10,240, 8,320, and 7,040 plants per rai using a randomized complete block design with four replications during the dry season of 2023 (February-May, 2023) at the Research Station, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. The crop was grown using a double-row planting system, and drip irrigation was installed to provide optimal water for crop growth. The results indicated no significant differences among plant densities in terms of plant height, ear height, silking date, anthesis date, ear diameter, ear length, number of seeds per ear, and the percentage of barren plants. Plant densities showed significant differences ($P \leq 0.01$) for total ear number, normal ear number, total seed yield, normal seed yield, and maximum seed yield. Total ear number and total seed yield showed a highly positive correlation with plant density, normal ear number, normal seed yield, and maximum seed yield. Corn grown at high plant densities produced higher harvested ears and greater seed yield, but it is not practical for crop management. A plant density of 8,320 plants/rai by double row cropping system under drip irrigation is recommended for waxy corn cv ‘Samlee Esan’ seed production, as it is practical for field management and does not negatively impact average seed yield.

Keywords: Waxy corn, Corn seed production, Cropping system, Plant spacing, Water management

บทนำ

ข้าวโพดพันธุ์สำลีอีสาน (Samlee Esan) เป็นข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ผสมเปิด (OPV) ซึ่งพัฒนาพันธุ์โดยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้เริ่มแจกจ่ายเมล็ดพันธุ์ให้เกษตรกรนำไปทดลองปลูกตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2543 เป็นพันธุ์ที่มีฝักใหญ่ ต้นแข็งแรง เมล็ดสีขาวนวล และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี เกิดจากการผสมพันธุ์เพื่อรวมยีนข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดหวานที่มีลักษณะดีเพื่อให้เมล็ดข้าวเหนียวและหวานแสดงออกร่วมกัน ฝักส่วนใหญ่มีเมล็ดของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดหวานสัดส่วนประมาณ 3 ต่อ 1 กระจายแทรกในฝักเดียวกัน ลักษณะดังกล่าวทำให้ผลผลิตข้าวโพดในระยะฝักสดเมื่อผ่านการนึ่งหรือต้มแล้วมีความโดดเด่นด้านคุณภาพการบริโภค มีรสชาติเหนียวนุ่มและหวาน (กมล และสรารุณ, 2543: พัทธภรณ์ และนิวัฒน์, 2552) ข้าวโพดพันธุ์สำลีอีสานยังเป็นที่ต้องการของเกษตรกรทั่วประเทศมาจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อย เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อมการผลิต ราคาเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างถูก และสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ได้ แม้ว่าเกษตรกรจะสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ได้ การผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อรักษาความบริสุทธิ์ของพันธุ์ หรือเพื่อรักษาลักษณะที่ตรงตามพันธุ์ และเมล็ดมีคุณภาพสูงยังมีความจำเป็นสำหรับหน่วยงานเพื่อสำรองเมล็ดพันธุ์ที่ดีแก่เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจทั่วไป (Sendekie, 2020)

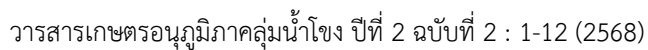


การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดรูปแบบเดิมของฟาร์มคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นการปลูกแบบแถวเดี่ยวที่มีระยะห่างระหว่างแถว 75-80 ซม. และระยะห่างระหว่างต้น 20-25 ซม. หรือมีความหนาแน่นประชากรข้าวโพดประมาณ 8,000-10,000 ต้น/ไร่ มีการให้น้ำด้วยมินิสปริงเกอร์ (Mini-sprinkler) ซึ่งเป็นการต่อน้ำไปยังหัวมินิสปริงเกอร์ที่ถูกวางสูงเหนือผิวดินประมาณ 2 ม. เพื่อให้น้ำกระจายเป็นฝอยด้วยใบหมุนลงสู่ต้นพืชคล้ายเม็ดฝน เป็นระบบการให้น้ำข้าวโพดมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้เป็นอย่างดี แต่ระบบดังกล่าวมักประสบปัญหาการแข่งขันของวัชพืช เนื่องจากการให้น้ำที่กระจายตัวของน้ำทั่วทั้งแปลง จึงส่งเสริมให้วัชพืชงอกและเจริญเติบโตแข่งขันกับพืชที่ปลูก โดยเฉพาะในบริเวณช่องว่างระหว่างแถวข้าวโพด ปัญหาดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต และเพิ่มต้นทุนค่าจ้างแรงงานในการกำจัดวัชพืช รวมถึงการกระจายตัวของน้ำไม่ทั่วถึงหรือไม่สม่ำเสมอของการให้น้ำในบางจุดเนื่องจากสภาพลมแรงที่พัดพาหยดน้ำออกนอกพื้นที่ปลูก จำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาของการให้น้ำเพื่อให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งอาจจะเป็นข้อจำกัดในฤดูกาลที่มีปริมาณน้ำน้อย

ระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด (Drip irrigation) เป็นการให้น้ำแก่พืชแบบเฉพาะจุดที่น้ำจะถูกปล่อยจากหัวจ่ายลงสู่ดินและซึมผ่านไปบริเวณรากพืชโดยตรง เป็นวิธีการให้น้ำพืชที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากสามารถรักษาระดับความชื้นในดินรอบต้นพืชในระดับที่เหมาะสมได้ตลอดเวลา ใช้น้ำน้อย ส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช เนื่องจากน้ำสามารถละลายปุ๋ยที่บริเวณโคนต้นที่พืชสามารถดูดใช้ได้อย่างเต็มที่ (Lamm, 2002) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของรักศักดิ์ และคณะ (2555) ที่พบว่าวิธีการให้น้ำแบบน้ำหยดมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการให้ผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนเทียบเท่ากับการให้น้ำแบบร่องคู และระบบน้ำหยดมีประสิทธิภาพสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ ส่วนการเปรียบเทียบวิธีการให้ปุ๋ยร่วมกับวิธีการให้น้ำในข้าวโพดหวานในสถานีวิจัยและแปลงเกษตรกร พบว่า วิธีการให้ปุ๋ยและน้ำในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน แต่การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดสามารถลดการใช้น้ำลงได้ (พนิตนาถ และชูชาติ, 2563)

นอกจากการจัดการน้ำในการผลิตที่เหมาะสมแล้ว ระยะปลูกจัดเป็นเขตรกรรมชนิดหนึ่งที่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวโพด โดยระยะปลูกเป็นปัจจัยที่กำหนดความหนาแน่นของประชากรข้าวโพดต่อพื้นที่ที่ส่งผลต่อคุณภาพและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ ความหนาแน่นของประชากรที่สูงเกินไปอาจส่งผลให้เกิดการแข่งขันของต้นพืชที่มีผลต่อการติดฝักและพัฒนาเมล็ดของข้าวโพด หรือความหนาแน่นของประชากรต่ำก็มักจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี แต่อาจจะส่งผลให้ผลผลิตต่ำที่เป็นผลเนื่องมาจากจำนวนฝักที่เก็บเกี่ยวต่อพื้นที่ต่ำได้เช่นเดียวกัน มีรายงานว่าเมื่อมีจำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น จำนวนเมล็ดต่อแถว จำนวนเมล็ดต่อฝัก ความกว้างและความยาวฝัก และน้ำหนักต่อฝักลดลง ถึงแม้ว่าการปลูกในระยะชิดทำให้น้ำหนักต่อฝักน้อยกว่าการปลูกในระยะห่าง แต่การปลูกในระยะชิดมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่า ทำให้ได้ผลผลิตในปริมาณที่มากกว่าไปด้วย และเมื่อมีจำนวนประชากรข้าวโพดต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้จำนวนฝักต่อพื้นที่ ผลผลิตฝักต่อพื้นที่ และผลผลิตเมล็ดต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (สุปราณี และคณะ 2553) จึงจะเห็นได้ว่าการเขตรกรรมเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการผลิตข้าวโพด อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวโพดที่มีความหนาแน่นต่างกันอาจส่งผลต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชต่อการให้ผลผลิต ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำหรับการเปลี่ยนแปลงหรือเลือกวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมได้ด้วย

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะปลูกที่เหมาะสมในระบบการปลูกที่ให้น้ำแบบน้ำหยดในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์สำคัญ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นแนวทางในการจัดการการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์สำคัญที่มีคุณภาพ หรือการปรับเปลี่ยนระบบการปลูกข้าวโพดเพื่อให้สามารถลดการใช้น้ำและลดต้นทุนการจัดการการผลิตข้าวโพดในอนาคต



วิธีการดำเนินการ

การวางแผนการตลาด

ดำเนินการทดลองปลูกผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์สำลีอีสานในสภาพแปลงทดลอง ณ หนองพีซผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในฤดูแล้งปี 2566 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม พ.ศ. 2566 (Table 1) โดยปลูกข้าวโพดแบบแถวคู่ที่มีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 6 แถว (3 แถวคู่) ความยาวแถวละ 5 ม. โดยกำหนดพรีติเมนต์ คือ ความหนาแน่นของประชากรของต้นข้าวโพด ซึ่งคำนวณจากระยะห่างระหว่างสายน้ำหยดที่แตกต่างกัน 4 ระยะ คือ

ทริตเมนต์ที่ 1 ระยะห่างระหว่างสายน้ำหยด 75 ซม. หรือมีความหนาแน่นประชากร 12,800 ต้น/ไร่

ทริตเมนต์ที่ 2 ระยะห่างระหว่างสายน้ำหยด 100 ซม. หรือมีความหนาแน่นประชากร 10,240 ต้น/ไร่

ทริตเมนต์ที่ 3 ระยะห่างระหว่างสายน้ำหยด 125 ซม. หรือมีความหนาแน่นประชากร 8,320 ต้น/ไร่

ทริตเมนต์ที่ 4 ระยะห่างระหว่างสายน้ำหยด 150 ซม. หรือมีความหนาแน่นประชากร 7,040 ต้น/ไร่

โดยทุกทรีตเมนต์ใช้ระยะห่างของหัวน้ำหยด 20 ซม. มีระยะห่างระหว่างต้นภายในแถว 25 ซม. และมีระยะห่างระหว่างแถวที่ติดสายน้ำหยด 50 ซม. (Figure 1)

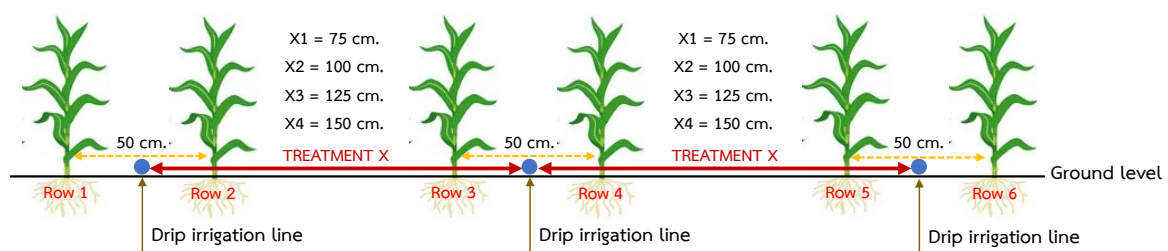


Figure 1 Drip irrigation model and layout of the planting mode for the experiment.

Table 1 Temperature, relative humidity, total rainfall, and evaporation rate during the crop growth period.

Month	Temperature (°C)			Relative humidity (%)			Total rainfall (mm.)	Evaporation rate (mm.)
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean		
February	33.2	19.7	26.0	91.0	40.0	66.0	0.0	4.2
March	34.9	22.7	28.3	76.2	35.0	55.7	1.5	5.0
April	38.4	26.5	31.7	77.4	37.6	57.6	1.2	6.1
May	36.5	25.7	30.5	89.3	48.4	73.6	7.2	5.4

Source: Northeastern Meteorological Center (2024)

การจัดการแปลงทดลอง

จัดการแปลงทดลองเพื่อให้เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวโพดตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยเตรียมพื้นที่ด้วยการไถตะไกรแปร และไถพรวนเตรียมดินพร้อมกับใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ รองพื้นก่อนปลูกเพื่อให้ดินมีเหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและมีธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญในระยะแรกของต้นกล้า ทำการปลูกโดยการหยอดเมล็ดอัตรา 3 เมล็ด/หลุม และให้น้ำตามด้วยระบบน้ำหยดในระดับที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพร้อมกับฉีดสารเคมีควบคุมวัชพืชชนิดก่อนวัชพืชงอก เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วันหลังปลูกทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม พร้อมกับใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ และกลบโคน

เมื่อข้าวโพดอายุ 30 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 และ 15-15-15 ผสมกันสัดส่วน 1:1 อัตรา 25 กก./ไร่ พร้อมกับการให้น้ำ และเมื่อข้าวโพดถึงระยะออกไหมและปล้องละออเกรส หรือประมาณ 45 วันหลังปลูกจะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-24 อัตรา 25 กก./ไร่ ส่วนการให้น้ำข้าวโพดตลอดระยะเวลาการทดลองจะให้น้ำตามความเหมาะสมในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยไม่ให้ข้าวโพดแสดงอาการใบเหี่ยว ในระยะที่ต้นข้าวโพดอายุไม่เกิน 1 เดือน ให้น้ำทุก 2 วัน ครั้งละ 30 นาติ หลังจากนั้นจะให้น้ำทุกวัน ครั้งละ 30 นาติ ด้วยระบบน้ำหยด และมีการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดหรือศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ตามความเหมาะสม

การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร จำนวนต้นที่ไม่ติดฝัก จำนวนฝัก องค์ประกอบของฝัก และผลผลิตเมล็ด โดยมีเกณฑ์ในการประเมินเพื่อทำการคัดแยกฝักดีและฝักผิดปกติ (Figure 2A, 2B) รวม 13 ลักษณะ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของลักษณะที่บันทึกตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของลักษณะที่ศึกษาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistix10

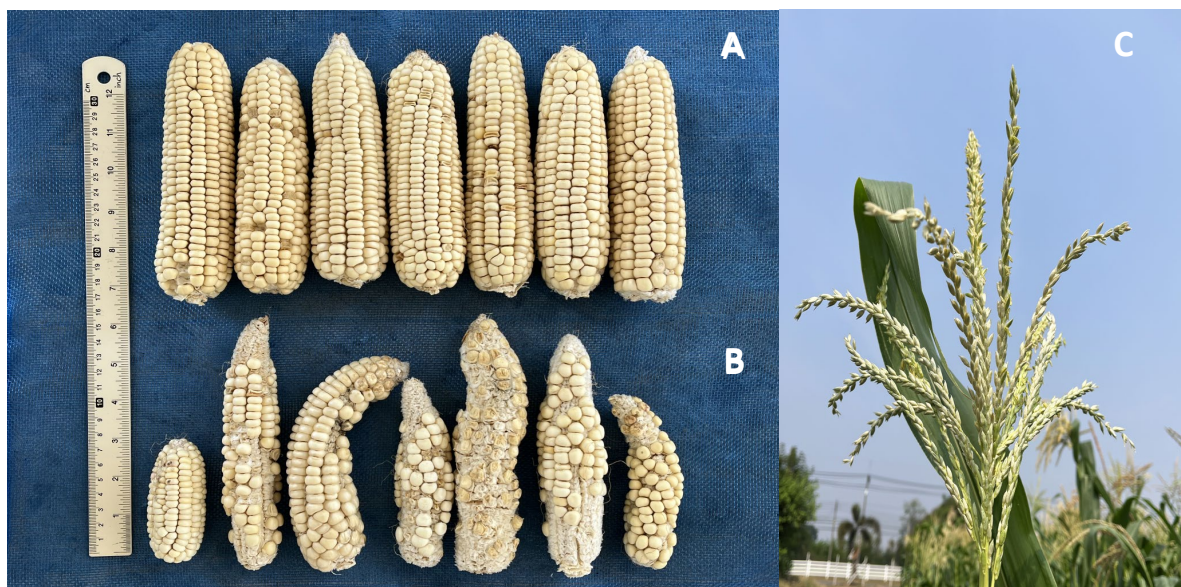


Figure 2 Sample of normal ears (A), abnormal ears (B), and tassel-blasting affected by heat stress (C) of waxy corn cv. 'Samlee Esan' grows under different plant densities.



ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะทางการเกษตร จำนวนฝัก และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสาน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสานที่ปลูกภายใต้ความหนาแน่นประชากรที่แตกต่างกัน พบว่า ระดับความหนาแน่นของประชากรไม่มีผลต่อความสูงต้นและความสูงฝัก อายุออกไหมและปล่อยละอองเกสร ความกว้างฝัก ความยาวฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และเปอร์เซ็นต์ต้นไม่เกิดฝัก โดยมีค่าเฉลี่ยลักษณะความสูงต้น 240.1 ซม. ค่าเฉลี่ยความสูงฝัก 125.1 ซม. ค่าเฉลี่ยอายุออกไหม 50.3 วัน และค่าเฉลี่ยอายุปล่อยละอองเกสร 55.5 วัน (Table 2) และมีค่าเฉลี่ยความกว้างฝัก 4.1 ซม. ค่าเฉลี่ยความยาวฝัก 16.3 ซม. ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝัก 402.5 เมล็ด และค่าเฉลี่ยจำนวนต้นที่ไม่ติดฝัก 18.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3)

จากการศึกษาผลของระดับความหนาแน่นประชากรข้าวโพดสำลีอีสานที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ภายใต้ระบบน้ำหยดที่แตกต่างกัน ซึ่งได้ทำการเก็บเกี่ยวฝักในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) หรือประมาณ 30 วัน หลังผสมเกสร เพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของฝัก จำนวนฝัก และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยพบว่า จำนวนฝักทั้งหมด (Total ear) และจำนวนฝักดี (Normal ear) ของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสานที่ปลูกภายใต้ระดับความหนาแน่นประชากรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) โดยข้าวโพดที่มีระดับความหนาแน่นประชากร 12,800 ต้น/ไร่ มีจำนวนฝักทั้งหมดและจำนวนฝักดีสูงสุด (9,928 และ 6,705 ฝัก/ไร่ ตามลำดับ) แต่ก็มีเปอร์เซ็นต์จำนวนต้นที่ไม่ติดฝักมากที่สุด (22.4 เปอร์เซ็นต์) ส่วนข้าวโพดที่มีความหนาแน่นประชากร 10,240 8,320 และ 7,040 ต้น/ไร่ จะมีจำนวนฝักทั้งหมดเป็นอันดับรองลงมา คิดเป็น 8,739 6,786 และ 5,703 ฝัก/ไร่ ตามลำดับ (Figure 3A) ลักษณะจำนวนฝักดีก็ให้ผลในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ข้าวโพดที่มีระดับความหนาแน่นประชากร 10,240 8,320 และ 7,040 ต้น/ไร่ จะมีจำนวนฝักดีคิดเป็น 5,119 4,460 และ 3,905 ฝัก/ไร่ ตามลำดับ (Figure 3B) อย่างไรก็ตาม ประชากรข้าวโพดที่มีความหนาแน่นดังกล่าวแม้จะมีเปอร์เซ็นต์จำนวนต้นที่ไม่ติดฝักไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าข้าวโพดที่มีระดับความหนาแน่นประชากร 12,800 ต้น/ไร่ (Table 2)

Table 2 Plant height, ear height, silking date, and anthesis date of waxy corn cv. ‘Samlee Esan’ grows under different plant densities.

Plant densities (plant/rai)	Plant height (cm.)	Ear height (cm.)	Silking date (day)	Anthesis date (day)
12,800	247.0±7.0	131.0±6.3	50.3±1.5	55.5±1.0
10,240	238.0±3.7	127.5±3.7	49.5±1.7	55.0±1.2
8,320	239.0±4.9	123.3±5.5	50.3±1.5	55.5±1.0
7,040	236.3±3.6	118.8±6.9	51.0±0.0	56.0±0.0
Mean	240.1	125.1	50.3	55.5
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	1.92	4.47	2.44	1.47

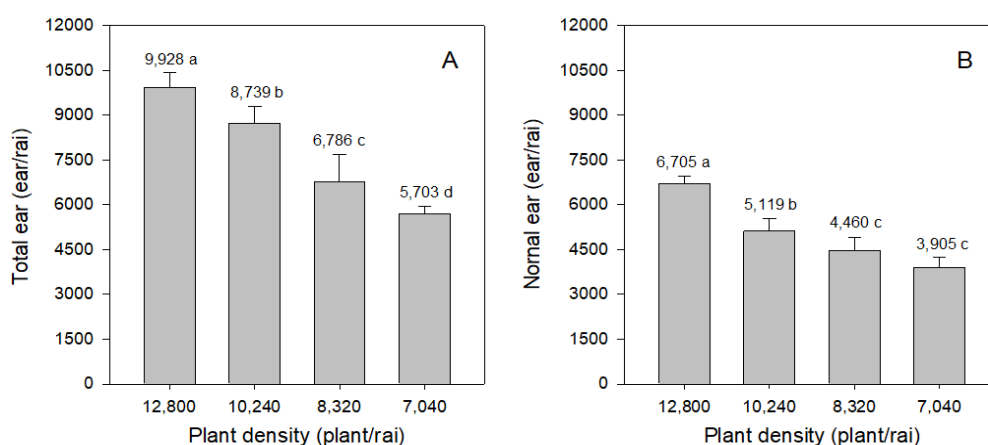
ns, non-significant

**Table 3** Ear diameter, ear length, number of seeds per ear, and percentage of barren plant of waxy corn cv. ‘Samlee Esan’ grows under different plant densities.

Plant densities (plant/rai)	Ear diameter (cm.)	Ear length (cm.)	No. of seed (seeds/ear)	Barren plant (%)
12,800	4.2±0.1	16.0±0.5	412.5±25.7	22.4±3.8
10,240	4.2±0.1	16.2±0.6	403.3±19.4	14.7±5.5
8,320	4.1±0.1	16.8±0.5	399.0±22.2	18.4±10.8
7,040	4.1±0.1	16.2±1.2	395.3±35.9	19.0±3.5
Mean	4.1	16.3	402.5	18.6
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.56	2.45	5.73	29.09

ns, non-significant

ลักษณะผลผลิตเมล็ดพันธุ์จากระดับความหนาแน่นของประชากรที่ศึกษา พบว่า จำนวนผลผลิตเมล็ดทั้งหมด (Total seed yield) ผลผลิตเมล็ดดี (Normal seed yield) และผลผลิตเมล็ดดีสูงสุด (Maximum seed yield) ของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสานที่ปลูกภายใต้ความหนาแน่นประชากรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) โดยข้าวโพดที่มีระดับความหนาแน่นประชากร 12,800 ต้น/ไร่ มีจำนวนผลผลิตเมล็ดทั้งหมด ผลผลิตเมล็ดดี และผลผลิตเมล็ดดีสูงสุดมากกว่าความหนาแน่นประชากรระดับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ คิดเป็น 940 872 และ 1,234 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ส่วนข้าวโพดที่มีระดับความหนาแน่นประชากร 10,240 8,320 และ 7,040 ต้น/ไร่ มีจำนวนผลผลิตเมล็ดทั้งหมดลดลงและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (672 600 และ 489 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ) (Figure 4A) ส่วนลักษณะผลผลิตเมล็ดดีก็ให้ผลในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ข้าวโพดที่มีระดับความหนาแน่นประชากร 10,240 8,320 และ 7,040 ต้น/ไร่ จะมีผลผลิตเมล็ดดีคิดเป็น 794 667 และ 634 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (Figure 4B) และข้าวโพดที่มีระดับความหนาแน่นประชากรข้างต้นจะให้ผลผลิตเมล็ดดีสูงสุดคิดเป็น 924 794 และ 667 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (Figure 4C)

**Figure 3** Total ear number (A) and normal ear number (B), of waxy corn cv ‘Samlee Esan’ grows under different plant densities.

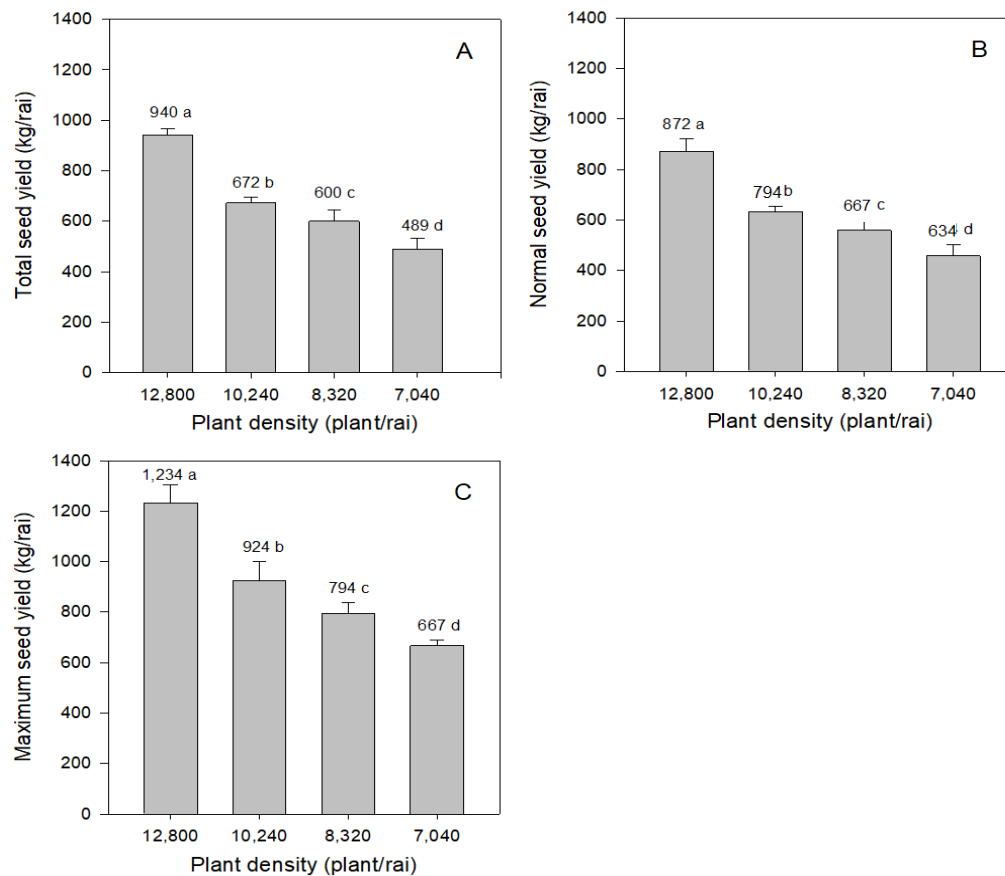


Figure 4 Total seed yield (A), normal seed yield (B), and maximum seed yield (C) of waxy corn cv ‘Samlee Esan’ grows under different plant densities.

สหสัมพันธ์ของลักษณะของข้าวโพดที่ระดับความหนาแน่นประชากรแตกต่างกัน

การศึกษาสหสัมพันธ์ของความหนาแน่นประชากร จำนวนฝักดี ผลผลิตเมล็ดดี และผลผลิตเมล็ดสูงสุดกับลักษณะ

ต่าง ๆ (Table 4) พบว่า ความหนาแน่นของประชากรมีสหสัมพันธ์สูงในทิศทางบวกกับจำนวนฝักทั้งหมด และผลผลิตเมล็ดทั้งหมด ($r=0.94^{**}$ และ 0.97^{**}) และมีสหสัมพันธ์ปานกลางในทิศทางบวกกับความสูงต้นและความสูงฝัก ($r=0.62^{*}$ และ 0.67^{**} ตามลำดับ) ส่วนจำนวนฝักดีก็ให้ผลในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ จำนวนฝักดีมีสหสัมพันธ์สูงในทิศทางบวกกับจำนวนฝักทั้งหมดและผลผลิตเมล็ดทั้งหมด ($r=0.91^{**}$ และ 0.95^{**}) และมีสหสัมพันธ์ปานกลางในทิศทางบวกกับความสูงต้นและความสูงฝัก ($r=0.63^{**}$ และ 0.64^{**} ตามลำดับ)

ส่วนผลผลิตเมล็ดดีมีสหสัมพันธ์สูงในทิศทางบวกกับจำนวนฝักทั้งหมดและผลผลิตเมล็ดทั้งหมด ($r=0.86^{**}$ และ 0.99^{**}) และมีสหสัมพันธ์ปานกลางในทิศทางบวกกับความสูงต้นและความสูงฝัก ($r=0.71^{**}$ และ 0.71^{**} ตามลำดับ) และเมล็ดพันธุ์สูงสุด พบว่า มีสหสัมพันธ์สูงในทิศทางบวกกับจำนวนฝักทั้งหมดและผลผลิตเมล็ดทั้งหมด ($r=0.91^{**}$ และ 0.96^{**}) และมีสหสัมพันธ์ปานกลางในทิศทางบวกกับความสูงต้นและความสูงฝัก ($r=0.71^{**}$ และ 0.64^{**} ตามลำดับ) ส่วนลักษณะอื่น ๆ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (Table 4)



Table 4 Correlation among plant density, normal ear number, normal seed yield, maximum seed yield, and agronomic characters of waxy corn cv. ‘Samlee Esan’ grows under different plant densities.

Parameters	Plant density	Normal ear number	Normal seed yield	Maximum seed yield
Plant height	0.62*	0.63**	0.71**	0.71**
Ear height	0.67**	0.64**	0.71**	0.64**
Silking date	-0.21 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	-0.19 ^{ns}
Anthesis date	-0.21 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	-0.19 ^{ns}
Ear diameter	0.30 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.39 ^{ns}
Ear length	-0.23 ^{ns}	-0.18 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	-0.12 ^{ns}
Seed per ear	0.27 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.39 ^{ns}
Total ear number	0.94**	0.91**	0.86**	0.91**
Total seed yield	0.97**	0.95**	0.99**	0.96**
Percentage of barren plants	0.16 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.28 ^{ns}	0.14 ^{ns}

ns non-significant, *, ** significant at $P \leq 0.05$ and 0.01 , respectively.

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นประชากรข้าวโพดที่ปลูกภายใต้ระบบน้ำหยดนั้นไม่ส่งผลต่อลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบของฝักข้าวโพด (Tables 2 and 3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสานที่ไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความหนาแน่นของประชากร อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลการศึกษจะไม่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความสูงต้นและความสูงฝักที่ปลูกในระดับที่มีความหนาแน่นประชากรสูงมีความสูงเพิ่มขึ้นแต่มีแนวโน้มไม่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lashkari et al. (2011) ที่พบว่าเมื่อประชากรข้าวโพดหนาแน่นขึ้นจะส่งผลให้มีความสูงต้นเพิ่มขึ้นด้วย แต่องค์ประกอบของฝักซึ่งประกอบด้วยจำนวนเมล็ดต่อแถว จำนวนเมล็ดต่อฝัก ความกว้างฝัก และความยาวฝักจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเมื่อปลูกในระดับความหนาแน่นของประชากรต่ำ อย่างไรก็ตาม ระดับประชากรที่มีความหนาแน่นสูง (12,800 ต้น/ไร่) ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ของต้นที่ไม่ติดฝัก (Table 3) สูงกว่าความหนาแน่นประชากรระดับอื่น ๆ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการปลูกข้าวโพดที่มีความหนาแน่นสูงเกินไป จะทำให้เกิดฝักข้าวโพดมากกว่าการเกิดของช่อดอกเพศผู้ ส่งผลให้การเจริญของฝักและการพัฒนาของเส้นไหมช้าลง การที่เส้นไหมโผล่พ้นฝักช้าจะส่งผลโดยตรงต่อความพร้อมในการผสมเกสรและการพัฒนาเป็นเมล็ด นอกจากนี้ ประชากรข้าวโพดที่หนาแน่นเกินไปยังมีผลต่อสมดุลธาตุอาหาร โดยเฉพาะการขนส่งคาร์บอนและไนโตรเจนไปสู่ฝักจะลดลง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาของเมล็ดหรือทำให้เมล็ดแห้งหลังการผสมเกสร (Sangoi, 2000)

สำหรับจำนวนฝักและผลผลิตเมล็ดต่อนั้นมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของประชากร (Table 4) แสดงให้เห็นว่าจำนวนต้นต่อพื้นที่ที่มีผลโดยตรงต่อปริมาณผลผลิตเมล็ด (Figures 3 and 4) เช่นเดียวกับการศึกษาในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถึงแม้ว่าการปลูกข้าวโพดที่ระดับความหนาแน่นสูงจะมีค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตต่ำกว่าการปลูกที่ระดับความหนาแน่นต่ำ แต่ที่ระดับความหนาแน่นของประชากรสูงจะให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่า (Lashkari et al., 2011) อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวแตกต่างจากการศึกษาของ El-hendawy et al. (2008) ซึ่งพบว่าผลผลิตและการเจริญเติบโตของข้าวโพดเป็นผลรวมกันระหว่างระดับความหนาแน่นของประชากรและระบบการให้น้ำพืช การให้น้ำที่มีประสิทธิภาพที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพด การเพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดในระดับความหนาแน่นประชากร



ข้าวโพดต่ำจะส่งเสริมการเพิ่มผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำในข้าวโพด กล่าวคือ ระดับความหนาแน่นประชากรข้าวโพดต่ำจะส่งผลให้ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อแถว น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และผลผลิตเมล็ดสูงกว่าระดับความหนาแน่นประชากรสูง หากมีอัตราการให้น้ำสูงสามารถปลูกข้าวโพดในระดับที่มีความหนาแน่นปานกลางและต่ำได้ แต่หากมีอัตราการให้น้ำปานกลางควรปลูกในระดับความหนาแน่นประชากรต่ำเท่านั้น จะเห็นได้ว่าการเลือกระดับความหนาแน่นประชากรให้เหมาะสมกับระบบการให้น้ำจะส่งผลต่อผลผลิตข้าวโพด

ระบบน้ำหยดเป็นวิธีการให้น้ำข้าวโพดที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำข้าวโพดได้ดีทั้งในสภาพปกติและสภาวะแล้ง (Bozkurt et al. 2011) การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดไม่ส่งผลต่อผลผลิตฝักสดของข้าวโพดหวาน แต่วิธีการดังกล่าวสามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้ถึง 58 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการทดลองในสถานีวิจัย และลดลง 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร (พินิตนาถ และชูชาติ, 2563) ส่วนการเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำหยดในข้าวโพดหมัก (Silage corn) พบว่าการให้น้ำด้วยน้ำหยดบนผิวดิน (Surface drip irrigation) น้ำหยดแบบฝังใต้ดิน (Subsoil drip irrigation) และท่อกระจายฝักใต้ดิน (Subsoil capillary) ไม่ส่งผลต่ออัตราผลผลิตของฝักสดและฝักแห้ง (Karasahin, 2014a) แต่การให้น้ำแบบท่อกระจายฝักใต้ดินส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดหมักสูงที่สุด การให้น้ำหยดแบบฝังใต้ดินและแบบท่อกระจายฝักใต้ดินสามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้ 7 และ 13 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำด้วยน้ำหยดบนผิวดิน (Karasahin, 2014b) อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิธีการให้น้ำของข้าวโพดไร่ที่ระดับความหนาแน่นประชากรที่แตกต่างกันด้วยระบบน้ำหยดบนผิวดินทั้งในสภาพแวดล้อมที่แล้ง กึ่งแล้ง และกึ่งชื้น พบว่าการให้น้ำด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด ส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านลำต้นและผลผลิตได้ดี (Wang et al., 2021: Guo et al., 2021: Wang et al., 2022) จึงสามารถนำมาปรับใช้ในการให้น้ำข้าวโพดในสภาพพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านการจัดการน้ำให้แกพืชได้

การศึกษารั้วนี้ได้ดำเนินงานในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไม่นำมาสำหรับการปลูกข้าวโพดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการให้น้ำข้าวโพดแบบตามร่อง น้ำราด หรือการให้น้ำผิวดิน (Surface irrigation) เนื่องจากมีอากาศร้อน แห้งแล้ง มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ มีฝนน้อย และมีอัตราการระเหยของน้ำสูง (Table 1) ซึ่งมีความเสี่ยงสูงที่ข้าวโพดจะแสดงอาการช็อคดอกแห้งจากสภาพอากาศที่ร้อนจัดและไม่สามารถออกฝัก ติดเมล็ด หรือให้ผลผลิตได้ (Figure 2B and 2C) อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวโพดแบบแถวคู่ภายใต้ระบบน้ำหยดมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพด คุณภาพผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และเป็นวิธีการที่สามารถลดปริมาณการใช้น้ำ ลดต้นทุนการใช้แรงงาน และความเสี่ยงกับลักษณะสภาพอากาศที่แปรปรวนได้ ทั้งนี้ การศึกษาการจัดการปุ๋ยไปพร้อมกับการให้น้ำหยด (Fertigation) ในข้าวโพด (Chauhdary et al., 2017) เป็นแนวทางการศึกษาที่สำคัญยิ่งเพื่อที่จะให้ได้องค์ความรู้ที่จะเป็นประโยชน์ด้านการจัดการการผลิตข้าวโพดให้กับหน่วยงาน นักศึกษา เกษตรกร และผู้ที่สนใจในการปลูกข้าวโพดในอนาคตต่อไป

สรุปผลการทดลอง

การปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสานที่ระดับความหนาแน่นประชากรสูงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางการเกษตร แต่ทำให้มีจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้ จำนวนฝักดี และผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงกว่าการปลูกระดับความหนาแน่นประชากรต่ำ แต่ก็มีแนวโน้มทำให้มีจำนวนต้นที่ไม่ติดฝักสูงชันตามไปด้วย แม้ว่าการปลูกที่ระดับความหนาแน่นประชากรสูงจะให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุด แต่การปลูกข้าวโพดที่ระดับความหนาแน่นประชากร 8,320 ต้น/ไร่ หรือมีระยะห่างระหว่างสายน้ำหยด 125 ซม. เป็นระดับที่แนะนำเพื่อให้การจัดการแปลงปลูกได้สะดวกและไม่กระทบกับผลผลิตของเมล็ดพันธุ์มากนัก ข้อมูลจากการศึกษานี้จะเหมาะสมกับผู้ผลิตข้าวโพดที่ต้องการใช้เครื่องจักร



ขนาดเล็กทดแทนแรงงานคน ซึ่งเป็นข้อแนะนำที่อาจเหมาะสมกับการผลิตบางพื้นที่ แต่ในการปฏิบัตินั้นผู้ผลิตข้าวโพดสามารถปรับเปลี่ยนระยะปลูกหรือความหนาแน่นของประชากรตามความเหมาะสมของพื้นที่หรือปัจจัยการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีปริมาณและคุณภาพสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากโครงการวิจัยเพื่อพัฒนางานประจำ (routine to research: R2R) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ 2566 (สัญญาเลขที่ R2R-2566-22) และขอขอบคุณสาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกและสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กมล เลิศรัตน์ และสรารุณ บุษราคุล. (2543). “สำลีอีสาน” ข้าวโพดเหนียวพันธุ์ใหม่ ตัวอย่างการใช้ความรู้พื้นฐานทางพันธุศาสตร์เพื่อปรับปรุงพันธุ์พืช. ใน: รายงานสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2543. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พนิตนาถ มั่งมูล และชูชาติ สันทรทรัพย์. (2563). ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและวิธีการให้น้ำต่อการเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานในจังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตร. 36(2), 211-223.
- พัชรภรณ์ ภูมิจันทิก และนิวัฒน์ มาศวรรณ. (2552). ระดับความพึงพอใจในพันธุ์ข้าวโพดของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลีอีสานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารวิจัย มข. (บศ.). 9(4), 1-7.
- รักศักดิ์ เสริมศักดิ์, บัญญัติ เศรษฐฐิติ, สมพงษ์ เกษฐาธรรมสถิต และกฤตภัทร คล้ายรัศมี. (2555). ผลของวิธีการให้น้ำต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน. ใน: เรื่องได้การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาพืช. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ศูนย์อุตุนิยมิวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. (2567). รายงานข้อมูลอุตุนิยมิวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดขอนแก่น ประจำเดือนมกราคม-ธันวาคม 2566. ศูนย์อุตุนิยมิวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน กรมอุตุนิยมิวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.
- สุปราณี งามประสิทธิ์, โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, สุรพล เข้าน้อง และกิ่งกานต์ พานิชนอก. (2553). ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยวที่ไม่ต้องถอดยอดพันธุ์ KBSC605. ใน: การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่าง ครั้งที่ 4: เรื่องการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่างเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bozkurt, S., Yazar, A., and Mansurolu, G.S. (2011). Effects of different drip irrigation levels on yield and some agronomic characteristics of raised bed planted corn. African Journal of Agricultural Research. 6(23), 5291-5300.
- Chauhdary, J.N. Bakhsh, A., Arshad, M., and Maqsood, M. (2017). Effect of different irrigation and fertigation strategies on corn production under drip irrigation. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 54(4), 855-863.



- El-Hendawy, S.E., El-Lattief, E.A.A. Ahmed, M.S., and Schmidhalter, U. (2008). Irrigation rate and plant density effects on yield and water use efficiency of drip-irrigated corn. *Agricultural Water Management*. 95, 836-844.
- Guo, Q., Huang, G., Guo, Y., Zhang, M., Zhou, Y., and Duan, L. (2021). Optimizing irrigation and planting density of spring maize under mulch drip irrigation system in the arid region of Northwest China. *Field Crops Research*. 266, 108141.
- Karashin, M. (2014a). Effects of different irrigation methods and plant densities on silage quality parameters of PR 31Y43 hybrid corn cultivar (*Zea mays* L. var. *indentata* [Sturtev.] L.H. Bailey). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 74(1), 105-110.
- Karashin, M. (2014b). Effects of different irrigation methods and plant density on silage yield and yield components of PR 31Y43 hybrid corn cultivar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 38, 159-168.
- Lamm, F.R. (2002). Advantages and disadvantages of subsurface drip irrigation. In: *International Meeting on Advances in Drip/Micro Irrigation*. Puerto de La Cruz, Tenerife, Canary Islands, Spain.
- Lashkari, M., Madani, H., Ardakani, M.R., Golzardi, F., and Zargari, K. (2011). Effect of plant density on yield and yield components of different corn (*Zea mays* L.) hybrids. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 10(3), 450-457.
- Sangoi, L. (2000). Understanding plant density effects on maize growth and development: An important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*. 31(1), 159-168.
- Sendekie, Y. (2020). Review on seed genetic purity for quality seed production. *International Journal of Scientific Engineering and Science*. 4(10), 1-7.
- Wang, F., Xiao, J., Ming, B., Xie, R., Wang, K., Hou, P., Liu, G., Zhang, G., Chen, J., Liu, W., Yang, Y., Qin, A., and Li, S. (2021). Grain yields and evapotranspiration dynamics of drip-irrigated maize under high plant density across arid to semi-humid climates. *Agricultural Water Management*. 247, 106726.
- Wang, F., Xue, J., Xie, R., Ming, B., Wang, K., Hou, P., Zhang, L., and Li, S. (2022). Assessing growth and water productivity for drip-irrigated maize under high plant density in arid to semi-humid climates. *Agriculture*. 12(1), 97.



การเสริมโพรไบโอติกในอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีผลต่อการเลี้ยงปลาหมอไทยวัยอ่อน Probiotic supplementation in commercial feed; effects on growth performances of climbing perch, *Anabas testudineus* for early rearing

ศตพร โนนคู่เขตโขง^{1*} วิจิตรตา อรรถสาร¹ และอดิเทพชัยการณัฏ ภาชนะวรรณ¹

Sataphon Nonkhukhetkhong^{1*}, Vijitta Atthasan¹ and Adithepchaikarn Pachanawan¹

¹สาขาวิชาประมง คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม อ.เมือง จ.นครพนม 48000

*Corresponding author: sataphon.non@npu.ac.th

Received: date; May 2025 Accepted: date; December 2025 Published: date; December 2025

บทคัดย่อ

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมโพรไบโอติกในอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงปลาหมอไทยวัยอ่อน ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำบางประการ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำการทดลองในปลาหมอไทยน้ำหนักเฉลี่ย 0.54 ± 0.11 กรัม ความยาวเฉลี่ย 3.0 ± 0.4 เซนติเมตร แบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ไม่เสริมโพรไบโอติก (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกในอาหารเม็ดสำเร็จรูป 0.5% 1% 1.5% และ 2% ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน ผลการทดลองพบว่าด้านค่าการเจริญเติบโตต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนด้านคุณภาพน้ำพบว่าค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ยกเว้นค่าแอมโมเนียในน้ำ ซึ่งพบว่ากลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกในอาหารเม็ดสำเร็จรูป 1.5% และ 2% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.7 ± 0.6 มิลลิกรัม/ลิตร และ 2.6 ± 0.6 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าการเสริมโพรไบโอติกในอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่น้อยกว่า 2% ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม จะไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยวัยอ่อน แต่การเสริมโพรไบโอติกในอัตราที่ไม่น้อยกว่า 1.5% ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัมจะส่งผลเชิงบวกในด้านการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

คำสำคัญ: ปลาหมอไทย, โพรไบโอติก, การเจริญเติบโต, คุณภาพน้ำ

Abstract

This study was aimed at investigating the effects of probiotic supplementation in commercial pellet feed on the growth performance of juvenile climbing perch (*Anabas testudineus*) and some parameters of water quality. A completely randomized design (CRD) with triplicates was used in this study, Juvenile climbing perch with an average initial weight of 0.54 ± 0.11 g and an average length of 3.0 ± 0.4 cm were used. Five groups of experimental treatments: a group without probiotic supplementation (a control group), probiotic-supplemented commercial feed at concentrations of 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% respectively. After 60 days of experimental period, the result of this study



showed that in growth performance consists of average weight, average length, survival rate, feed conversion ratio (FCR), average daily weight gain (ADG) and specific growth rate (SGR) of all groups were not significantly differences ($P>0.05$). In terms of water quality parameters, dissolved ammonia in 1.5% and 2% probiotic-supplemented groups have a significantly different ($P<0.05$) when compared with a control group. The ammonia concentration in this group was 2.7 ± 0.6 mgL^{-1} and 2.6 ± 0.6 mgL^{-1} respectively. In addition to the ammonia levels, other water quality parameters showed no statistically significant differences ($P>0.05$). In conclusion, probiotic supplementation at a rate of less than 2% may not affect the growth performance of juvenile climbing perch. However, the supplementation at least 1.5% of commercial feed weight can positively impact on water quality improvement.

Keywords: Climbing perch (*Anabas testudineus*), Probiotics, Growth performance, Water quality

บทนำ

ปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*) ชื่อท้องถิ่นได้แก่ ปลาหมอ ปลาเซ้ง เป็นปลาท้องถิ่นกระจายพันธุ์อยู่ตามแหล่งน้ำจืดทุกภาคของประเทศไทย โดยเป็นปลาน้ำจืดพื้นบ้านที่คนไทยนิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ผลผลิตปลาหมอไทยจากการเพาะเลี้ยงในปี พ.ศ. 2566 มีปริมาณรวม 898 ตัน คิดเป็นมูลค่า 66.3 ล้านบาท (กรมประมง, 2567) ปกติแล้วในการอนุบาลปลาหมอไทยจะใช้เวลาประมาณ 2 เดือน หากเกิดปัญหาในช่วงเวลาดังกล่าวอาจส่งผลให้การเติบโตเกิดไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่เกษตรกรวางแผนไว้ (วาสนาและคณะ, 2563) จากการเลี้ยงในอัตราที่หนาแน่นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและความไม่แน่นอนของสภาพอากาศ อาจทำให้สัตว์น้ำมีความเครียดจนเกิดโรคและก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงมากขึ้น (Nguyen, 2017) ปัจจุบันจึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้วิธีการต่างๆ ในการลดของเสียและเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำให้ดียิ่งขึ้น เช่น การเลี้ยงแบบไบโอฟลอคโดยการสร้างตะกอนที่มีจุลินทรีย์กลุ่ม Heterotrophic bacteria เพื่อช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำและลดของเสียในน้ำจากการเลี้ยง (Azim and Little, 2008) หรือการเสริมจุลินทรีย์เป็นโพรไบโอติก โดยการผสมจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรียสกุล *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* และยีสต์บางชนิดที่สามารถเจริญและอาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารสัตว์น้ำได้ลงในอาหาร เพื่อให้สัตว์น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น (สุบัณฑิตและคณะ, 2552; Boyd, 1979) วิธีการเหล่านี้ถือเป็นแนวทางที่ช่วยให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและลดการใช้สารเคมีในการเลี้ยงลงเพื่อสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภค

จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมักมีคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์ต่างๆ ช่วยในการย่อยและดูดซึมสารอาหาร ยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค กระตุ้นภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำ รวมถึงมีส่วนช่วยในการบำบัดของเสียโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ตกค้างและบำบัดคุณภาพน้ำจากการเลี้ยง เช่น ลดค่าแอมโมเนียและไนไตรท์ที่สะสมในน้ำ อันเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตให้ดีขึ้น (สมพงษ์และคณะ, 2567; Gildberg et al., 1997; Prasal et al., 2003) จากการศึกษาผลของการเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกลงในอาหารสัตว์น้ำชนิดต่างๆ เช่น ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ปลาช่อน (*Channa striata*) กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) ระบุว่า การเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกสกุล *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Cetobacterium* ช่วยทำให้ค่าปัจจัยการเจริญเติบโต ภูมิคุ้มกันโรคและคุณภาพน้ำมีแนวโน้มดีขึ้นหากมีการใช้อัตราที่เหมาะสม (Rahiman et al., 2010;



Munir et al., 2016; Zhai et al., 2017; Melo-Bolivar et al., 2020) การศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลจากการเสริมโปรไบโอติกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงปลาหมอไทยวัยอ่อน ทั้งต่อต้านปัจจัยการเจริญเติบโตและด้านคุณภาพน้ำเบื้องต้น ทำให้สามารถต่อยอดผลจากการศึกษานี้ในการปรับปรุงรูปแบบการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์ในอนาคตได้

วิธีการดำเนินการ

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ฟักปลาหมอไทยที่ได้จากฟาร์มเอกชนจำนวน 200 ตัว ในถังขนาด 500 ลิตรเป็นเวลา 7 วันเพื่อให้เกิดการปรับตัว ระหว่างการฟักปลา ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 42% วันละ 2 มื้อ (08.00 น. และ 17.00 น.) ก่อนการทดลองทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาวเริ่มต้นก่อนปล่อยลงหน่วยทดลองละ 10 ตัว โดยปลาหมอไทยที่ใช้ในการทดลองน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.54 ± 0.11 กรัม และความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.0 ± 0.4 เซนติเมตร ตามลำดับ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยแบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ผสมโปรไบโอติก (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 3 4 และ 5 ผสมโปรไบโอติกลงในอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 42% ที่ 0.5% 1% 1.5% และ 2% ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ระหว่างการทดลองให้อาหารที่อัตรา 10% ของน้ำหนักตัว โดยให้อาหารจำนวน 2 มื้อต่อวัน ได้แก่ 08.00 น. และ 17.00 น. และมีการปรับปริมาณอาหารที่ให้อาหารตามน้ำหนักตัวทุก 7 วัน ทำการทดลองเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน

การเตรียมอาหารทดลอง

เตรียมอาหารโดยนำโปรไบโอติกผงมาชั่งน้ำหนักในหน่วย 0.5% 1% 1.5% และ 2% ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ผสมน้ำกลั่นแล้วนำสารละลายมาผสมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางโภชนาการตาม Table 1 จากนั้นนำไปผึ่งลมให้แห้งก่อนเก็บเข้าภาชนะเพื่อนำไปใช้ในแต่ละชุดการทดลองต่อไป

Table 1 Nutritional value of the commercial carnivorous fish feed.

Nutrients	Percentage (%)
Crude Protein	42
Crude Fat	6
Crude Fiber	3
Moisture	10
Total Ash	12
Nitrogen Free Extract	27
Total	100



การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลทุก 15 วัน โดยงดอาหารก่อนเก็บข้อมูล 1 วัน ทำการนับจำนวน สุ่มชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวเพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าการเจริญเติบโต ได้แก่ อัตราการรอดตาย (Survival Rate; SR) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio; FCR) อัตราการเพิ่มน้ำหนักต่อวัน (Average Daily Growth; ADG) และการเติบโตจำเพาะต่อวัน (Specific Growth Rate; SGR) ดังนี้

$$SR (\%) = \frac{\text{จำนวนสุดท้าย}}{\text{จำนวนเริ่มต้น}} \times 100$$

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}$$

$$ADG (\text{กรัม/วัน}) = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลา (วัน)}}$$

$$SGR (\%/วัน) = \frac{\ln(\text{น้ำหนักสุดท้าย}) - \ln(\text{น้ำหนักเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลา (วัน)}} \times 100$$

ในด้านคุณภาพน้ำ นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามวิธีของไมตรีและจารุวรรณ (2528) โดยวัดค่าอุณหภูมิ (Temperature) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) และค่าแอมโมเนียในน้ำ (Ammonia)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) เมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS® OnDemand for Academics

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

หลังจากสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 60 วัน ผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโตของทั้ง 5 กลุ่มทดลอง พบว่าค่าปัจจัยการเจริญเติบโตของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ตลอดการทดลอง โดยกลุ่มที่เสริมโปรไบโอติกในอาหารเม็ดสำเร็จรูป 1.5% มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดที่ 8.17 ± 2.00 กรัม มีความยาวเฉลี่ยสูงสุดที่ 7.3 ± 0.6 เซนติเมตร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักต่ำสุดที่ 1.6 ± 0.5 มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักต่อวันสูงสุดที่ 0.13 ± 0.03 กรัมต่อวัน และมีการเติบโตจำเพาะต่อวันสูงสุดที่ 4.49 ± 0.42 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ส่วนค่าอัตราการรอดตายพบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมโปรไบโอติกในอาหารเม็ดสำเร็จรูป 2% มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ $93.3 \pm 11.5\%$ ตามลำดับ (Table 2; Figure 1 A-F) การที่โปรไบโอติกไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตได้นั้น อาจบ่งชี้ได้ว่าชนิดหรือระดับความเข้มข้นของจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่ใช้ไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดูดซึมสารอาหารในลำไส้ของปลาหมอไทยวัยอ่อนภายในระยะเวลา



60 วัน แนวโน้มของผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของวาสนาและคณะ (2563) ที่ศึกษาผลของอาหารผสมโปรไบโอติกชนิด *Bacillus subtilis* ในรูปแบบของเหลวที่ระดับ 10 มิลลิลิตรต่ออาหารสำเร็จรูป 1 กิโลกรัม และผลของความถี่ในการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เป็นเวลา 60 วัน พบว่าการเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ให้อาหารในปริมาณที่เท่ากัน แต่รูปแบบในการให้อาหารกลับสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตได้ ($P<0.05$) โดยรูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมคือให้อาหารจำนวน 2 ครั้งต่อวัน และควรผสมโปรไบโอติกลงในอาหารสัปดาห์เว้นสัปดาห์ สุบัตินิตและคณะ (2552) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเสริมโปรไบโอติกในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำว่าประสิทธิภาพของการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกในการเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นต้องมีปริมาณการใช้งานที่เพียงพอเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ได้เต็มที่ทั้งในด้านการเพิ่มการเจริญเติบโตและการบำบัดของเสียในบ่อเลี้ยง

Table 2 Growth performances of climbing perch after 60 days experimental period.

Treatments	MW (g)	ML (cm)	SR (%)	FCR	ADG (g.day ⁻¹)	SGR (%.day ⁻¹)
control	7.36±1.30 ^a	7.0±0.6 ^a	93.3±11.5 ^a	1.8±0.4 ^a	0.11±0.02 ^a	4.34±0.31 ^a
0.5% PS	6.24±1.50 ^a	6.7±0.7 ^a	86.7±5.8 ^a	2.2±0.5 ^a	0.10±0.02 ^a	4.05±0.38 ^a
1.0% PS	6.69±1.50 ^a	6.8±0.4 ^a	83.3±5.8 ^a	2.0±0.4 ^a	0.10±0.02 ^a	4.17±0.35 ^a
1.5% PS	8.17±2.00 ^a	7.3±0.6 ^a	85.0±10.0 ^a	1.6±0.5 ^a	0.13±0.03 ^a	4.49±0.42 ^a
2.0% PS	7.52±0.70 ^a	7.3±0.1 ^a	93.3±11.5 ^a	1.7±0.2 ^a	0.12±0.01 ^a	4.38±0.15 ^a

Note PS: probiotic supplementation, MW: mean body weight, ML: mean total length, SR: survival rate, FCR: feed conversion ratio, ADG: average daily weight gain, SGR: specific growth rate Mean±SD (n=3). Different letters in column indicate significant difference ($P<0.05$)

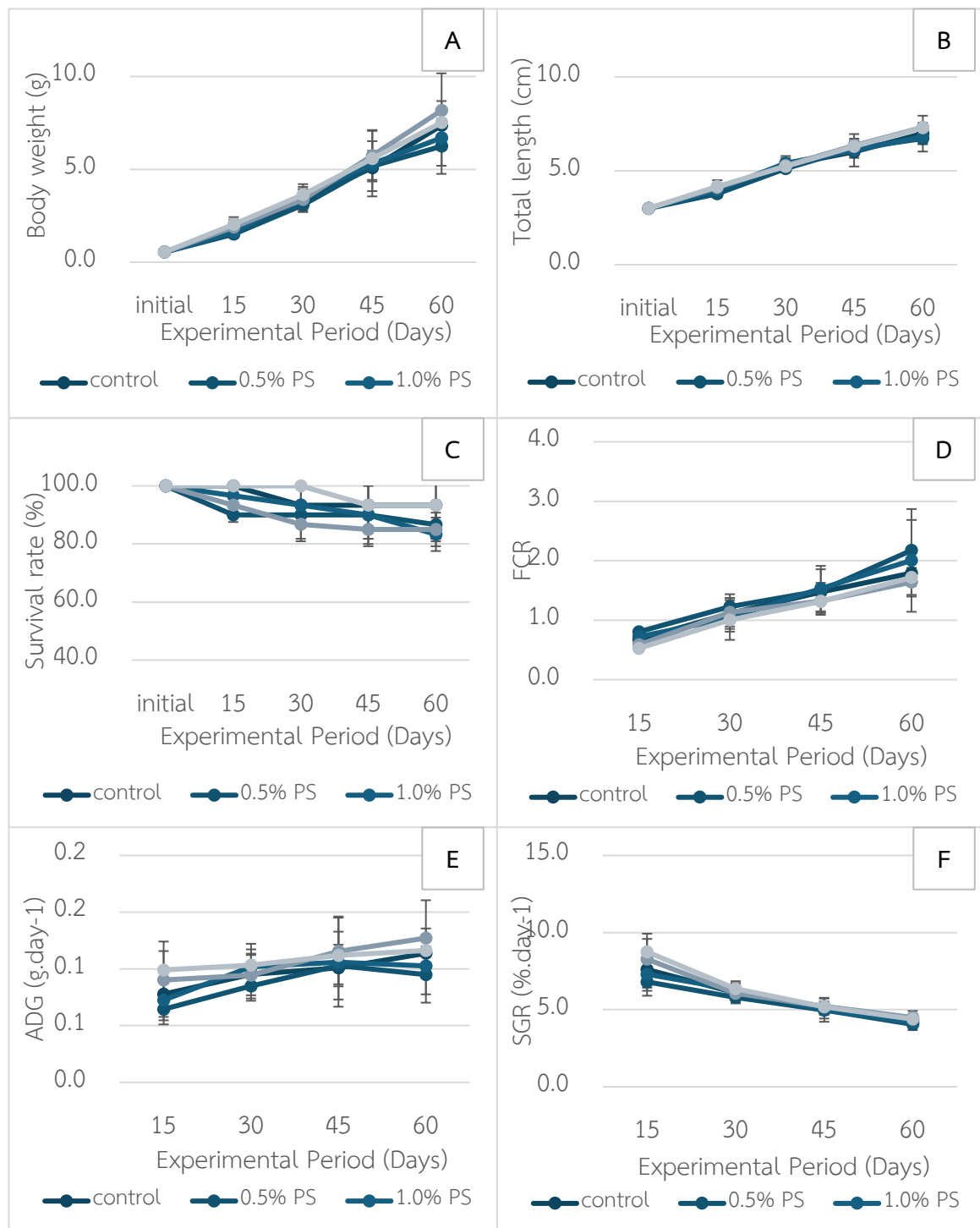


Figure 1 Effects of diet probiotic supplementation (PS) on growth performance parameters in 60 days experimental period. **A:** Body Weight, **B:** Total Length, **C:** Survival Rate (SR), **D:** Feed Conversion Ratio (FCR), **E:** Average Daily weight Gain (ADG), **F:** Specific Growth Rate (SGR).

ทางด้านคุณภาพน้ำหลังจากสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าอุณหภูมิออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ตลอดการทดลอง (Figure 2A-C) ส่วนค่าแอมโมเนีย พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Figure 2D) โดยกลุ่มที่เสริมโพรไบโอติก 1.5% และ 2% ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าต่ำที่สุด (2.7 ± 0.6 และ 2.6 ± 0.6 มก./ลิตร) ดัง Table 3 ทั้งนี้เนื่องจากในโพรไบโอติกที่ใช้ในการทดลองเป็นโพรไบโอติกรวมซึ่งมีกลุ่ม Heterotrophic bacteria เช่น *Bacillus subtilis* ที่เมื่อละลายลงสู่ น้ำจะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์จากเศษอาหารและของเสีย รวมถึงย่อยสลายแอมโมเนียและไนไตรท์ซึ่งเป็นสารพิษต่อสัตว์น้ำมาใช้ผ่านกระบวนการ nitrification (Boyd, 1979; Azim and Little, 2008) ทั้งนี้การที่ค่าแอมโมเนียเห็นลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกตั้งแต่ที่ระดับ 1.5% ขึ้นไป หมายความว่าระดับดังกล่าวอยู่ในช่วงความเข้มข้นขั้นต่ำ (Threshold Concentration) ในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการขับถ่ายของปลาอย่างมีประสิทธิภาพ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Dwiardani et al. (2021) ที่ศึกษาการใช้โพรไบโอติก *Nitrosomonas* sp. และ *Nitrobacter* sp. ในการเลี้ยงปลานิลผ่านระบบบ่อควาโปนิคส์ ผลการศึกษารายงานว่าปริมาณของการใช้โพรไบโอติกที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดอยู่ที่ไม่ต่ำกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะทำให้ค่าการเติบโตของปลานิลมีค่าดีที่สุด

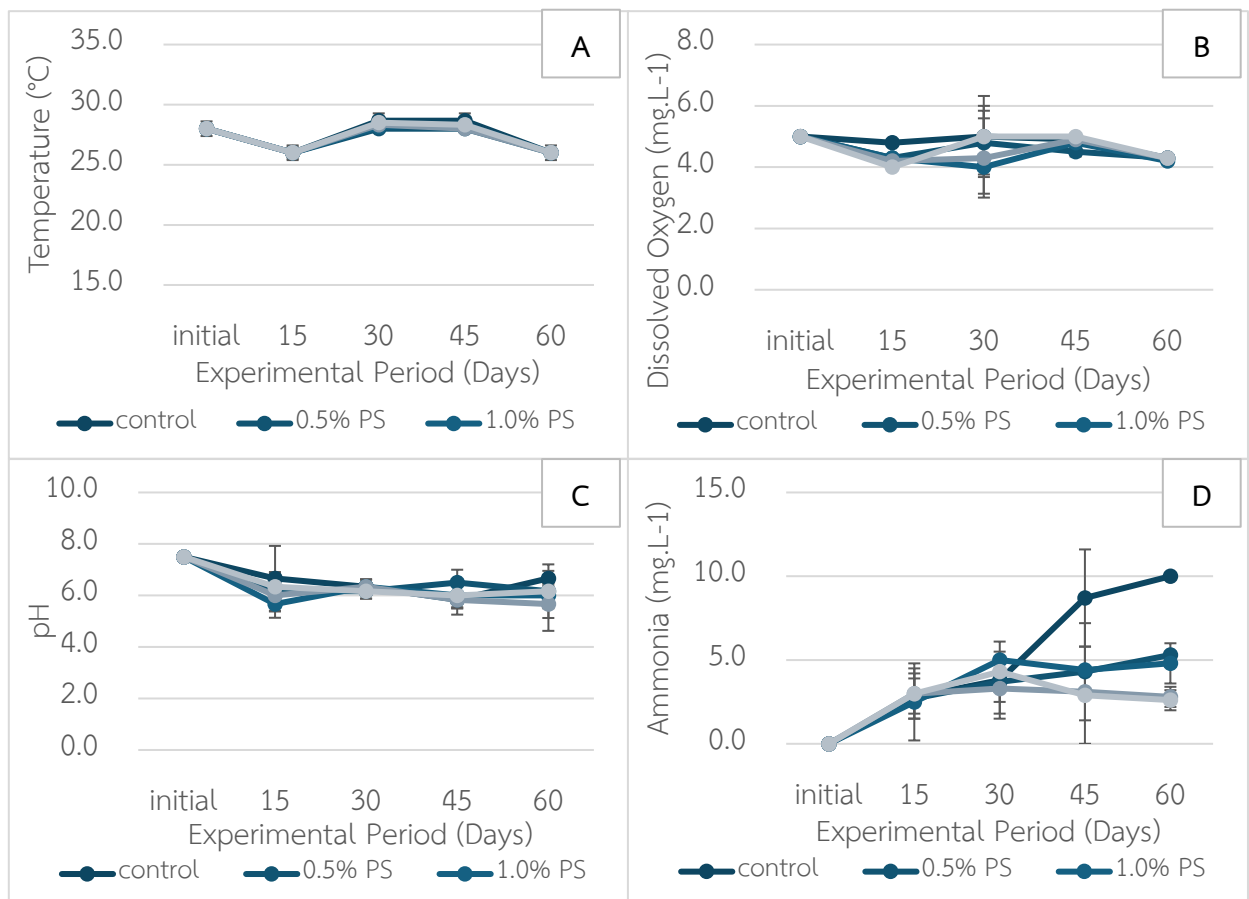


Figure 2 Effects of diet probiotic supplementation (PS) on water quality parameters in 60 days experimental period. A: Temperature, B: Dissolved oxygen (DO), C: pH, D: Ammonia.

**Table 3** Some water quality parameters of climbing perch after 60 days experimental period.

Treatments	Temperature (°C)	DO (mg.L ⁻¹)	pH	Ammonia (mg.L ⁻¹)
control	26.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	7.0±1.3 ^a	10±0.0 ^a
0.5% PS	26.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	6.7±0.6 ^a	5.0±0.0 ^b
1.0% PS	26.0±0.0 ^a	3.0±0.1 ^a	6.7±0.3 ^a	3.7±1.2 ^b
1.5% PS	26.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	6.5±0.5 ^a	2.7±0.6 ^c
2.0% PS	26.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	6.2±0.3 ^a	2.6±0.6 ^c

Note PS: probiotic supplementation, DO: Dissolved oxygen, pH: potential of Hydrogen ion

Mean±SD (n=3). Different letters in column indicate significant difference (P<0.05)

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการเสริมโพรไบโอติกในอาหารสำเร็จรูปที่ระดับต่างๆ ต่อการเลี้ยงปลาหมอไทยเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาทั้งด้านการเจริญเติบโตและด้านคุณภาพน้ำแล้วสรุปได้ว่า การเสริมโพรไบโอติกในอาหารที่ต่ำกว่า 2% ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอไทย แต่การเสริมโพรไบโอติกในอัตราที่ไม่น้อยกว่า 1.5 % ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม จะส่งผลบวกในด้านการปรับปรุงคุณภาพน้ำในสภาวะการเลี้ยงโดยใช้อาหารสำเร็จรูป ทั้งนี้ควรมีการศึกษาต่อไปโดยพิจารณาในระดับชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นโพรไบโอติก ร่วมกับการศึกษาสูตรอาหารแบบต่างๆ ความถี่ในการให้อาหาร อัตราการกินอาหาร และประสิทธิภาพการย่อยอาหาร ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิในการทดลองให้อยู่ในช่วงเหมาะสมจะทำให้ผลการทดลองมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. (2567). สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดประจำปี 2566. กลุ่มสถิติการประมง กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. (2528). คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัย ทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ: กรุงเทพฯ.
- วาสนา กองสมบัติ นันทพงศ์ คำรังษี และชนกันต์ จิตนัส. (2563). ผลของความถี่ของการให้อาหารผสมโพรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันของปลานิล. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 25(3), 923-935.
- สมพงษ์ สุขชาวษ์ วราภรณ์ สีหาโมก เกศกนก พงษ์พิชิต และคณะ. (2567). คุณสมบัติของแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเพื่อใช้เป็นโพรไบโอติกในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 41(2), 83-96.
- สุบัณฑิต นิมรัตน์ ไตรมาศ บุญไทย และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ไชย. (2552). โพรไบโอติก: อดีต ปัจจุบันและอนาคตของการใช้โพรไบโอติกในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ฉบับพิเศษ. 67-79.
- Azim, M. E. and Little, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture. 283, 29-35.
- Boyd, C. E. (1979). Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn University Press: Alabama.



- Dwiardani, K. H., Prayoko and Rahardja, B. S. (2021). Utilization of *Nitrosomonas* sp. and *Nitrobacter* sp. probiotic towards nitrite and nitrate level in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using aquaponic system. In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 679.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012067>
- Gildberg, A., Mikkelsen, H., Sandaker, E. and Ringo, E. (1997). Probiotic effect of lactic acid bacteria in the feed on growth and survival of fry of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Hydrobiologia*. 352, 279-285.
- Melo-Bolivar, J. F., Ruiz-Pardo, R. Y. and Hume, M. E. (2020). Probiotics for cultured freshwater fish. *Microbiology Australia*. 41(2), 105-108. <https://doi.org/10.1071/MA20026>
- Munir, M. B., Hashim, R., Chai, Y. H., Marsh, T. L. and Nor, S. A. (2016). Dietary prebiotics and probiotics influence growth performance, nutrient digestibility and the expression of immune regulatory genes in snakehead (*Channa striata*) fingerlings. *Aquaculture*. 460, 59-68.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.03.041>
- Nguyen, C. V. (2017). An Overview of Agricultural Pollution in Vietnam: The Aquaculture Sector. World bank group. Washington, D. C.
- Prasad, L., Baghel, D. S. and Kumar, V. (2003). Role and prospect of probiotics use in aquaculture. *Aquaculture*. 4(2), 247-251.
- Rahiman, M., Jesmi, Y., Thomas, A. P. and Abdulla, M. H. (2010). Probiotic effect of *Bacillus* NL110 and *Vibrio* NE17 on the survival, growth performance and immune response of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture research*. 41(9), 120-134. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02473.x>
- Zhai, Q., Wang, H., Tian, F. et al. (2017). Dietary *Lactobacillus plantarum* supplementation decreases tissue lead accumulation and alleviates lead toxicity in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture research*. 48(9): 5,094-5,103. <https://doi.org/10.1111/are.13326>



การท่องเที่ยวเชิงเกษตร: ถอดบทเรียนจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจาก
พระราชดำริสู่การพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนจังหวัดนครพนม

Agritourism: Lessons Learned from Huai Sai Royal Development Study
Center for Community-Based Tourism Development
in Nakhon Phanom Province

ชลิดา ช่วยสุข¹ ปิยะพงษ์ นาไชย^{1*} สุริยันต์ สุรเกรียงไกร¹ ปิยธิดา รัตนราม² และอดิชาติ อุปพงษ์³
Chalida Chuaysook¹ Piyapong Nachai^{1*} Suriyan Surakriangkrai¹ Piyatida Rattanarama² and
³Atichat Uppapong

¹สาขาการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ วิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม
จังหวัดนครพนม 48000 ²สาขาวิชาการจัดการ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม 48000

³สาขาวิชาพื้นฐาน วิทยาลัยอาชีวศึกษา มหาวิทยาลัยนครพนม 48110

*Corresponding author: piyapongtsic@npu.ac.th

Received: date; November 2025 Accepted: date; November 2025 Published: date; December 2025

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถอดบทเรียนจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี และสังเคราะห์เป็นโมเดลสำหรับการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชนในจังหวัดนครพนม การศึกษานี้รวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิชาการ รายงานการศึกษา และสถิติที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการศึกษาดูงานในพื้นที่จริงของศูนย์ห้วยทราย การสังเกตกิจกรรมต่าง ๆ และการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบและผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาตามแนวพระราชดำริ จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิด ผลการศึกษาพบปัจจัยความสำเร็จ 5 ประการของศูนย์ห้วยทราย ได้แก่ การพัฒนาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่สร้างความมั่นคงด้านอาหารก่อน การสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เพิ่มมูลค่าผลผลิต การจัดการทรัพยากรแบบหมุนเวียนที่ใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ การมีส่วนร่วมของชุมชนในทุกขั้นตอน และการเป็นพหิพธันย์มีชีวิตที่ให้การเรียนรู้แบบครบวงจร บทความนี้ได้สังเคราะห์ออกมาเป็น "โมเดลเกษตรนำ ท่องเที่ยวตาม" ที่ประกอบด้วย 5 ส่วน ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่เป้าหมายในจังหวัดนครพนม โดยเฉพาะตำบลท่าค้อ อำเภอเมืองนครพนม ที่เป็นชุมชนท่องเที่ยวที่ได้รับมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนจากกรมการท่องเที่ยวแล้ว และมีศักยภาพด้านอัตลักษณ์วัฒนธรรม เมืองมรดกนครโบราณริมฝั่งโขง โมเดลนี้เน้นการวางรากฐานจากการเกษตรที่เข้มแข็งก่อนแล้วจึงบูรณาการการท่องเที่ยวเข้าไปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและกระจายรายได้สู่ชุมชนอย่างเป็นธรรม ซึ่งสอดคล้องกับบริบทของจังหวัดนครพนมที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์และวัฒนธรรมริมฝั่งโขงเป็นจุดเด่น

คำสำคัญ : การท่องเที่ยวเชิงเกษตร ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย การท่องเที่ยวโดยชุมชน ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง จังหวัดนครพนม



Abstract

This academic article aims to extract lessons learned from the Huai Sai Royal Development Study Center in Phetchaburi Province and synthesize them into a model for developing community-based agritourism in Nakhon Phanom Province. The study compiled information from academic documents, research reports, and relevant statistics, along with field study visits to the Huai Sai Center, observations of various activities, and interviews with staff and experts in royal initiative development. The collected data were then analyzed through content analysis and synthesized into a conceptual framework. The study identified five success factors at the Huai Sai Center: development following the Sufficiency Economy Philosophy that prioritizes food security, innovation creation from local wisdom that adds value to products, circular resource management that utilizes space efficiently, community participation in all stages, and functioning as a living museum providing comprehensive learning. The article synthesized an "Agriculture-First, Tourism-Follows Model" consisting of five bases, which can be applied to target areas in Nakhon Phanom Province, particularly Tha Kho Subdistrict in Mueang Nakhon Phanom District, a community tourism destination that has received the Community-Based Tourism Standard from the Department of Tourism and possesses significant potential in the cultural identity of the ancient Marukanakorn city along the Mekong River. This model emphasizes building a strong agricultural foundation before integrating tourism to create added value and distribute income fairly to communities, which aligns with Nakhon Phanom Province's context characterized by ethnic and cultural diversity along the Mekong River.

Keywords: Agritourism, Huai Sai Royal Development Study Center, Community-Based Tourism, Sufficiency Economy Philosophy, Nakhon Phanom Province

บทนำ

การท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่ผสมผสานกิจกรรมทางการเกษตรเข้ากับประสบการณ์การท่องเที่ยว โดยนักท่องเที่ยวสามารถเรียนรู้และมีส่วนร่วมในวิถีเกษตรกรรมของชุมชน ซึ่งสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกร และส่งเสริมการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น (Flanigan et al., 2015) การท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีความสำคัญในฐานะเครื่องมือพัฒนาเศรษฐกิจชนบทที่ช่วยกระจายรายได้และลดความเหลื่อมล้ำระหว่างเมืองกับชนบท (Barbieri et al., 2016) นอกจากนี้ยังเป็นกลไกสำคัญในการรักษาพื้นที่เกษตรกรรมและส่งเสริมการผลิตอาหารที่ปลอดภัย เนื่องจากเกษตรกรมีแรงจูงใจในการรักษามาตรฐานการผลิตเพื่อตอบสนองความคาดหวังของนักท่องเที่ยว (Tew & Barbieri, 2015) ในประเทศไทย การท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องภายใต้นโยบายการพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการพัฒนา (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2566) ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริทั้ง 6 แห่งทั่วประเทศถือเป็นต้นแบบสำคัญ



ของการพัฒนาแบบบูรณาการที่สามารถถอดบทเรียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้อย่างเหมาะสม (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2566) ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี เป็นหนึ่งในศูนย์ศึกษาการพัฒนาที่มีความโดดเด่นและประสบความสำเร็จสูงในการบูรณาการเกษตรเข้ากับการเรียนรู้และการท่องเที่ยว ศูนย์แห่งนี้ตั้งอยู่บนพื้นที่เสื่อมโทรมเดิม 6,908 ไร่ ที่ได้รับการฟื้นฟูให้กลับมาอุดมสมบูรณ์ด้วยการใช้หญ้าแฝกปรับปรุงคุณภาพดินและต่อยอดสู่เกษตรทฤษฎีใหม่แบบครบวงจร จุดเด่นสำคัญของศูนย์ห้วยทรายประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ ประการแรก การพัฒนาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่เน้นการสร้างควมมั่นคงด้านอาหารและพลังงานในชุมชนเป็นหลักก่อนขยายผลไปสู่กิจกรรมอื่น ประการที่สอง การสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยการนำของเหลือใช้ทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง เช่น ถ่านชีวภาพ ถ่านอัดแท่ง และขนมเค้กชาโคล ซึ่งเป็นตัวอย่างของแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและ Zero Waste ประการที่สาม การจัดการทรัพยากรแบบหมุนเวียนและเกษตรผสมผสานที่ใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด อาทิ การปลูกผักบุ้งหมุนเวียน 24 แปลงใน 24 วัน การเลี้ยงไก่บนพื้น และการปลูกพืชเศรษฐกิจหลากหลายชนิด ประการที่สี่ การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในทุกกระบวนการทั้งการวางแผน การดำเนินงาน และการกระจายผลประโยชน์ และประการสุดท้าย การพัฒนาเป็นพิพิธภัณฑ์มีชีวิตที่ประกอบด้วย 6 ศูนย์เรียนรู้ย่อยครอบคลุมทั้งด้านเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติ และการพัฒนาชุมชน ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งเรียนรู้แบบ One Stop Service สำหรับนักท่องเที่ยวและผู้สนใจจากสถิติผู้เข้าเยี่ยมชมศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายในช่วงปี พ.ศ. 2562–2567 พบว่ามีแนวโน้มที่น่าสนใจดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติผู้เข้าเยี่ยมชมและผู้เข้ารับการอบรมศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปี พ.ศ. 2562–2567

ปี พ.ศ.	จำนวนผู้เยี่ยมชม (คน)	จำนวนผู้เข้ารับการอบรม (คน)
2562	108,459	15,234
2563	42,187	6,892
2564	35,621	5,143
2565	89,234	12,456
2566	156,789	18,923
2567	206,834	23,567

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2568)

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นแนวโน้มที่สำคัญของการเข้าเยี่ยมชมศูนย์ห้วยทราย โดยจำนวนผู้เข้าชมลดลงอย่างมากในช่วงปี พ.ศ. 2563–2564 อันเนื่องมาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ส่งผลกระทบต่อการเดินทางและการจัดกิจกรรม อย่างไรก็ตามหลังจากสถานการณ์คลี่คลายลง จำนวนผู้เข้าชมได้ฟื้นตัวอย่างรวดเร็วและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2567 มีผู้เข้าชมสูงถึง 206,834 คน ซึ่งเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัวเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2562 ก่อนเกิดการแพร่ระบาด สถิติดังกล่าวสะท้อนแนวโน้มการฟื้นตัวอย่างรวดเร็วหลังสถานการณ์โควิด-19



และการเติบโตอย่างต่อเนื่องของผู้สนใจเรียนรู้การพัฒนาตามแนวพระราชดำริ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ดีของการพัฒนาพื้นที่เกษตรกรรมให้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเรียนรู้ที่ยั่งยืน การเลือกศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายเป็นกรณีศึกษาสำหรับการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในจังหวัดนครพนมมีเหตุผลสำคัญ 3 ประการ ประการแรก ทั้งสองพื้นที่มีฐานการเกษตรเป็นหลักของเศรษฐกิจ โดยจังหวัดนครพนมมีพื้นที่ทำการเกษตรกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่จังหวัด คล้ายกับพื้นที่ของศูนย์ห้วยทรายที่เคยเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเสื่อมโทรม ประการที่สอง ทั้งสองพื้นที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดมาหลายชั่วอายุคน จังหวัดนครพนมมีชุมชนหลากหลายกลุ่มชาติพันธุ์ริมฝั่งโขง เช่น ไทยโซ่ ไทกลาง ไทยวน เวียดนาม และลาว ซึ่งแต่ละกลุ่มมีภูมิปัญญาการเกษตรและหัตถกรรมที่เป็นเอกลักษณ์ ในขณะที่ศูนย์ห้วยทรายได้บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นกับเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ได้อย่างลงตัว ประการที่สาม ทั้งสองพื้นที่มีความต้องการพัฒนาการท่องเที่ยวแบบยั่งยืนที่ไม่ทำลายวิถีชีวิตดั้งเดิมแต่สร้างรายได้เสริมให้แก่ชุมชนอย่างเป็นธรรม ซึ่งสอดคล้องกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่เป็นแนวทางการพัฒนาของศูนย์ห้วยทราย การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในจังหวัดนครพนมเผชิญกับความท้าทายสำคัญหลายประการ ประการแรก การขาดรูปแบบและแนวทางการพัฒนาที่ชัดเจน ส่งผลให้ชุมชนต่าง ๆ พัฒนาการท่องเที่ยวด้วยวิธีการที่ขาดการวางแผนเชิงระบบและไม่สามารถสร้างความแตกต่างเพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประการที่สอง การกระจายรายได้จากการท่องเที่ยวไม่เท่าเทียม โดยมีเกษตรกรที่อยู่ที่อยู่ประกอบการรายใหญ่และไม่ซึมซับสู่เกษตรกรในชุมชนอย่างเป็นธรรม ประการที่สาม การขาดองค์ความรู้ในการบูรณาการการเกษตรเข้ากับการท่องเที่ยวอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้กิจกรรมการท่องเที่ยวไม่สามารถเชื่อมโยงกับฐานการเกษตรที่เข้มแข็ง ประการสุดท้าย การขาดการสนับสนุนด้านโครงสร้างพื้นฐานและการตลาด ทำให้ผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนยังไม่สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างเต็มศักยภาพ บทความวิชาการนี้จึงมุ่งถอดบทเรียนจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายเพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่เหมาะสมกับบริบทของตำบลท่าค้อ อำเภอเมืองนครพนม ซึ่งเป็นชุมชนท่องเที่ยวที่ได้รับมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนจากกรมการท่องเที่ยวแล้ว และสามารถแก้ไขปัญหาล่าช้าได้อย่างเป็นรูปธรรม ในการจัดทำบทความวิชาการนี้ ผู้เขียนได้ศึกษาดูงานพื้นที่จริงของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี เพื่อสังเกตกิจกรรมและแนวทางการดำเนินงานต่าง ๆ พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิชาการ รายงานการศึกษา บทความวิชาการ และสถิติที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ รวมถึงการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบและผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาตามแนวพระราชดำริ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชนในจังหวัดนครพนมได้อย่างเหมาะสม

การทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

การท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างภาคเกษตรกรรมและภาคการท่องเที่ยว โดย Flanigan และคณะ (2015) ได้ให้คำนิยามว่าเป็นกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ เรียนรู้ หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเกษตร ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การเยี่ยมชมฟาร์ม การเก็บเกี่ยวผลผลิต การเรียนรู้กระบวนการผลิต ไปจนถึงการพักผ่อนในฟาร์ม แนวคิดนี้สอดคล้องกับ Barbieri และคณะ (2016) ที่เน้นว่าการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นกลยุทธ์การกระจายรายได้ของเกษตรกรที่ช่วยเพิ่มความมั่นคงทางเศรษฐกิจและลดความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาผลผลิต Tew และ Barbieri (2015) ได้ชี้ให้เห็นว่าการท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีบทบาทสำคัญในการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งช่วยส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับระบบอาหารและ



กระบวนการผลิตทางการเกษตร นักท่องเที่ยวที่เข้าร่วมกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีแนวโน้มที่จะตระหนักถึงคุณค่าของอาหารและเกษตรกรรมมากขึ้น รวมถึงมีความเต็มใจที่จะจ่ายในราคาที่สูงขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและผลดีอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ Sznajder และคณะ (2019) ยังได้เสนอว่าการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาชนบทที่ช่วยรักษามรดกภูมิปัญญาเกษตรกรรม อนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม และสร้างความภาคภูมิใจให้แก่ชุมชนเกษตรกรรม แนวคิดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรจากต่างประเทศเหล่านี้สามารถประยุกต์ใช้กับบริบทไทยได้โดยการผสมผสานกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในประเทศไทยมีความเหมาะสมและยั่งยืนยิ่งขึ้น หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาการท่องเที่ยว หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางการพัฒนาที่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร พระราชทานแก่ปวงชนชาวไทย โดยมีหลักการสำคัญ 3 ประการ คือ ความพอประมาณ ความมีเหตุผล และการมีภูมิคุ้มกัน ภายใต้เงื่อนไขความรู้และคุณธรรม (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) หลักการนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาการท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่ต้องการความสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจและการอนุรักษ์ทรัพยากร Schipmann และ Qaim (2015) ได้ศึกษาพบว่าการพัฒนาการท่องเที่ยวที่ยึดหลักความพอเพียงช่วยลดความเสี่ยงจากการพึ่งพารายได้จากการท่องเที่ยวมากเกินไป และช่วยให้ชุมชนสามารถรักษาวินัยชีวิตดั้งเดิมไว้ได้ แนวคิดนี้สอดคล้องกับการพัฒนาตามแนวพระราชดำริที่เน้นการพัฒนาเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนก่อนแล้วจึงค่อยๆ ไปสู่การพัฒนาในระดับที่สูงขึ้น ดังพระราชดำรัสที่ว่า "การพัฒนาจะต้องเป็นไปตามภูมิประเทศทางภูมิศาสตร์และภูมิประเทศทางสังคมศาสตร์" ซึ่งหมายความว่าต้องเข้าใจบริบทของพื้นที่และความต้องการที่แท้จริงของประชาชนก่อนที่จะดำเนินการพัฒนา (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2566) การบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการท่องเที่ยวเชิงเกษตรจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับบริบทของจังหวัดนครพนมที่มีฐานการเกษตรเข้มแข็งและต้องการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งตำบลท่าค้อที่มีชุมชนเข้มแข็งและได้รับการรับรองมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนแล้ว ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริกับการเป็นแหล่งเรียนรู้ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริทั้ง 6 แห่ง ได้แก่ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน (ฉะเชิงเทรา) ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย (เพชรบุรี) ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน (จันทบุรี) ศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพาน (สกลนคร) ศูนย์ศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ (เชียงใหม่) และศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิภพทอง (นราธิวาส) ถูกจัดตั้งขึ้นตามแนวพระราชดำริเพื่อทำหน้าที่เป็น "พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติที่มีชีวิต" (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2566) วัตถุประสงค์หลักของศูนย์ศึกษาการพัฒนาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ การศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิจัยเพื่อหาแนวทางพัฒนาที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม การแลกเปลี่ยนสื่อสารระหว่างนักวิชาการ นักปฏิบัติ และประชาชน การพัฒนาแบบผสมผสานตามแนวคิดสหวิทยาการ การประสานงานระหว่างส่วนราชการ และการเป็นศูนย์บริการแบบเบ็ดเสร็จ (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2566) แนวคิดการเป็นศูนย์บริการแบบเบ็ดเสร็จนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Richards (2021) เกี่ยวกับการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบครบวงจรที่ช่วยให้ผู้เข้าชมได้รับความรู้รอบด้านในพื้นที่เดียว หลักการและแนวทางการดำเนินงานของศูนย์ศึกษาการพัฒนาสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาพื้นที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชนในพื้นที่ต่าง ๆ รวมถึงตำบลท่าค้อ อำเภอเมืองนครพนม ที่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรมและการเกษตรริมฝั่งโขง การท่องเที่ยวโดยชุมชนและการมีส่วนร่วม การท่องเที่ยวโดยชุมชนเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่ชุมชนมีส่วนร่วมในการวางแผน บริหารจัดการ และได้รับผลประโยชน์จากการท่องเที่ยว โดย UNWTO (2023) ได้กำหนดกรอบแนวคิดว่าการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้องมีลักษณะสำคัญคือชุมชนเป็นเจ้าของและผู้ตัดสินใจ รายได้กระจายสู่คนในพื้นที่อย่างเป็นธรรม และมีการอนุรักษ์ทรัพยากรทาง

วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมควบคู่กัน แนวคิดนี้สอดคล้องกับ Goodwin และ Santilli (2020) ที่เน้นว่าการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่ประสบความสำเร็จต้องสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนสามารถควบคุมทิศทางการพัฒนาได้ด้วยตนเองและลดการรั่วไหลของรายได้ออกนอกพื้นที่ Tasci และคณะ (2023) ได้อธิบายว่าการมีส่วนร่วมของชุมชนในทุกขั้นตอนตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงาน และการประเมินผล เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของและความมุ่งมั่นในการรักษาทรัพยากรที่สร้างรายได้ให้แก่ชุมชน เมื่อชุมชนได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสมและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการท่องเที่ยว จะช่วยสร้างประสบการณ์ที่มีความแท้จริง สนับสนุนการอนุรักษ์วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสริมสร้างพลังให้แก่ชุมชนในการเป็นเจ้าของและบริหารจัดการการท่องเที่ยวด้วยตนเอง แนวคิดการท่องเที่ยวโดยชุมชนสากลนี้เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับบริบทไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ตำบลท่าค้อที่ได้รับมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนแล้ว จะช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและทำให้การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

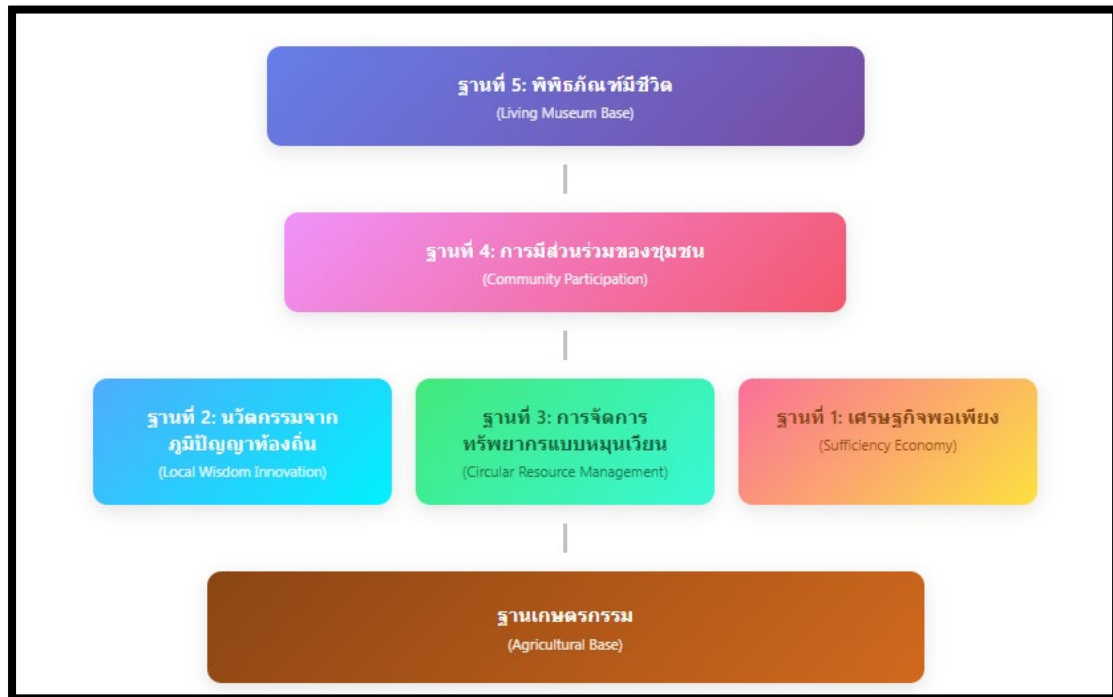
การวิเคราะห์และสังเคราะห์

บทเรียนจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการพัฒนาแบบบูรณาการที่ใช้การเกษตรเป็นฐานแล้วต่อยอดสู่การเป็นแหล่งเรียนรู้และแหล่งท่องเที่ยว จากการศึกษาดูงานพบว่าศูนย์แห่งนี้มีจุดเด่นสำคัญหลายประการที่สามารถถอดเป็นบทเรียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชน การพัฒนาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ศูนย์ห้วยทรายได้นำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโดยเริ่มจากการจัดการดิน น้ำ ป่า อย่างเป็นระบบก่อน จากนั้นจึงต่อยอดสู่การทำเกษตรผสมผสานในรูปแบบ "ทำน้อยได้มาก" ซึ่งเป็นหัวใจของเกษตรทฤษฎีใหม่ แนวทางนี้สะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาที่เป็นไปตามขั้นตอน โดยสร้างความเข้มแข็งด้านการเกษตรให้มั่นคงก่อนแล้วจึงขยายผลไปสู่กิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวพระราชดำริที่ว่าพัฒนาต้องทำให้ชุมชนมีความเข้มแข็งก่อนแล้วจึงพัฒนาต่อไปให้ประชาชนสามารถพึ่งตนเองได้ การสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น สิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งคือการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นนวัตกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม เช่น การผลิตถ่านชีวภาพแล้วแปรรูปเป็นถ่านอัดแท่ง ก้อนดุกกลิน และขนมเค้กชาโคล ซึ่งเป็นการต่อยอดจากของเหลือใช้ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ แนวคิดนี้สอดคล้องกับหลักการ Zero Waste และ Green Project ที่เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและไม่เหลือของเสียให้สิ้นเปลือง ซึ่ง Duxbury และคณะ (2020) ได้ชี้ให้เห็นว่าการสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรท้องถิ่นเป็นกลยุทธ์สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจสร้างสรรค์ที่ยั่งยืน การจัดการทรัพยากรแบบหมุนเวียน ศูนย์ห้วยทรายได้นำหลักการปลูกหมุนเวียนและผสมผสานมาใช้อย่างเป็นระบบ เช่น การปลูกผักบุ้งหมุนเวียน 24 แปลงในรอบ 24 วัน การปลูกอ้อยเพื่อขายลำและแปรรูป การเลี้ยงไก่บนพื้น การปลูกผักบนโต๊ะ และการปลูกไม้ผลร่วมกับไม้เศรษฐกิจ ทั้งหมดนี้สะท้อนถึงการจัดการพื้นที่อย่างชาญฉลาดที่ใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนที่ OECD (2022) ได้เน้นย้ำว่าเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาอย่างยั่งยืน การมีส่วนร่วมของชุมชน การบริหารจัดการของศูนย์ห้วยทรายเปิดโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ทั้งการวางแผน การดูแลทรัพยากร และการจัดการผลผลิต ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างภาครัฐกับประชาชนและสร้างความเป็นเจ้าของร่วมในพื้นที่พัฒนา แนวทางนี้ถือเป็นปัจจัยสำคัญของความยั่งยืนในระยะยาวตามที่ Tasci และคณะ (2023) ได้กล่าวไว้ว่าการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นหัวใจสำคัญของการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่ประสบความสำเร็จ การเป็นพหิภาคีที่มีชีวิต ศูนย์ห้วยทรายทำหน้าที่เป็น "พหิภาคีที่มีชีวิต" ที่ประกอบด้วย 6 ศูนย์เรียนรู้ย่อยครอบคลุมทั้งเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติ และการพัฒนาชุมชน ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้แบบ One Stop Service ที่ทุกภาค

ส่วนสามารถเข้ามาเรียนรู้และนำกลับไปปรับใช้ได้จริง แนวคิดนี้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาที่ต้องการเป็นศูนย์บริการแบบเบ็ดเสร็จที่ผู้สนใจหรือเกษตรกรจะได้รับความรู้รอบด้านและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที การสังเคราะห์โมเดลการท่องเที่ยวเชิงเกษตร จากการศึกษาและถอดบทเรียนจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายสามารถสังเคราะห์ออกมาเป็น "โมเดลเกษตรนำ ท่องเที่ยวตาม" (Agriculture-First Agritourism Model) ซึ่งประกอบด้วย 5 ฐานที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด: โมเดลเกษตรนำ ท่องเที่ยวตาม (Agriculture-First Agritourism Model)



ฐานที่ 1 ฐานเศรษฐกิจพอเพียง (Sufficiency Economy Base) เป็นรากฐานสำคัญที่สุดของโมเดลนี้ โดยยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่ประกอบด้วยความพอประมาณ ความมีเหตุผล และการมีภูมิคุ้มกัน ภายใต้เงื่อนไขความรู้และคุณธรรม ฐานนี้เน้นการพัฒนาระบบเกษตรกรรมให้มั่นคงก่อนโดยเริ่มจากการจัดการดิน น้ำ ป่า อย่างเป็นระบบแล้วค่อยยกระดับสู่เกษตรทฤษฎีใหม่แบบ "ทำน้อยได้มาก" หลักการสำคัญคือการสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนสามารถพึ่งตนเองได้ก่อนที่จะขยายผลไปสู่กิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวพระราชดำริที่เน้นการพัฒนาตามขั้นตอนและความพร้อมของพื้นที่

ฐานที่ 2 ฐานนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น (Local Wisdom Innovation Base) เป็นการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นนวัตกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลผลิตทางการเกษตร ฐานนี้ยึดหลักการ Zero Waste และ Green Project ที่เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและไม่เหลือของเสีย ตัวอย่างจากศูนย์ห้วยทรายคือการผลิตถ่านชีวภาพแล้วแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลาย เช่น ถ่านอัดแท่ง ก้อนดูดกลิ่น และขนมเค้กชาโคล ซึ่งเป็นการต่อยอดจากของเหลือใช้ให้กลายเป็นสินค้าที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและสร้างเอกลักษณ์ให้แก่พื้นที่

ฐานที่ 3 ฐานการจัดการทรัพยากรแบบหมุนเวียน (Circular Resource Management Base) เป็นการนำหลักการปลูกหมุนเวียนและผสมผสานมาใช้อย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากพื้นที่โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ฐานนี้เน้นการจัดการพื้นที่อย่างชาญฉลาดผ่านการปลูกพืชหมุนเวียน การทำเกษตรผสมผสาน และการใช้ประโยชน์จาก



ทรัพยากรอย่างครบวงจร ตัวอย่างจากศูนย์ห้วยทราย ได้แก่ การปลูกผักบึงหมื่นเวียน 24 แปลงใน 24 วัน การปลูกอ้อยเพื่อขายลำและแปรรูป และการปลูกไม้ผลร่วมกับไม้เศรษฐกิจ

ฐานที่ 4 ฐานการมีส่วนร่วมของชุมชน (Community Participation Base) เป็นหัวใจสำคัญที่เชื่อมโยงทุกฐานเข้าด้วยกัน โดยเปิดโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงาน การดูแลทรัพยากร และการจัดการผลผลิต ฐานนี้สร้างการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชน รวมถึงสร้างความรู้สึกร่วมเป็นเจ้าของในพื้นที่พัฒนา ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความมุ่งมั่นในการรักษาทรัพยากรและความยั่งยืนในระยะยาว

ฐานที่ 5 ฐานพิพิธภัณฑ์มีชีวิต (Living Museum Base) เป็นฐานสูงสุดที่บูรณาการทุกฐานเข้าด้วยกันเพื่อพัฒนาพื้นที่ให้เป็นแหล่งเรียนรู้แบบ One Stop Service ที่นักท่องเที่ยวสามารถเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงในทุกมิติ ฐานนี้เปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรมให้กลายเป็น “พิพิธภัณฑ์มีชีวิต” ที่ครอบคลุมทั้งเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติ และการพัฒนาชุมชน โดยนักท่องเที่ยวสามารถสัมผัสวิถีชีวิต มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเกษตร เรียนรู้การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และรับรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นได้อย่างครบถ้วน

การบูรณาการโมเดล 5 ฐาน

การบูรณาการโมเดล 5 ฐานนี้แสดงให้เห็นว่าการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ประสบความสำเร็จต้องพัฒนาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจากฐานล่างขึ้นสู่ฐานบน โดยฐานเศรษฐกิจพอเพียงทำหน้าที่เป็นรากฐานที่มั่นคงให้แก่ทั้งระบบ เมื่อฐานการเกษตรเข้มแข็งแล้วจึงสามารถต่อยอดสู่การสร้างนวัตกรรมและการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ฐานการมีส่วนร่วมของชุมชนทำหน้าที่เชื่อมโยงทุกฐานเข้าด้วยกันและสร้างความยั่งยืนในระยะยาว ท้ายที่สุดฐานพิพิธภัณฑ์มีชีวิตจะเป็นผลลัพธ์สูงสุดที่บูรณาการการเกษตรเข้ากับการท่องเที่ยวอย่างสมบูรณ์ หลักการสำคัญของโมเดลนี้คือ “เกษตรนำ ท่องเที่ยวตาม” ซึ่งหมายความว่า การท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ยั่งยืนต้องวางรากฐานจากการเกษตรที่เข้มแข็งก่อนแล้วจึงบูรณาการการท่องเที่ยวเข้าไปเป็นกิจกรรมเสริมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม มิใช่การพัฒนาการท่องเที่ยวโดยละเลยฐานการเกษตรซึ่งอาจนำไปสู่ความไม่ยั่งยืนและการสูญเสียอัตลักษณ์ของชุมชนเกษตรกรรม แนวทางนี้สอดคล้องกับ Flanigan และคณะ (2015) ที่พบว่า การท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ประสบความสำเร็จต้องรักษาสมดุลระหว่างกิจกรรมการเกษตรและกิจกรรมการท่องเที่ยว

การประยุกต์ใช้โมเดลกับจังหวัดนครพนม

ตำบลท่าค้อ อำเภอเมืองนครพนม มีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำโมเดลเกษตรนำ ท่องเที่ยวตามมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความพร้อมและศักยภาพหลายประการ ประการแรก ตำบลท่าค้อเป็นชุมชนท่องเที่ยวที่ได้รับมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนจากกรมการท่องเที่ยวแล้ว แสดงให้เห็นว่าชุมชนมีความเข้มแข็งและพร้อมในการรองรับนักท่องเที่ยวตามมาตรฐานที่กำหนด ประการที่สอง พื้นที่มีอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่โดดเด่นในฐานะเมืองมรดกนครโบราณริมฝั่งโขง ซึ่งเป็นจุดขายสำคัญที่สามารถบูรณาการเข้ากับการท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้อย่างลงตัว ประการที่สาม ชุมชนในตำบลท่าค้อมีฐานการเกษตรที่เข้มแข็ง มีภูมิปัญญาการทำนา การปลูกพืชสวน และการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่สืบทอดมาหลายชั่วอายุคน เมื่อนำแนวคิดจากต่างประเทศมาประยุกต์ใช้กับบริบทของตำบลท่าค้อพบว่าแนวคิดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่เน้นการสร้างประสบการณ์และการมีส่วนร่วมของนักท่องเที่ยวสามารถผสมผสานกับวิถีชีวิตริมฝั่งโขงและอัตลักษณ์วัฒนธรรมมรดกนครได้อย่างกลมกลืน โดยการพัฒนาสามารถดำเนินการตามโมเดล 5 ฐานดังนี้



สำหรับฐานที่ 1 ฐานเศรษฐกิจพอเพียง ชุมชนควรเริ่มจากการพัฒนาระบบเกษตรกรรมให้มั่นคงตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรทฤษฎีใหม่ โดยเฉพาะการจัดการทรัพยากรดินและน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงอย่างเหมาะสม เน้นการสร้าง ความมั่นคงด้านอาหารในครัวเรือนก่อนแล้วจึงค่อยต่อยอดสู่การผลิตเพื่อจำหน่าย

สำหรับฐานที่ 2 ฐานนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ควรส่งเสริมให้ชุมชนนำภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในตำบลท่าค้อมาพัฒนาเป็นนวัตกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม เช่น การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรตามตำรับโบราณของเมืองมรุกขนคร การผลิตสมุนไพรท้องถิ่น การทำหัตถกรรมจากวัสดุธรรมชาติ หรือการพัฒนาอาหารพื้นถิ่นที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ ซึ่งจะช่วยสร้างความแตกต่างและดึงดูดนักท่องเที่ยวที่สนใจวัฒนธรรมท้องถิ่น

สำหรับฐานที่ 3 ฐานการจัดการทรัพยากรแบบหมุนเวียน ควรส่งเสริมการทำเกษตรผสมผสานและการปลูกพืชหมุนเวียนที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและดินของพื้นที่ริมฝั่งโขง การใช้ประโยชน์จากพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงการนำของเหลือใช้ทางการเกษตรมาสร้างมูลค่าตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน

สำหรับฐานที่ 4 ฐานการมีส่วนร่วมของชุมชน ตำบลท่าค้อมีความได้เปรียบในเรื่องนี้เป็นชุมชนท่องเที่ยวที่ได้รับมาตรฐานแล้ว แสดงว่ามีกลไกการมีส่วนร่วมของชุมชนที่ดีอยู่แล้ว ควรพัฒนาต่อยอดโดยการเสริมสร้างความรู้และทักษะด้านการท่องเที่ยวเชิงเกษตร การจัดการกลุ่มหรือสหกรณ์เพื่อบริหารจัดการผลประโยชน์อย่างเป็นธรรม และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างชุมชนกับภาครัฐและภาคเอกชน

สำหรับฐานที่ 5 ฐานพิพิธภัณฑ์มีชีวิต ควรพัฒนาตำบลท่าค้อให้เป็น "พิพิธภัณฑ์มีชีวิต" ที่นักท่องเที่ยวสามารถเรียนรู้ทั้งวิถีเกษตรกรรมและวัฒนธรรมเมืองมรุกขนครโบราณผ่านประสบการณ์จริง การออกแบบเส้นทางการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงพื้นที่เกษตรกรรม แหล่งโบราณคดี วัดวาอาราม และแหล่งภูมิปัญญาท้องถิ่น จะช่วยสร้างประสบการณ์ที่หลากหลายและมีความหมายให้แก่นักท่องเที่ยว การท่องเที่ยวเชิงเรียนรู้ (Learning Tourism) ตามแนวคิดของโมเดลนี้เหมาะสมอย่างยิ่งกับบริบทของตำบลท่าค้อที่มีทั้งความหลากหลายทางวัฒนธรรมและความเข้มแข็งด้านการเกษตร นักท่องเที่ยวสามารถเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงในพื้นที่เกษตรกรรมของชุมชน ซึ่งมีเอกลักษณ์และภูมิปัญญาที่เป็นมรดกของเมืองมรุกขนครโบราณ การพัฒนาในลักษณะนี้จะช่วยกระจายผลประโยชน์สู่ชุมชนอย่างทั่วถึงและส่งเสริมการอนุรักษ์วัฒนธรรมท้องถิ่นไปพร้อมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Phelan และ Sharpley (2021) ที่เน้นว่าการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ประสบความสำเร็จต้องสร้างคุณค่าที่แท้จริงให้แก่ทั้งนักท่องเที่ยวและชุมชนเจ้าบ้าน

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อสรุป

ภาพที่ 2 แผนภาพโมเดลเกษตรน้ำ ท่องเที่ยวตาม แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฐานต่าง ๆ



การถอดบทเรียนจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริได้ให้ข้อค้นพบสำคัญสำหรับการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชน หลักการสำคัญที่สุดคือการวางรากฐานด้านการเกษตรให้มั่นคงก่อนแล้วจึงบูรณาการการท่องเที่ยวเข้าไปเป็นกิจกรรมเสริมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม แนวทางนี้สอดคล้องกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่เน้นการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอนและมีความพอประมาณ โมเดลเกษตรน้ำ ท่องเที่ยวตามที่สังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วย 5 ฐานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ได้แก่ ฐานเศรษฐกิจพอเพียงที่เน้นความสมดุลและความยั่งยืน ฐานนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต ฐานการจัดการทรัพยากรแบบหมุนเวียนที่ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ฐานการมีส่วนร่วมของชุมชนในทุกขั้นตอนของการพัฒนา และฐานพิพิธภัณฑ์มีชีวิตที่ให้ผู้มาเยือนเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง สำหรับตำบลท่าค้อ อำเภอเมืองนครพนม ซึ่งเป็นชุมชนท่องเที่ยวที่ได้รับมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนจากกรมการท่องเที่ยวและมีอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมเมืองมรุกขนครโบราณริมฝั่งโขง โมเดลนี้สามารถนำมาปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมผ่านการพัฒนาชุมชนเกษตรกรรมให้เป็นแหล่งเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การส่งเสริมการสร้างมูลค่าเพิ่มจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนากิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงประสบการณ์ที่สะท้อนอัตลักษณ์ของชุมชน ทั้งหมดนี้จะช่วยให้การท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลท่าค้อเกิดความยั่งยืนทั้งในมิติเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม

ข้อค้นพบหลัก (Key Findings)

จากการศึกษาได้ข้อค้นพบหลัก 3 ประการดังนี้

1. ปัจจัยความสำเร็จ 5 ด้าน การศึกษาพบว่าศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายประสบความสำเร็จเนื่องจากมีการพัฒนาครบทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจพอเพียง ด้านนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านการจัดการทรัพยากรแบบหมุนเวียน ด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน และด้านพิพิธภัณฑ์มีชีวิต โดยการพัฒนาเป็นไปตามลำดับขั้นตอนและมีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ด้านเหล่านี้ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ แต่ต้องบูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความยั่งยืน
2. หลักการ "เกษตรนำ ท่องเที่ยวตาม" การท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ยั่งยืนต้องวางรากฐานจากการเกษตรที่เข้มแข็งก่อนแล้วจึงบูรณาการการท่องเที่ยวเข้าไปเป็นกิจกรรมเสริม มิใช่การพัฒนาการท่องเที่ยวโดยละเลยฐานการเกษตร ซึ่งอาจนำไปสู่ความไม่ยั่งยืนและการสูญเสียอัตลักษณ์ของชุมชนเกษตรกรรม หลักการนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอนและให้ความสำคัญกับฐานการเกษตรก่อนเสมอ
3. ความเชื่อมโยงระหว่างการฟื้นฟูทรัพยากร-เกษตร-การท่องเที่ยว การศึกษาพบว่าการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่สุด เมื่อทรัพยากรมีความอุดมสมบูรณ์แล้วจึงสามารถพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืน และเมื่อการเกษตรเข้มแข็งแล้วจึงสามารถต่อยอดสู่การท่องเที่ยวเชิงเรียนรู้ที่สร้างมูลค่าเพิ่มได้อย่างเป็นธรรมชาติ ความเชื่อมโยงแบบเป็นระบบนี้เป็นกุญแจสำคัญของความยั่งยืนและเป็นบทเรียนสำคัญที่ตำบลท่าค้อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการนำโมเดลเกษตรนำ ท่องเที่ยวตามไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชนตำบลท่าค้อ อำเภอเมืองนครพนม มีข้อเสนอแนะสำคัญหลายประการดังนี้

ในด้านการพัฒนาฐานการเกษตร ชุมชนควรเริ่มจากการพัฒนาระบบเกษตรกรรมให้มีความมั่นคงก่อนโดยนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรทฤษฎีใหม่มาประยุกต์ใช้ รวมถึงการจัดการดิน น้ำ และทรัพยากรธรรมชาติอย่างเป็นระบบ เมื่อฐานการเกษตรมีความเข้มแข็งแล้วจึงค่อยต่อยอดสู่การท่องเที่ยว ควรมีการสำรวจและประเมินศักยภาพของพื้นที่เกษตรกรรมในชุมชนเพื่อวางแผนการพัฒนาอย่างเหมาะสม

ในด้านการสร้างมูลค่าเพิ่ม ควรส่งเสริมให้ชุมชนพัฒนานวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยนำแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและ Zero Waste มาประยุกต์ใช้ การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรและการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้สามารถสร้างรายได้เสริมและลดการสูญเสียทรัพยากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สะท้อนอัตลักษณ์ของเมืองมรุกขนครจะช่วยสร้างความแตกต่างและดึงดูดนักท่องเที่ยวได้มากยิ่งขึ้น

ในด้านการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ ควรพัฒนาชุมชนเกษตรกรรมตำบลท่าค้อให้เป็น "พิพิธภัณฑ์มีชีวิต" ที่นักท่องเที่ยวสามารถเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงทั้งด้านเกษตรกรรมและวัฒนธรรม โดยจัดทำเส้นทางการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงพื้นที่เกษตรกรรม แหล่งโบราณคดี และแหล่งภูมิปัญญาท้องถิ่น พร้อมทั้งพัฒนาวิทยากรท้องถิ่นที่สามารถถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์แก่ผู้มาเยือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน ควรส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการพัฒนาตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงาน และการประเมินผล เพื่อสร้างความรู้สึกรับผิดชอบและความมุ่งมั่นในการรักษาทรัพยากร รวมถึงการจัดตั้งกลไกการกระจายผลประโยชน์ที่เป็นธรรมแก่สมาชิกในชุมชน ควรใช้ประโยชน์จากการที่ชุมชนได้รับมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนแล้วเป็นจุดแข็งในการพัฒนาต่อยอด

ในด้านการประสานงานและบูรณาการ ควรส่งเสริมความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชนในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยนำแนวทางการประสานงานของศูนย์ศึกษาการพัฒนาที่มีการบูรณาการหน่วยงานต่าง ๆ มากกว่า 10 กรมมาเป็นต้นแบบ การสร้างเครือข่ายความร่วมมือที่แข็งแกร่งจะช่วยให้การพัฒนาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ข้อจำกัดในการนำไปใช้ แม้ว่าโมเดลที่พัฒนาขึ้นจะมีความเหมาะสมกับบริบทของตำบลท่าค้อ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ ความแตกต่างของบริบทพื้นที่ระหว่างศูนย์ห้วยทรายในภาคกลางกับตำบลท่าค้อในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศและลักษณะดินที่แตกต่างกัน ความพร้อมด้านงบประมาณและบุคลากรของชุมชน และระยะเวลาในการพัฒนาที่อาจต้องใช้เวลาหลายปีจึงจะเห็นผลชัดเจน การนำไปปรับใช้จึงต้องคำนึงถึงบริบทเฉพาะของพื้นที่และมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม

องค์ความรู้ใหม่และการนำไปใช้ประโยชน์

องค์ความรู้ใหม่

บทความวิชาการนี้ได้นำเสนอ "โมเดลเกษตรนำ ท่องเที่ยวตาม" (Agriculture-First Agritourism Model) ที่มีลักษณะเฉพาะและแตกต่างจากแนวคิดที่มีอยู่เดิมในหลายประการ กรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นนี้ยึดหลักการ "เกษตรนำ ท่องเที่ยวตาม" ซึ่งหมายความว่า การท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ยั่งยืนต้องวางรากฐานจากการเกษตรที่เข้มแข็งก่อนแล้วจึงบูรณาการการท่องเที่ยวเข้าไปเป็นกิจกรรมเสริม มิใช่การพัฒนาการท่องเที่ยวแล้วหวังว่าจะช่วยพัฒนาการเกษตรตามมา ความแตกต่างสำคัญจากแนวคิดเดิมคือการผสานหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเข้ากับการท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างเป็นระบบ โดยโมเดลนี้เน้นการพัฒนาเป็นขั้นตอนตามความพร้อมของชุมชนและการสร้างความสมดุลระหว่างการพัฒนาศรษฐกิจกับการอนุรักษ์ทรัพยากร ซึ่งเป็นการผสมผสานภูมิปัญญาตะวันออกเข้ากับแนวคิดการท่องเที่ยวสากล นอกจากนี้โมเดลนี้ยังได้บูรณาการแนวคิด "ฟิสิกส์ที่มีชีวิต" เข้ากับการท่องเที่ยวเชิงเรียนรู้ (Learning Tourism) ซึ่งเปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงในพื้นที่เกษตรกรรม มิใช่เพียงการเยี่ยมชมแบบผิวเผิน แนวคิดนี้สามารถสร้างประสบการณ์ที่มีความหมายและมูลค่าเพิ่มให้แก่นักท่องเที่ยว ขณะเดียวกันก็ช่วยถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นและสร้างความภาคภูมิใจให้แก่ชุมชน

การนำไปใช้ประโยชน์

โมเดลเกษตรนำ ท่องเที่ยวตามที่พัฒนาขึ้นจากการถอดบทเรียนศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชนในพื้นที่อื่น ๆ ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนที่มีฐานการเกษตรที่หลากหลายและมีภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถพัฒนาเป็นจุดขายด้านการท่องเที่ยว สำหรับหน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบด้านการพัฒนาการท่องเที่ยวและการเกษตร โมเดลนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ยั่งยืน โดยเน้นการสร้างความเข้มแข็งให้ฐานการเกษตรก่อนแล้วจึงค่อยๆ พัฒนาสู่การท่องเที่ยว สำหรับชุมชนที่ต้องการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยเฉพาะตำบลท่าค้อที่ได้รับมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชนแล้ว บทเรียนจากศูนย์ห้วยทรายให้แนวทางที่ชัดเจนในการดำเนินการเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การพัฒนากระบวนเกษตรกรรม การสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น การจัดทำแหล่งเรียนรู้ ไปจนถึงการพัฒนากิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงประสบการณ์ ชุมชนสามารถนำแนวทางเหล่านี้ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของตนเอง สำหรับนักวิชาการและนักวิจัย โมเดลนี้สามารถใช้เป็นฐานในการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในบริบทของประเทศไทย รวมถึงการพัฒนาตัวชี้วัดความสำเร็จและความยั่งยืนของการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชน



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2566). แผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2566–2570). กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2566). ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. สำนักงาน กปร.
- สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2568). สถิติผู้เข้าเยี่ยมชมศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. สำนักงาน กปร.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- Barbieri, C., Xu, S., Gil-Arroyo, C., & Rich, S. R. (2016). Agritourism, farm visit, or...? A branding assessment for recreation on farms. *Journal of Travel Research*, 55(8), 1094–1108.
- Duxbury, N., Carvalho, C., & Vinagre de Castro, T. (2020). *Cultural sustainability, art and community engagement*. Routledge.
- Flanigan, S., Blackstock, K., & Hunter, C. (2015). Generating public and private benefits through understanding what drives different types of agritourism. *Journal of Rural Studies*, 41, 129–141.
- Goodwin, H., & Santilli, R. (2020). *Community-based tourism: A success? Responsible Tourism Partnership*.
- OECD. (2022). *Local cultural and creative economies: Strategies for sustainable development*. OECD Publishing.
- Phelan, C., & Sharpley, R. (2021). Exploring entrepreneurial skills and competencies in farm tourism. *Journal of Rural Studies*, 84, 79–90.
- Richards, G. (2021). *Rethinking cultural tourism: New perspectives on theory and practice*. Edward Elgar Publishing.
- Schipmann, C., & Qaim, M. (2015). Supply chain differentiation and smallholder development: Evidence from Thailand. *Journal of Development Studies*, 51(5), 571–586.
- Sznajder, M., Przeborska, L., & Scrimgeour, F. (2019). *Agritourism* (2nd ed.). CABI.
- Tasci, A. D. A., Semrad, K. J., & Yilmaz, S. S. (2023). *Community-based tourism: Theory and practice*. Emerald Publishing.
- Tew, C., & Barbieri, C. (2015). The perceived benefits of agritourism: The provider's perspective. *Tourism Management*, 33(1), 215–224.
- UNWTO. (2023). *Global report on community-based tourism*. UN World Tourism Organization.



ประสิทธิภาพการจัดการและบำบัดขยะเศษอาหารด้วยระบบหมักแบบการเติมอากาศและควบคุมอุณหภูมิในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ

Efficiency of food waste management and treatment using an aerated and temperature-controlled in-vessel bioreactor composting system

กฤษฎางค์ เสนาวงษ์¹, สมพร เกษแก้ว², ชัยยันต์ จันทร์ศิริ³, กิตติพงษ์ ลาลูน³ และ สุชาติ จันทะทุม^{4*}

Kritsadang Senawong¹, Somporn Katekaew², Chaian Junsiri³, Kittipong Laloon³ and Suchat Juntahum⁴

¹สถาบันการสอนวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

¹General Education Teaching Institute, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

²สาขาวิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

²Department of Biochemistry, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

³สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

³Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

⁴สถาบันวิจัยความมั่นคงด้านอาหาร พลังงาน และน้ำอนุมิภาคลุ่มน้ำโขง มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

⁴GMS Food, Energy, Water Security Research Institute, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

* Corresponding author: jsuchat@kkumail.com

Received: date; December 2025 Accepted: date; December 2025 Published: date; December 2025

บทคัดย่อ

จากปัญห ปริมาณขยะเศษอาหารที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและการจัดการที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ เครื่องหมักเศษอาหารระบบปิดแบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิ การเติมอากาศ และการพลิกกลับกอง โดยเปรียบเทียบกับ การหมักแบบกองปกติ ภายในระยะเวลา 7 วัน ผลการทดลองพบว่าเครื่องหมักสามารถรักษาอุณหภูมิในถังหมักให้อยู่ในช่วง thermophilic ลดความชื้นของวัสดุหมักเหลือร้อยละ 23.5 เพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดเป็นร้อยละ 46.8 และสามารถผลิตวัสดุอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่า 6 มม. ได้ตั้งแต่วันแรกของการหมัก ขณะที่การหมักแบบกองปกติยังคงมีความชื้นสูง (ร้อยละ 50.54) มีอัตราการงอกต่ำ (ร้อยละ 8.16) และพบวัสดุหมักที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์ ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของปุ๋ยพบว่าปุ๋ยจากเครื่องหมักมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวม (NPK) ร้อยละ 3.97 อินทรีย์วัตถุร้อยละ 34.63 และค่า C/N ratio เท่ากับ 13 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์และสูงกว่าการหมักแบบกองปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเครื่องหมักเศษอาหารระบบปิดแบบกึ่งอัตโนมัติมีประสิทธิภาพในการเร่งการย่อยสลาย ลดความชื้น และผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ จึงมีศักยภาพในการนำไปใช้จัดการขยะเศษอาหารที่ต้นทางเพื่อส่งเสริมการหมุนเวียนทรัพยากรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : ขยะเศษอาหาร, เครื่องหมักระบบปิด, การควบคุมสภาวะ, การเติมอากาศ, กำจัดขยะให้เป็นศูนย์



Abstract

Given the continuously increasing amount of food waste and inefficient management practices, this study aimed to evaluate the performance of a prototype semi-automated in-vessel bioreactor composting machine capable of controlling temperature, aeration, and pile turning, in comparison with conventional pile composting over a 7-day period. The results showed that the composting machine effectively maintained thermophilic conditions, reduced the moisture content of the composting material to 23.5%, increased seed germination to 46.8%, and produced organic material with particle sizes smaller than 6 mm from the first day of composting. In contrast, conventional pile composting exhibited a higher moisture content (50.54%), a lower germination rate (8.16%), and incomplete organic matter degradation. Chemical and physical analyses revealed that compost produced by the semi-automated system contained higher total macronutrient content (NPK, 3.97%), organic matter (34.63%), and a favorable C/N ratio of 13, meeting organic fertilizer standards and significantly outperforming conventional composting. These findings demonstrate that a prototype semi-automated in-vessel bioreactor composting system is effective in accelerating food waste decomposition, reducing moisture content, and producing high-quality organic amendment. Therefore, this prototype technology shows strong potential for on-site food waste management, supporting resource recycling and reducing environmental impacts.

Keyword: Food Waste, In-Vessel Composting, Controlled Conditions, Aeration, Zero Waste

บทนำ

การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดในครัวเรือน ชุมชน และสถานศึกษา เป็นหนึ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมสำคัญของหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งมีปริมาณขยะอินทรีย์สูงกว่าร้อยละ 38 ของขยะชุมชนทั้งหมด ตามรายงานของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (เบญจมาศ โชติทอง, 2565) สัดส่วนขยะอินทรีย์ที่สูงนี้นำไปสู่ปัญหากลิ่น การสะสมของแมลง และการปล่อยแก๊สเรือนกระจก เช่น มีเทน (CH_4) หากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม (Dharnaik and Pol, 2024) อย่างไรก็ตาม ขยะอินทรีย์โดยเฉพาะเศษอาหารยังเป็นทรัพยากรสำคัญที่สามารถนำกลับมาใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปรับปรุงดินได้หากมีเทคโนโลยีจัดการที่เหมาะสม ส่งเสริมแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน (Bernal et al., 2009)

การหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ (aerobic composting) เป็นวิธีจัดการขยะอินทรีย์ที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถลดปริมาณของเสียและย่อยสลายอินทรีย์วัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งผลิตปุ๋ยที่อุดมด้วยธาตุอาหารพืช โดยทั่วไปกระบวนการหมักจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเริ่มต้น (mesophilic phase), ระยะอุณหภูมิสูง (thermophilic phase) ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงถึง 50–70 °C ช่วยฆ่าเชื้อโรคและเมล็ดวัชพืช ซึ่งเป็นระยะที่มีการย่อยสลายรวดเร็วและสูงที่สุด และระยะสุก (maturation phase) ที่เกิดการสร้างอิวมัส กระบวนการหมักต้องอาศัยการควบคุมปัจจัยสำคัญ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน



(C/N ratio) เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างเหมาะสม (Haug, 2018) อย่างไรก็ตาม การหมักแบบเปิดทั่วไปมักใช้เวลานาน (30–90 วัน) และไม่มีความสม่ำเสมอของอุณหภูมิและอากาศ ทำให้เกิดกลิ่นและภาวะไม่ใช้ออกซิเจนได้ ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการใช้ในระดับครัวเรือนและชุมชน

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีการหมักแบบระบบปิด (in-vessel composting) ได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากสามารถควบคุมสภาวะการหมักได้อย่างแม่นยำ ลดกลิ่น ลดพื้นที่ใช้สอย และผลิตปุ๋ยได้ในระยะเวลาสั้นกว่าเมื่อเทียบกับการหมักแบบดั้งเดิมที่อาศัยการตั้งกองหมักในพื้นที่กว้าง (Manyapu et al., 2017; Dharmak and Pol, 2024; Wang et al., 2024) ระบบดังกล่าวมักติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเติมอากาศ และระบบกวนผสมวัสดุหมัก ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทอากาศ กระจายความร้อน และลดความชื้นส่วนเกิน ส่งผลให้กระบวนการหมักสามารถเข้าสู่ระยะ thermophilic อย่างรวดเร็ว ช่วยกำจัดเชื้อโรคและเร่งการย่อยสลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Lu et al., 2001)

การพัฒนาเครื่องหมักปุ๋ยกึ่งอัตโนมัติ (semi-automatic in-vessel composter) จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะอินทรีย์ที่ต้นทาง โดยเฉพาะครัวเรือน ร้านอาหาร และชุมชนขนาดเล็ก ซึ่งมีปริมาณเศษอาหารสูง แต่ขาดเครื่องมือที่ถูกออกแบบให้ใช้งานได้สะดวกและควบคุมได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่มีปริมาณสารพิษจากการหมักต่ำ เช่น กรดอินทรีย์ระเหยง่ายและแอมโมเนีย ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความสมบูรณ์ของปุ๋ยหมักผ่านค่าการออกของเมล็ด (Zucconi et al., 1981) ด้วยเหตุผลดังกล่าว งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาเครื่องหมักปุ๋ยต้นแบบ ระบบกึ่งอัตโนมัติที่มีระบบการพลิกกองและการให้ความร้อนและการเติมอากาศภายในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องที่พัฒนาขึ้นในการหมักขยะเศษอาหาร โดยเปรียบเทียบกับกระบวนการหมักแบบกองปกติ การศึกษานี้ไม่เพียงตอบโจทย์การจัดการขยะอินทรีย์ในระดับครัวเรือน แต่ยังเป็นแนวทางสู่ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนด้านอาหารที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในระดับชุมชนต่อไป

วิธีการดำเนินการ

พื้นที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่างเศษอาหาร

เศษอาหารที่ใช้ในการทดลองเก็บจาก ร้านอาหารยูเซ็นเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยทำการเก็บตัวอย่างรวมโดยแม่บ้านจากจุดทิ้งเศษอาหาร ภายในร้านอาหารในช่วงเวลาอาหารกลางวัน (12.00 น. ถึง 17.00 น.) ในช่วงเดือนกันยายน 2568 เพื่อให้ได้เศษอาหารตัวแทนที่สะท้อนลักษณะของเสียโดยรวมจากการบริโภคจริงของผู้ใช้บริการ ทั้งนักศึกษา บุคลากรภายในมหาวิทยาลัย และบุคลากรภายนอก ตัวอย่างเศษอาหารถูกนำมาชั่งน้ำหนักหกรวม จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างซ้ำ (sub-sample) จำนวน 3 ซ้ำ ของแต่ละครั้งที่เก็บรวบรวมตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้น ได้แก่ ความชื้น ปริมาณสิ่งปนเปื้อน และความหนาแน่นรวมของเศษอาหาร

การวิเคราะห์ลักษณะเบื้องต้นของเศษอาหาร

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเศษอาหารประมาณ 100 กรัม เพื่อวิเคราะห์ความชื้นในเศษอาหารที่รวบรวมไว้ แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ $105 \pm 2^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ การทดสอบทำซ้ำอย่างน้อย 3 ซ้ำ (ตามวันที่เก็บอาหาร) หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ และหลังอบ เพื่อคำนวณค่าความชื้นตามสมการที่ 1

$$\text{Moisture content (\%)} = \frac{WW - DW}{DW} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ wet weight: WW คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ และ dry weight: DW คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

การวิเคราะห์ปริมาณสิ่งปนเปื้อน (contaminants) ดำเนินการโดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเศษอาหารสดทั้งหมดที่เก็บรวบรวมได้ จากนั้นทำการคัดแยกสิ่งปนเปื้อน โดยจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) น้ำและของเหลวที่แยกได้จากการกรองเศษอาหาร โดยตั้งเศษอาหารบนตะแกรงขนาด 2 มม.ทิ้งไว้ก่อนคัดแยกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 2) ส่วนที่ย่อยสลายยาก เช่น เศษกระดูกหมูและกระดูกไก่ 3) ส่วนที่ย่อยสลาย เช่น เศษพลาสติก ถุงพลาสติก ถ้วยน้ำจิ้ม ซ้อนส้อมพลาสติก ฝาปิดขวดน้ำ ขวดตะเกียบ หรือกล่องโฟม สิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น ซ้อนส้อม (ถ้ามี) สิ่งปนเปื้อนแต่ละประเภทถูกชั่งน้ำหนักแยก แล้วนำไปคำนวณเป็นสัดส่วนร้อยละของมวลรวม

ตัวอย่างเศษอาหารสดที่ผ่านการคัดแยกแล้ว ถูกบรรจุลงในภาชนะทรงกระบอกปริมาตร 1000 ซม.³ โดยปล่อยให้ตกลงตามแรงโน้มถ่วงโดยไม่ก่อดัด จากนั้นชั่งน้ำหนักและคำนวณความหนาแน่นรวม ตามสมการที่ 2

$$\rho_b = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ ρ_b คือ ความหนาแน่นรวม (kg m^{-3}), W_s คือ น้ำหนักของตัวอย่างเศษอาหาร (kg), และ V คือ ปริมาตรของภาชนะ (m^3)

การออกแบบและส่วนประกอบหลักของเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพระบบปิด

การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพ (bioreactor) สำหรับบำบัดขยะเศษอาหารในงานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นบนแนวคิดของ ระบบหมักแบบควบคุมสภาวะในถังปิด (controlled in-vessel composting system) ดังแสดงใน Figure 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ควบคุมสภาวะแวดล้อมของกระบวนการหมัก และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก โครงสร้างหลักของระบบเป็น ถังทรงกระบอกแนวนอน ผลิตจากสแตนเลสสตีลเกรด SUS304 ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อน ความชื้น และสารอินทรีย์ที่เกิดจากการหมัก รองรับความจุวัสดุอินทรีย์เริ่มต้นประมาณ 20 กิโลกรัม ตัวถังออกแบบให้เป็นระบบปิดเพื่อลดการสูญเสียความร้อนและควบคุมสภาวะภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัตถุดิบจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบผ่านช่องป้อนวัสดุ (feeding hopper) ซึ่งติดตั้งตะแกรงระบายของเหลว เพื่อแยกน้ำส่วนเกินออกก่อนเข้าสู่ถังหมัก ช่วยลดความชื้นเริ่มต้นและป้องกันการเกิดสภาวะกึ่งไม่ใช้ออกซิเจนภายในระบบ ระบบกลไกการกวนหรือ agitation system เป็นองค์ประกอบสำคัญในการควบคุมกระบวนการหมัก โดยใช้ electric motor แบบเกียร์ทดกำลังขับเคลื่อนใบกวนสแตนเลสภายในถังหมัก (bioreactor tank) ด้วยความเร็วรอบต่ำประมาณ 18 รอบต่อนาที การกวนอย่างสม่ำเสมอช่วยพลิกกลับวัสดุหมัก ลดการจับตัวเป็นก้อน ลดขนาดอนุภาค และป้องกันการเกิดจุดอับอากาศ ส่งผลให้การถ่ายเทมวลและความร้อนภายในกองหมักเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ และเอื้อต่อการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน ถัดมาเป็น ระบบควบคุมอุณหภูมิและการเติมอากาศ ซึ่งใช้โบลเวอร์ที่ให้ความร้อนได้ (hot air blower) สำหรับจ่ายอากาศร้อนเข้าสู่ถังหมักในอัตราการไหลที่ควบคุมได้ระหว่าง 20 – 60 ลิตรต่อนาที โดยมี Proportional-Integral-Derivative: PID Control คอนโทรลเลอร์ และ เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ทำหน้าที่ควบคุมและ

รักษาอุณหภูมิภายในถังให้อยู่ใน ช่วงระยะ thermophilic range (45 – 65 °C) บริเวณทางออกด้านล่างของถังหมัก ติดตั้ง ตะแกรงคัดแยกขนาด 6 มม. เพื่อแยกวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านการย่อยสลายออกจากวัสดุอินทรีย์ที่ยังไม่สลายตัว โดยวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านตะแกรงจะถูกรวบรวมในถังเก็บด้านล่าง ในขณะที่วัสดุอินทรีย์ที่ยาบจะสามารถกลับเข้าสู่ถังหมัก โดยใบกวนที่สลับทิศทางได้ การออกแบบดังกล่าวควบคุมสภาวะที่ใช้ในการหมักได้ ช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ และลดระยะเวลาการบำบัดโดยรวมของระบบ



Figure 1 In-vessel bioreactor composting machine and its major components: (1) feeding hopper, (2) control panel, (3) electric motor, (4) hot air blower, (5) bioreactor tank, and (6) compost collection chamber.

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหมักปุ๋ย

ออกแบบการทดลองโดยเปรียบเทียบการหมักขยะเศษอาหาร โดยใช้เครื่องหมักเศษอาหารที่พัฒนาขึ้น เป็นฐานการทดลองเพื่อลดอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในการหมัก โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดทดลอง (treatment) ได้แก่ 1) ชุดทดลอง คือ การหมักขยะเศษอาหารในเครื่องหมักภายใต้การเปิดใช้งานระบบควบคุมเติมอากาศและให้ความร้อน ระบบพลิกกองวัสดุ และ 2) ชุดควบคุม คือ การหมักขยะเศษอาหารในเครื่องเดียวกัน แต่ไม่เปิดใช้งานระบบควบคุมดังกล่าว โดยปล่อยให้กระบวนการหมักดำเนินไปภายใต้สภาวะธรรมชาติภายในถังหมัก

ชุดทดลองประสิทธิภาพเครื่องหมักเศษอาหาร นำเศษอาหารที่แยกสิ่งแปลกปลอมออก ให้ได้วัสดุอินทรีย์ที่พร้อมสำหรับการหมัก จากนั้นทำการหมักปุ๋ยโดยใช้ส่วนผสมดังนี้ 1) นำวัสดุอินทรีย์ที่คัดแยกได้ 2) วัสดุเริ่มต้น (starter compost) ที่เป็นวัสดุหมักที่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักปุ๋ยจากเศษอาหาร เช่น *Bacillus* sp., *Aeribacillus* sp. และอื่นๆ (López et al., 2021) และ 3) ถ่านชีวภาพเพื่อดูดซับความชื้น ในอัตราส่วน 2:2:1 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (Figure 2a) นำวัสดุอินทรีย์ที่เตรียมไว้ผสมรวมกัน และบรรจุลงในเครื่องหมักในปริมาณ 10 กิโลกรัม ในวันเริ่มต้นการทดลอง จากนั้นทำการเติมเศษอาหารเพิ่มเติมในทุกวัน วันละประมาณ 2 กิโลกรัม จนครบ 7 วัน เปิดระบบการทำงานของเครื่อง โดยตั้งการพลิกกองวันละ 4 ครั้ง ครั้งละ 10 วินาที (สามารถพลิกกองได้ครบ 3 รอบ) ห่างกันครั้งละ 6 ชั่วโมง เพื่อกวนผสมวัสดุหมักที่ใช้ในการหมักให้เข้ากัน เพิ่มการระบายอากาศ และลดความชื้นสะสม ในขณะที่เดียวกันระบบให้ความร้อนจะทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 45 °C เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในเครื่องให้อยู่ในระดับเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ระหว่างการหมักจะทำการติดตามและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิภายในกองหมักด้วยเทอร์โมมิเตอร์ และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านการหมัก เช่น สี กลิ่น และโครงสร้างของเนื้อปุ๋ย และนำเศษวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านตะแกรงมาตรวจวัด น้ำหนัก ความชื้น (สมการที่ 1) และอัตราการงอกของเมล็ด (Zucconi et al., 1981) เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของเครื่องในการย่อยสลาย

ชุดควบคุม ทำการทดสอบการหมักเศษอาหารเช่นเดียวกับชุดทดสอบในเครื่องหมักเศษอาหาร โดยไม่เปิดระบบการทำงานของเครื่อง เพื่อใช้เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของเครื่องในการย่อยสลายและปรับปรุงคุณภาพของเศษอาหารให้กลายเป็นปุ๋ยหมักหรือสารปรับปรุงดิน

เมื่อครบระยะเวลา 7 วัน วัสดุอินทรีย์ที่ผ่านการหมักจะถูกเก็บรวบรวม โดยการหมักแบบใช้เครื่องจะเก็บรวบรวมจากถาดเก็บวัสดุตลอดเวลา 7 วัน รวมกัน และการหมักแบบกองปกติจะทำการเก็บรวบรวมโดยเปิดฝาทิ้งหมัก และนำวัสดุอินทรีย์ภายในถังหมักออกมารวมกัน จากนั้นส่งวิเคราะห์การตรวจสอบเคมีกายภาพของวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านการหมักทั้ง 2 แบบ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 ณ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) พารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจสอบในระหว่างการหมักปุ๋ยทั้งชุดทดลองและชุดควบคุม เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของปุ๋ยหมักเมื่ออายุครบ 7 วัน ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics V.28 โดยใช้ Independent Samples t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างการหมักทั้ง 2 วิธี (ชุดทดลอง และชุดควบคุม) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณลักษณะเบื้องต้นของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

การตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของขยะเศษอาหารที่ใช้ในการทดลอง โดยเก็บรวบรวม ขยะเศษอาหารจากโรงอาหารยูนิเวอร์ซิตี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเป็นแหล่งที่มีเศษอาหารหลากหลายชนิดจากการบริโภคของนักศึกษา และบุคลากรภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ขยะเศษอาหารที่ได้ถูกนำมาผ่านการตรวจสอบและบันทึกคุณลักษณะเบื้องต้นก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก พบว่าขยะเศษอาหารดังกล่าวมีองค์ประกอบทั้ง 3 ประเภท ดังนี้ 1) ขยะที่ไม่ใช้อินทรีย์ เช่น เศษพลาสติก ถ้วยน้ำจิ้ม ซองตะเกียบ และพลาสติกห่ออาหาร ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณร้อยละ 5.7 ± 2.1 2) วัสดุที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น เศษกระดูกหมู และกระดูกไก่ ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณร้อยละ 16.1 ± 5.2 และ 3) ของเหลวและน้ำคืดเป็นร้อยละ 39.5 ± 10.2 ส่วนที่เหลือเป็นส่วนของ เศษอาหารอินทรีย์ (ร้อยละ 38.3 ± 12.62) ซึ่งประกอบด้วยเศษข้าวเป็นหลัก และมีเศษผักปนอยู่เล็กน้อยประมาณร้อยละ 10 ของส่วนนี้ (Figure 2b) ทั้งนี้เศษอาหารที่ผ่านการคัดแยกนี้ถูกนำมาใช้ในการทดลอง เพื่อจำลองสภาพจริงของเศษอาหารจากแหล่งกำเนิด คุณสมบัติทางกายภาพของเศษอาหารที่เก็บรวบรวมได้ มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 80.2 ± 5.6 และมีความหนาแน่นรวม 986.59 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

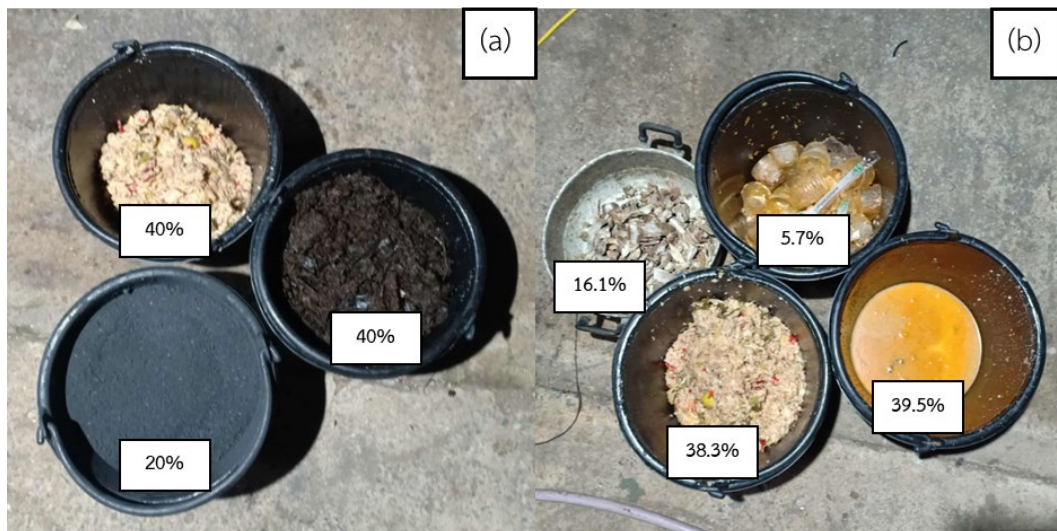


Figure 2 Percentage of the mixture used for food waste fermentation (a) and Percentage composition of collected food waste components (b).

การออกแบบและผลิตเครื่องหมักเศษอาหารต้นแบบ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหาร ในการศึกษาครั้งนี้ มีพื้นฐานมาจากหลักการของการหมักแบบใช้ออกซิเจน (aerobic composting) ซึ่งเป็นกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจ ส่งผลให้เกิดความร้อน น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Epstein, 2011) การออกแบบระบบหมักในลักษณะ in-vessel จึงช่วยให้สามารถควบคุมปัจจัยสำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และการระบายอากาศ ได้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นหัวใจหลักของการเร่งการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุให้เกิดได้ภายในระยะเวลาอันสั้น (Dharnaik and Pol, 2024)

ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก

ในระหว่างกระบวนการหมักตลอดระยะเวลา 7 วัน ได้มีการติดตามและประเมินการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของวัสดุหมักอย่างต่อเนื่อง โดยทำการตรวจวัดอุณหภูมิภายในกองหมักและภายในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (Figure 3) ความชื้น อัตราการงอกของเมล็ด และปริมาณวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการหมัก (Figure 4) นอกจากนี้ ยังมีการประเมินลักษณะทางกายภาพเชิงคุณภาพอื่น ๆ ได้แก่ สี กลิ่น และโครงสร้างของวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านการหมัก (Figure 5)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระหว่างการหมัก (Figure 3) ในระบบเครื่องหมัก (ชุดทดลอง) พบว่าอุณหภูมิภายในกองหมัก เพิ่มขึ้นจาก 35 °C เป็น 52 °C ในวันแรกของการหมัก ในวันที่ 3 และวันที่ 4 มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 54 °C ซึ่งเป็นช่วงของระยะ thermophilic ที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ย่อยสลายโปรตีนและไขมัน ขณะเดียวกัน อุณหภูมิภายในถังหมัก มีค่า 43–47 °C ในช่วงเริ่มต้น (1 ถึง 3 วัน) และคงที่ที่ 45 °C จนถึงสิ้นสุดการหมักวันที่ 7 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ “ภายในกอง” และ “ภายในถังหมัก” อยู่ที่ประมาณ 2 °C จากค่าที่ตั้งไว้ (45 °C) ซึ่งแสดงถึงการกระจายความร้อนที่มีประสิทธิภาพภายในถังหมัก เนื่องจากระบบมีการกวนและเป่าลมร้อนช่วยให้เกิดการกระจายความร้อนทั่วถึงและควบคุมได้ต่อเนื่อง ในทางตรงกันข้าม การหมักแบบกองปกติ (ชุดควบคุม) พบว่าอุณหภูมิในกองเพิ่มขึ้นถึงค่าสูงสุด 56 °C ในวันที่ 5 ซึ่งเป็นช่วงที่การย่อยสลายเริ่มเกิดขึ้นมาก แต่อุณหภูมิภายในกองและภายในถัง มีความแตกต่างกันเฉลี่ยถึง 10 °C โดยอุณหภูมิภายในถังอยู่เพียง 35–37 °C ตลอดช่วงการหมัก จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าระบบหมักโดยใช้เครื่องจะมีการควบคุมอุณหภูมิที่มีประสิทธิภาพ แตกต่างกับการหมักแบบกองปกติที่พบว่าอุณหภูมิภายในกองหมักสูงกว่าในบางช่วง เนื่องจากระบวนการหมักเป็นกระบวนการคายความร้อนโดยธรรมชาติ (exothermic process) จากกิจกรรมของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารอินทรีย์ เมื่อไม่มีการพลิกกองหรือระบายอากาศ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะสะสมภายในกองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว (Luangwilai et al., 2022; Liu et al., 2020) ในทางตรงกันข้าม การพลิกกองและการไหลเวียนอากาศในระบบเครื่องหมักช่วยระบายความร้อนส่วนเกินและรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์อย่างต่อเนื่อง (Sotowiej et al., 2021) แสดงถึงความร้อนที่เกิดขึ้นภายในกองและการสูญเสียความร้อนสู่สิ่งแวดล้อมอย่างมาก

การเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการหมัก (Figure 4a) ในระบบหมักโดยใช้เครื่องหมักทดลองอย่างรวดเร็วจาก ร้อยละ 61.25 เหลือเพียงร้อยละ 23.5 ภายใน 7 วัน เนื่องจากภายในถังมีระบบให้ความร้อนและการเป่าลมซึ่งช่วยระเหยน้ำออกจากวัสดุหมัก ส่งผลให้ปุ๋ยมีลักษณะแห้งและไม่จับตัวเป็นเม็ดได้ง่าย ส่วนการหมักแบบกองปกติ ความชื้นลดลงเพียงเล็กน้อยจากร้อยละ 60.78 เหลือประมาณร้อยละ 50.54 หลัง 7 วัน ซึ่งยังถือว่าสูง ทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดได้ช้ากว่า และมีการเกิดกลิ่นเน่าจากสภาวะกึ่งไม่ใช้ออกซิเจน



ปริมาณวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านตะแกรง (Figure 4b) ในเครื่องหมักสามารถผลิตวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านตะแกรงขนาด 6 มม. ได้ตั้งแต่วันแรก (20 กรัม) และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 451 กรัม ในวันที่ 3 จากนั้นคงที่ในช่วง 340–360 กรัมต่อวัน แสดงถึงการย่อยสลายอย่างต่อเนื่องและการลดขนาดของวัสดุหมัก ขณะที่การหมักแบบกองปกติไม่มีวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านตะแกรงในทุกวันของการทดลอง สะท้อนให้เห็นว่าอัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุยังและการจับตัวเป็นก้อนของวัสดุหมัก ส่งผลให้การแตกตัวและการลดขนาดของวัสดุเกิดขึ้นอย่างจำกัด

การเปลี่ยนแปลงของอัตราการงอกของเมล็ด (Figure 4c) ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชโดยใช้การงอกของเมล็ดผักสลัดกรีนคอส พบว่า การหมักแบบใช้เครื่องหมัก (ชุดทดลอง) มีค่าอัตราการงอกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากร้อยละ 0 ในวันแรกเป็นร้อยละ 46.8 ในวันที่ 7 แสดงถึงการลดลงของสารพิษเช่น กรดอินทรีย์ระเหยง่ายและแอมโมเนีย ซึ่งเกิดจากการหมักสมบูรณ์มากขึ้น ในทางกลับกัน การหมักแบบกองปกติมีค่าการงอกของเมล็ด ต่ำกว่าอย่างชัดเจน โดยเพิ่มจากร้อยละ 0 ในวันแรกเป็นเพียงร้อยละ 8.2 ในวันที่ 7 แสดงว่ากระบวนการย่อยสลายยังไม่สมบูรณ์

ลักษณะทางกายภาพของวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านการหมักเมื่อระยะเวลา 7 วัน (Figure 5) วัสดุอินทรีย์ที่ผ่านการหมักภายใต้การหมักทั้ง 2 แบบ มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยในการหมักแบบใช้เครื่องนั้น ปุ๋ยที่ได้มีลักษณะเนื้อร่วนละเอียดและมีความสม่ำเสมอ แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของความชื้นและการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญและความหลากหลายสูงสุดพบในระยะเทอร์โมฟิลิก ซึ่งสะท้อนถึงระบบการหมักที่มีประสิทธิภาพ (Wang et al., 2022b) ใบกวนของเครื่องผสมช่วยคลุกเคล้าและพลิกกลับวัสดุหมักอย่างต่อเนื่อง ทำให้การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ อากาศสามารถแทรกผ่านวัสดุหมักได้ทั่วถึง ซึ่งส่งผลให้กระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม วัสดุอินทรีย์ที่หมักโดยไม่เปิดระบบการทำงาน (ชุดควบคุม) มีลักษณะจับตัวเป็นก้อนใหญ่ เนื้อวัสดุมีความชื้นสะสมสูงในบางบริเวณ และมีส่วนที่ยังไม่สลายตัวอย่างสมบูรณ์ เห็นได้จากลักษณะเนื้อวัสดุที่ผ่านการหมักไม่ร่วนและยังคงมีเศษอินทรีย์วัตถุขนาดใหญ่ปะปนอยู่ การไม่พลิกกลับวัสดุอินทรีย์ระหว่างการหมักส่งผลให้เกิดการกระจายอากาศไม่ทั่วถึง เกิดสภาวะไม่ใช้ออกซิเจนในบางจุดของวัสดุหมัก ทำให้การย่อยสลายช้าลงและไม่สม่ำเสมอ จากประสิทธิภาพของเครื่องหมักเศษอาหารนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาระบบการพลิกกอง การเติมอากาศ และให้ความร้อนในระหว่างการหมัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wang et al. (2024) ได้รายงานว่ารูปแบบการย่อยสลายแบบลอการิทึม (logarithmic degradation pattern) ในระบบกึ่งปิดนั้น การกวนอย่างสม่ำเสมอช่วยลดขนาดวัสดุ (particle size reduction) ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสของจุลินทรีย์กับวัสดุหมักเพิ่มขึ้น และเร่งกระบวนการย่อยสลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

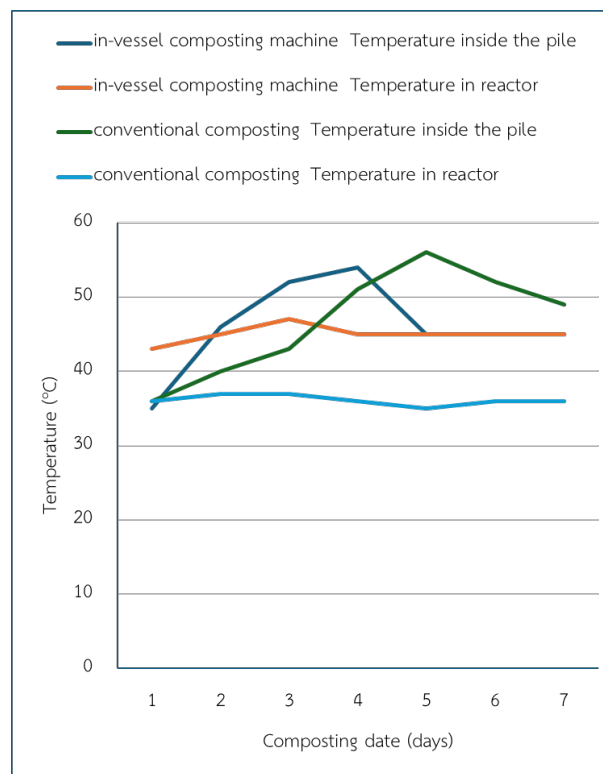


Figure 3 Temperature changes inside the fermentation chamber during food waste composting under in-vessel composting machine (experimental) and conventional (control) treatments.

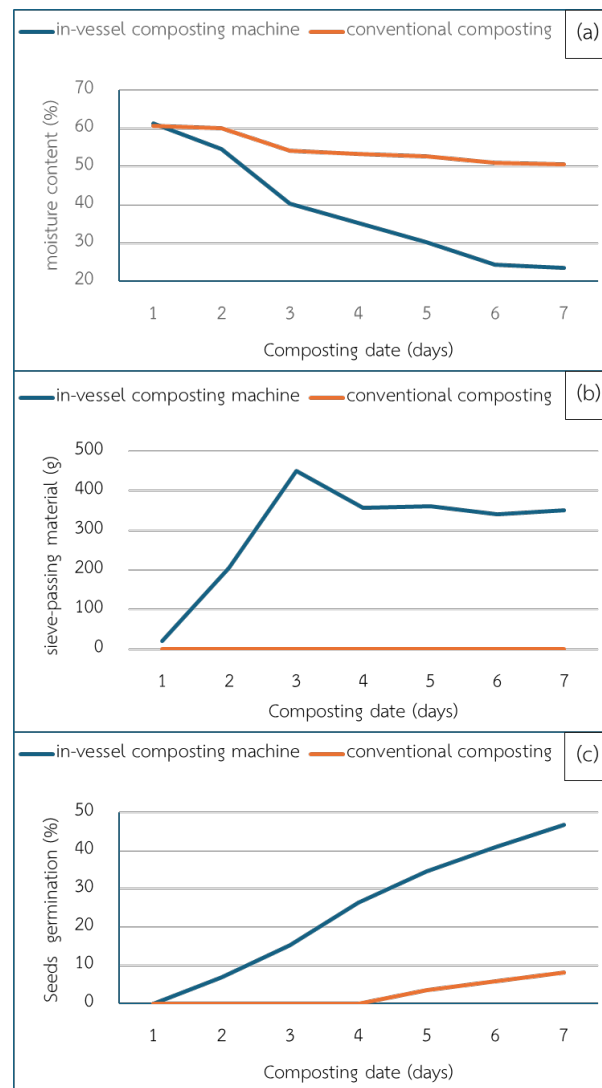


Figure 4 Changes in moisture content (a), sieve-passing material (b), and seed germination (c) during the composting process of food waste under in-vessel composting machine (experimental) and conventional (control) treatments.



Figure 5 Physical characteristics of the composted food waste material after 7 days under in-vessel composting machine (a) and conventional composting without machine operation (b).

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของปุ๋ยที่ได้จากการหมัก

จากผลการตรวจสอบคุณภาพปุ๋ยหมักตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 จากการหมักทั้งแบบการใช้เครื่อง (ชุดทดลอง) และแบบกองปกติ (ชุดควบคุม) เมื่อครบระยะเวลา 7 วัน พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากเครื่องหมักเศษอาหาร มีคุณสมบัติด้านธาตุอาหารหลักและคุณภาพโดยรวมสูงกว่าปุ๋ยที่ได้จากการหมักแบบกองปกติอย่างชัดเจน (Table 1) ในด้านปริมาณธาตุอาหารหลัก พบว่าเครื่องหมักสามารถผลิตปุ๋ยที่มีไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 1.53 ฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 1.62 และโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.82 ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานอินทรีย์ขั้นต่ำที่กำหนด และสูงกว่าปุ๋ยที่ได้จากการหมักแบบกองปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการหมักแบบกองปกติมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.89, 0.75 และ 0.42 ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันในปุ๋ยจากเครื่องหมักมีค่าร้อยละ 3.97 ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ขณะที่การหมักแบบกองปกติมีธาตุอาหารหลักรวมกันเพียงร้อยละ 2.06 ซึ่งโดยทั่วไปปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ร้อยละ 0.96–1.42, 0.19–0.78, และ 0.86–1.42 ตามลำดับ (Nkansah et al., 2018) จากคุณสมบัติของธาตุอาหารพืชเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าเศษอาหารมีศักยภาพในการนำกลับมาใช้เป็นธาตุอาหารพืชด้วยวิธีการหมักปุ๋ย ทำให้เกิดการหมุนเวียนและลดขยะที่อาจเกิดความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมได้

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่าปุ๋ยจากเครื่องหมักมีค่าร้อยละ 34.63 ซึ่งผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำเกินเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ในขณะที่ปุ๋ยจากการหมักแบบกองปกติมีอินทรีย์วัตถุอยู่ร้อยละ 12.23 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานอย่างมาก สะท้อนให้เห็นว่าการใช้เครื่องหมักช่วยเร่งกระบวนการย่อยสลายเศษอาหารจนกลายเป็นอินทรีย์วัตถุได้ดีกว่า



ความชื้นในปุ๋ยจากเครื่องหมักมีค่าร้อยละ 23.5 ซึ่งน้อยกว่าความชื้นในของปุ๋ยจากการหมักแบบกองปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความชื้นสูงถึงร้อยละ 50.54 ทำให้มีกลิ่นและมีแนวโน้มในการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์

การทดสอบการงอกของเมล็ดพืชพบว่า ปุ๋ยที่ได้จากเครื่องหมักมีอัตราการงอกเฉลี่ยร้อยละ 46.83 ซึ่งแม้จะยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ แต่มีค่าสูงกว่าปุ๋ยที่ได้จากการหมักแบบกองปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 8.16) ผลดังกล่าวบ่งชี้ว่าปุ๋ยจากเครื่องหมักมีความเป็นพิษต่อพืชน้อยกว่าเมื่อพิจารณาภายใต้ระยะเวลาการหมักที่เท่ากัน ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากการที่เครื่องหมักช่วยให้กระบวนการหมักเข้าสู่ระยะ thermophilic ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้สารอินทรีย์ที่ไม่เสถียรถูกย่อยสลายและแปรสภาพเป็นสารอินทรีย์ที่มีเสถียรภาพมากขึ้น จึงลดความเป็นพิษต่อพืช ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wang et al. (2022a) ที่พบว่าดัชนีการงอกเพิ่มขึ้นตามปริมาณกรดอินทรีย์และการลดลงของกรดไขมันระเหย อย่างไรก็ตาม ความเป็นพิษต่อการงอกของเมล็ดที่ยังคงพบในปุ๋ยหมักทั้ง 2 วิธี บ่งชี้ว่ากระบวนการหมักยังไม่สมบูรณ์ โดยอาจมีสาเหตุหลักจากการสะสมของแอมโมเนียและกรดอินทรีย์ระเหยง่าย โดยเฉพาะกรดอะซิติกและกรดฟอร์มิก ซึ่งมีรายงานว่าสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ด รบกวนการดูดน้ำ และขัดขวางการเจริญของรากอ่อนได้ (Du et al., 2024) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปุ๋ยหมักที่ได้จากทั้ง 2 วิธี ในระยะเวลา 7 วัน ยังมีความเป็นพิษต่อพืชในระดับหนึ่ง จึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพของปุ๋ยด้วยการหมักต่อในระยะสุกเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุอย่างเสถียรมากขึ้น แม้ปุ๋ยที่ได้ยังไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับพืชโดยตรง โดยเฉพาะในระยะเพาะกล้าหรือพืชอ่อนที่มีความไวต่อสารพิษอินทรีย์ แต่สามารถพิจารณานำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้ในลักษณะของ “สารปรับปรุงดิน (soil amendment)” เช่น การคลุมหน้าดินหรือโรยรอบโคนต้นไม้ขนาดใหญ่ อาทิ พืชสวนหรือไม้ผล โดยหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรงกับระบบรากของพืช

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ปุ๋ยจากเครื่องหมักมีค่า 13:1 ซึ่งเหมาะสมและต่ำกว่าเกณฑ์สูงสุด ($\leq 20:1$) สะท้อนว่าเมื่อนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้กับพืชจะไม่ทำให้เกิดการแก่งแย่งธาตุอาหารกันของพืชกับจุลินทรีย์ในดิน ส่วนการหมักแบบกองปกติยังมีค่า C/N สูงถึง 36:1 ซึ่งเป็นอีกพารามิเตอร์หนึ่งที่บ่งชี้ว่ากระบวนการย่อยสลายยังไม่สมบูรณ์ สำหรับ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของปุ๋ยจากเครื่องหมักมีค่า 3.82 dS m^{-1} ต่ำกว่าเกณฑ์สูงสุด ($\leq 6 \text{ dS m}^{-1}$) และต่ำกว่าปุ๋ยจากการหมักแบบกองปกติ (5.42 dS m^{-1}) ซึ่งเป็นสัญญาณว่าปุ๋ยจากวัสดุอินทรีย์มีความปลอดภัยต่อการใช้กับพืช ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของทั้งสองวิธีอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (7.7 และ 8.16 ตามลำดับ) ในส่วนของ โลหะหนักและสิ่งปนเปื้อน ทั้งสารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กรมวิชาการเกษตรกำหนดอย่างมาก และไม่พบสิ่งแปลกปลอม เช่น พลาสติกหรือโลหะในตัวอย่างทั้งสองวิธี

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การหมักเศษอาหารด้วยเครื่องหมักเศษอาหารมีประสิทธิภาพสูงกว่าการหมักแบบกองปกติ ทั้งในด้านคุณภาพของธาตุอาหาร ความสมบูรณ์ของกระบวนการหมัก และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถใช้ในการส่งเสริมเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บรรจง อุปแก้ว และคณะ, 2568) จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ในครัวเรือนและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพดีภายในชุมชน และสามารถใช้เป็นต้นแบบเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดในระดับขยายขนาดขึ้นได้

**Table 1** Comparison of chemical and physical properties of food waste compost produced by in-vessel composting machine and conventional composting with compost standards.

Compost parameters	Compost standards of the Department of Agriculture (2005)	In-vessel composting machine	Conventional composting
Total N	> 1% by weight	1.53 a	0.89 b
Total P ₂ O ₅	> 0.5 % by weight	1.62 a	0.75 b
Total K ₂ O	> 0.5 % by weight	0.82 a	0.42 b
Note: or having a total amount of macronutrients	> 2 % by weight	3.97 a	2.06 b
Organic matter content	> 30 % by weight	34.63 a	12.23 b
Moisture	< 35 % by weight	23.5 b	50.54 a
Germination	> 80%	46.83 a	8.16 b
C/N ratio	< 20:1	13 b	36.15 a
Electrical Conductivity	< 6 dS m ⁻¹	3.82 b	5.42 a
pH	5.5-8.5	7.7 a	8.16 a
Particle size	Not more than 12.5 x 12.5 mm. (%)	100 a	61.25 b
Quantity of rocks and gravel	Size exceeding 5 mm, < 5% by weight.	0 a	0 a
Plastic, glass, sharp materials, or other metals	Not found	Not found	Not found
Arsenic	< 50 mg kg ⁻¹	0.613 a	0.785 a
Cadmium	< 5 mg kg ⁻¹	0.11 a	0.25 a
Chromium	< 300 mg kg ⁻¹	59.47 a	61.25 a
Copper	< 500 mg kg ⁻¹	16.4 a	15.24 a
Lead	< 500 mg kg ⁻¹	2.033 a	2.015 a
Mercury	< 2 mg kg ⁻¹	0.071 b	0.628 a

Note: Mean values of fertilizer properties between the composter (experimental) and conventional compost (control) were compared using the t-test at the 95% confidence level. Different lowercase letters in each row indicate statistically significant differences.



สรุปผลการทดลอง

ระบบหมักแบบเติมอากาศและควบคุมอุณหภูมิในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแสดงศักยภาพในการเร่งกระบวนการย่อยสลายขยะเศษอาหาร โดยควบคุมการเติมอากาศให้อยู่ในระดับเหมาะสม อุณหภูมิให้อยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิก และพลิกกองวัสดุหมักอย่างเหมาะสม ซึ่งช่วยเพิ่มการกระจายตัวความสม่ำเสมอ ส่งผลให้ปุ๋ยหมักมีคุณภาพทางเคมีและกายภาพสูงขึ้น รวมถึงความพร้อมในการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับหมักแบบกองปกติ แม้ว่าปุ๋ยหมักยังอาจมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชในระดับหนึ่ง แต่สามารถปรับปรุงคุณภาพด้วยการเพิ่มขั้นตอนการหมักในระยะสุก หรือพิจารณานำไปใช้เป็น สารปรับปรุงดิน สำหรับการใช้งานทางการเกษตร โดยรวมแล้วผลการศึกษานี้ให้เห็นว่าระบบหมักแบบควบคุมสภาวะในถังปิดสามารถจัดการขยะเศษอาหาร ณ แหล่งกำเนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งส่งเสริมการหมุนเวียนทรัพยากร และสามารถขยายผลสู่การจัดการขยะในระดับชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยความมั่นคงด้านอาหาร พลังงาน และน้ำอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น รวมทั้งศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเทศไทย 10400 ที่มีบทบาทสำคัญในการให้การสนับสนุนห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ อุปกรณ์ และทรัพยากรในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- บรรจง อุปแก้ว, อภิรยา เทพสุคนธ์, อนุชา จันทบูรณ์, วราวุฒิ โส๊ะสุข, วสุธร บัวคอม, ณัฐกร ไชยแสน, กัญญ์ณพัชญ์ ดวงแก้ว และ กัลยา พงสะพัง. (2568). อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน การออกดอก และคุณภาพผลผลิตของโกโก้. *วารสารเกษตรอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง*, 2(1), 14–26.
- เบญจมาศ โชติทอง. (2565). ลดโลกร้อน เริ่มต้นจาก "จานอาหาร" ของเรา. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. สืบค้น วันที่ 17 พฤศจิกายน 2568, จาก https://www.tei.or.th/th/article_detail.php?bid=157
- Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444–5453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.05.016>
- Dharnaik, A. S., & PoL, P. (2024). A review on composting of organic solid waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1326, 012130. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1326/1/012130>



- Du, S., Ding, S., Wen, X., Yu., M., Zou, X., & Wu, D. (2024). Investigating inhibiting factors affecting seed germination index in kitchen waste compost products: Soluble carbon, nitrogen, and salt insights. *Bioresource Technology*, 406, 130995. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2024.130995>
- Epstein, E. (2011). Industrial composting: Environmental engineering and facilities management. 1st Edition. CRC Press: UK.
- Haug, R.T. (2018). The practical handbook of compost engineering. 1st Edition. Routledge: UK.
- Liu, Z., Wang, X., Wang, F., Bai, Z., Chadwick, D., Misselbrook, T., & Ma, L. (2020). The progress of composting technologies from static heap to intelligent reactor: Benefits and limitations. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122328. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122328>
- López, M. J., Jurado, M. M., López-González, J. A., Estrella-González, M. J., Martínez-Gallardo, M. R., Toribio, A., & Suárez-Estrella, F. (2021). Characterization of thermophilic lignocellulolytic microorganisms in composting. *Frontiers in Microbiology*, 12, 697480. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.697480>
- Lu, S. G., Imai, T., Li, H. F., Ukita, M., Sekine, M., & Higuchi, T. (2001). Effect of enforced aeration on in-vessel food waste composting. *Environmental Technology*, 22(10), 1177–1182. <https://doi.org/10.1080/09593332208618200>
- Luangwilai, T., Sidhu, H., & Nelson, M. (2021). Understanding the factors affecting the self-heating process of compost piles: Two-dimensional analysis. *Proceedings Engineering Mathematics and Applications Conference*, 63, C15–C29. <https://doi.org/10.21914/anziarnj.v63.17119>
- Manyapu, V., Shukla, S., Kumar, S., Rajendra K. (2017). In-vessel composting: a rapid technology for conversion of biowaste into compost. *Open Access International Journal of Science and Engineering*, 2, 58–63.
- Nkansah, J. B., Oduro-Kwarteng, S., Essandoh, H. M. K., & Kuffuor, R. A. (2022). Enhancing food waste compost quality with nutrient amendments. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 11, 15–31. <https://doi.org/10.30486/ijrowa.2021.1901356.1121>
- Sołowiej, P., Pochwatka, P., Wawrzyniak, A., Łapinski, K., Lewicki, A., & Dach, J. (2021). The effect of heat removal during thermophilic phase on energetic aspects of biowaste composting process. *Energies*, 14(4), 1183. <https://doi.org/10.3390/en14041183>



- Wang, G., Kong, Y., Yang, Y., Ma, R., Shen, Y., Li, G., & Yuan, J. (2022a). Y. Superphosphate, biochar, and a microbial inoculum regulate phytotoxicity and humification during chicken manure composting. *The Science of the Total Environment*, 2022, 153958. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3985470>
- Wang, H., Qin, Y., Xin, L., Nan, Q., Xu, X., Zhao, C., Wu, W. (2024). Pilot-scale study of innovative mechanically-enhanced dynamic composting for treating kitchen waste. *Bioresource Technology*, 394, 130176. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.130176>
- Wang, X., He, X., & Liang, J. (2022b). Succession of Microbial Community during the Co-Composting of Food Waste Digestate and Garden Waste. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 9945. <https://doi.org/10.3390/ijerph19169945>
- Zucconi, F., Pera, A., Forte, M., & De Bertoldi, M. (1981). Evaluating compost maturity by phytotoxicity tests. *Compost Science*, 22(2), 43–50.



การผลิตและการตลาดผักอีโนนของเกษตรกร ตำบลสวาย
อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

Production and Marketing of Pak E-nun (*Adenia viridiflora* Craib)
of Farmers in Sawai Subdistrict, Mueang District, Surin Province

จิราภา เข้าเมือง¹, วรวุฒิ คำพิทุล¹ และ อรุณี พรหมคำบุตร^{1*}

Jirapa Khaomueang¹, Worawut Khampithun¹ and Arunee Promkhambut^{1*}

¹สาขาวิชาการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* Corresponding author: arunee@kku.ac.th

Received: date; December 2025 Accepted: date; December 2025 Published: date; December 2025

บทคัดย่อ

ผักอีโนนเป็นผักพื้นบ้านที่มีคุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณด้านสมุนไพร การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อศึกษารูปแบบการผลิต ระบบการตลาด และปัญหาของเกษตรกรผู้ปลูกผักอีโนนในตำบลสวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึกกับเกษตรกร 6 ราย ที่คัดเลือกแบบเจาะจง โดยคัดเลือกเกษตรกรที่มีประสบการณ์ ผลการศึกษาพบว่า สามารถจำแนกระบบการผลิตได้ 4 ระบบตามขนาดพื้นที่และวัตถุประสงค์การผลิต ได้แก่ ระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบหลากหลายพันธุ์ ระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบพันธุ์เดียว ระบบกึ่งพาณิชย์ขนาดกลาง และระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็ก ทั้งนี้ เกษตรกรปลูกโดยใช้พันธุ์ทวายเป็นหลัก มีการให้น้ำสม่ำเสมอวันละ 2 ครั้ง ใช้ปุ๋ยผสมระหว่างปุ๋ยเคมีและอินทรีย์ ในปีการผลิต 2567/68 มีผลผลิต 410-600 กิโลกรัม/ไร่ เกษตรกรมีรายได้สุทธิ 22,830-32,310 บาท/ไร่ โดยพบว่า ระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ได้ผลผลิตต่อไร่เท่ากับระบบขนาดเล็ก สะท้อนข้อจำกัดด้านแรงงานที่กระทบประสิทธิภาพการผลิต การตลาดพบว่า เกษตรกรจำหน่ายผ่านพ่อค้าคนกลางร้อยละ 60 และผ่านชุมชน ร้อยละ 40 เกษตรกรในแต่ละระบบการผลิตมีระดับความรุนแรงของปัญหาการผลิตและการตลาดแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ราคาผลผลิตตกต่ำ การขายผ่านพ่อค้าคนกลางเป็นหลัก และต้นทุนปุ๋ยเคมีสูงขึ้นเป็นปัญหาสำคัญของทุกระบบการผลิต แนวทางการพัฒนาการผลิตและการตลาดผักอีโนนสำหรับเกษตรกรทุกระบบการผลิต คือ (1) การส่งเสริมเกษตรกรในการรวมกลุ่มเพื่อเพิ่มอำนาจในการต่อรองทางการตลาด การจัดซื้อปัจจัยการผลิตร่วมกัน และการถ่ายทอดความรู้ระหว่างสมาชิก (2) การส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ลดการใช้ปุ๋ยเคมี และ (3) การพัฒนาช่องทางการตลาดในรูปแบบใหม่ ลดการพึ่งพาตลาดแบบดั้งเดิมและเพิ่มโอกาสทางการขาย นอกจากนี้สำหรับเกษตรกรที่มีปัญหาเฉพาะ โดยเฉพาะระบบการผลิตเพื่อบริโภคขนาดเล็กซึ่งมีข้อจำกัดในด้านเกษตรกรสูงอายุ และช่องทางการตลาดมีจำกัด ควรมีการพัฒนาทักษะในการผลิตต้นพันธุ์เพื่อจำหน่าย หรือการแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้หลากหลายขึ้น เช่น ผักดอง หรือผักแห้ง นอกจากนี้ ยังควรมีการจับคู่กับเกษตรกรรุ่นใหม่เพื่อสนับสนุนการเข้าถึงตลาดและเทคโนโลยีใหม่ๆ

คำสำคัญ: ผักสาบ, ผักพื้นบ้าน, การผลิตและการตลาด, *Adenia viridiflora* Craib, สุรินทร์



ABSTRACT

Pak E-nun (*Adenia viridiflora* Craib) is a local vegetable with high nutritional value and herbal medicinal properties. This study aimed to investigate production systems, marketing systems, and problems faced by Pak E-nun farmers in Sawai Sub-district, Mueang District, Surin Province. A qualitative research approach was employed, using in-depth interviews with 6 purposively selected experienced farmers. The findings revealed that production systems could be classified into four types based on farm size and production objectives: large-scale commercial diversified variety system, large-scale commercial single variety system, medium-scale semi-commercial system, and small-scale subsistence system. Farmers primarily cultivated the Thawai variety with regular irrigation twice daily and mixed application of chemical and organic fertilizers. In the 2024/2025 growing season, yields ranged from 410-600 kilograms per rai, generating net income of 22,830-32,310 baht per rai. Notably, large-scale commercial systems achieved similar yields per rai as small-scale systems, reflecting labor constraints affecting production efficiency. Marketing analysis showed that farmers sold 60% of their produce through middlemen and 40% through community channels. Farmers in different production systems experienced varying levels of severity in production and marketing problems. However, declining product prices, high dependency on middlemen, and rising chemical fertilizer costs were identified as major problems across all production systems. Development guidelines for production and marketing of Pak E-nun applicable to all farmers include: (1) promoting farmer group formation to enhance bargaining power in marketing, collective procurement of production inputs, and knowledge exchange among members; (2) encouraging farmers to produce and use organic fertilizers to reduce chemical fertilizer dependency; and (3) developing alternative marketing channels to reduce reliance on traditional markets and increase sales opportunities. Additionally, for farmers facing specific challenges, particularly those in small-scale subsistence systems with constraints such as elderly farmers and limited marketing channels, skills development in seedling production for sale or product processing (such as pickled or dried vegetables) should be promoted. Furthermore, pairing with young farmers should be facilitated to support access to markets and new technologies.

Keywords: Pak sarb, Local vegetables, Production and marketing, *Adenia viridiflora* Craib, Surin



บทนำ

ผักพื้นบ้านเป็นทรัพยากรอาหารที่มีคุณค่าทั้งด้านโภชนาการและวัฒนธรรมท้องถิ่น เนื่องจากมีความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งของภูมิปัญญาการบริโภคของชุมชนไทย โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีชนิดผักพื้นบ้านหลากหลายที่นำมาประกอบอาหารได้หลายเมนู ปัจจุบันกระแสการบริโภคอาหารปลอดภัยและการส่งเสริมผักพื้นบ้านมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผักพื้นบ้านหลายชนิดมีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงขึ้น (เก นันทะเสน และวราภรณ์ นันทะเสน, 2566)

ผักอินูน หรือ ผักสาบ (*Adenia viridiflora* Craib) เป็นไม้เถาที่พบขึ้นตามป่า และมีการนำมาบริโภคเป็นผักพื้นบ้านในหลายพื้นที่ โดยมีรายงานว่ามีความสำคัญทางโภชนาการและสรรพคุณด้านสมุนไพร รวมถึงถูกจัดเป็นพืชสมุนไพรท้องถิ่นที่มีการใช้ในหลายชุมชน (เรณู ขำเลิศ และคณะ, 2561; Wannasaksri et al, 2021) นอกจากนี้ ผักอินูนสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลากหลาย เช่น แกงเลียง แกงอ่อม หรือรับประทานสดร่วมกับน้ำพริก จึงทำให้มีความต้องการบริโภคและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น (เรณู ขำเลิศ และ อัจฉรย์ สุขธำรง, 2561)

ตำบลสวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ เป็นหนึ่งในพื้นที่สำคัญที่มีการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวผักอินูน เนื่องจากมีสภาพดินและภูมิอากาศที่เหมาะสม ตลอดจนมีภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการจัดการการผลิตของเกษตรกร ทำให้ผักอินูนจากพื้นที่มีคุณภาพดีและสามารถจำหน่ายผ่านช่องทางต่าง ๆ ทั้งตลาดท้องถิ่นและผู้ค้าคนกลาง (สำนักงานเกษตรจังหวัดสุรินทร์, 2566)

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าตำบลสวายมีพื้นที่ปลูกผักอินูนมากกว่าตำบลอื่นในเขตพื้นที่อำเภอเมือง ซึ่งสะท้อนความสำคัญทางเศรษฐกิจในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตและการตลาดผักอินูนในพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้น การศึกษาการผลิตและการตลาดผักอินูนของเกษตรกรตำบลสวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จึงมีความสำคัญ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการผลิต ระบบการตลาด ตลอดจนปัญหาและโอกาสในการพัฒนาข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประกอบในการวางแผนเพื่อยกระดับประสิทธิภาพการผลิต ส่งเสริมความสามารถแข่งขันของเกษตรกร ซึ่งจะส่งผลต่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืน

วิธีการดำเนินการ

1. ผู้ให้ข้อมูล

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งพบว่าเกษตรกรที่มีการปลูกแบบรวมกลุ่ม และไม่รวมกลุ่ม โดยแบ่งเป็นเกษตรกรที่มีการปลูกแบบรวมกลุ่มจำนวน 3 ราย และเกษตรกรที่ปลูกแบบไม่รวมกลุ่มจำนวน 3 ราย โดยทั้งสองลักษณะมีการคัดเลือกตามขนาดพื้นที่การผลิตที่แตกต่างกัน ได้แก่ เกษตรกรที่มีขนาดพื้นที่ปลูกมาก ปานกลาง และน้อย ทั้งนี้ การจัดสรรกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อสะท้อนความหลากหลายของรูปแบบการผลิตผักอินูนในพื้นที่ และได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนเกษตรกรทุกประเภท ตามแนวทางการเลือกผู้ให้ข้อมูลสำคัญตามวิธีการวิเคราะห์ชุมชนแบบ Rapid Rural Appraisal (RRA) (Khon Kaen University, 1987) โดยเกษตรกรต้องมีประสบการณ์ในการปลูกผักอินูนมากกว่า 1 ปี อาศัยอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย และยินยอมในการให้ข้อมูล ผู้วิจัยเลือกเกษตรกรรวมจำนวนทั้งสิ้น 6 ราย ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนผู้ให้ข้อมูลเพื่อศึกษารณีศึกษา ซึ่งระบุไว้จำนวนอย่างน้อย 4 คน ตาม Creswell (2022)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วิธีการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) โดยผู้วิจัยได้จัดทำประเด็นคำถาม (Sub-topics) เพื่อใช้เป็นกรอบในการพูดคุยกับผู้ให้ข้อมูล โดยมีประเด็นหลักที่ครอบคลุมทั้งด้านการผลิตและการตลาดผักอินทรีย์ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้ ข้อมูลพื้นฐานเกษตรกรและฟาร์ม ประกอบด้วย อายุ ประสบการณ์ในการปลูกผักอินทรีย์ ขนาดพื้นที่เพาะปลูก และปริมาณผลผลิต เพื่อทำความเข้าใจพื้นฐานและบริบทของผู้ให้ข้อมูลในแต่ละราย กระบวนการผลิตผักอินทรีย์ ประกอบด้วย วิธีการปลูก การดูแล การจัดการศัตรูพืช รวมถึงต้นทุนและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแปลง การตลาดผักอินทรีย์ โดยผู้ศึกษามีการประยุกต์ใช้ส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix: 4Ps) คือ Product (สินค้า) Price (ราคา) Place (ช่องทางจัดจำหน่าย) และ Promotion (การส่งเสริมการตลาด) (Kotler & Keller, 2016) เป็นกรอบแนวคิดในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ชนิดและคุณภาพผลผลิตที่จำหน่าย ราคาที่จำหน่าย สถานที่จำหน่าย ช่องทางการจำหน่ายและรูปแบบการจัดจำหน่าย กลยุทธ์การกำหนดราคา และการส่งเสริมการขาย รวมถึงปัญหาด้านการตลาด นอกจากนี้ ยังรวบรวมความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับระดับปัญหาในการผลิตและการตลาดในประเด็นต่างๆ ที่ได้จากการสัมภาษณ์ โดยใช้ระดับคะแนน 1-5 คะแนน โดย 1 หมายถึง มีปัญหาน้อยที่สุด 2 หมายถึง มีปัญหาน้อย 3 หมายถึง มีปัญหามาก 4 หมายถึง มีปัญหามาก และ 5 หมายถึง มีปัญหามากที่สุด และแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับปัญหาในแต่ละด้าน ดังนี้ น้อยที่สุด (1.00-1.80) น้อย (1.81-2.60) ปานกลาง (2.61-3.40) มาก (3.41-4.20) และ มากที่สุด (4.21-5.00)

3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เริ่มจากการศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการตลาดผักอินทรีย์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เป็นประเด็นสำคัญสำหรับกำหนดประเด็นคำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย หลังจากทีมวิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจน และความเหมาะสมของเนื้อหา

4. วิธีการรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตและการตลาดปีการเพาะปลูก 2567/68 โดยผู้วิจัยได้ติดต่อและนัดหมายเกษตรกรผู้ให้ข้อมูลล่วงหน้า กำหนดวันและเวลาให้เหมาะสมกับความสะดวกของเกษตรกรแต่ละราย ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล เดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 จากนั้นจึงดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้างตามประเด็นคำถาม (Sub-topics) ที่ได้เตรียมไว้ โดยการสัมภาษณ์แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 60-90 นาทีต่อราย ระหว่างการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้บันทึกเสียงการสนทนาโดยได้รับความยินยอมจากผู้ให้ข้อมูล พร้อมทั้งจดบันทึกประเด็นสำคัญและข้อสังเกตลงในบันทึกภาคสนาม (Field notes) เพื่อประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลภายหลัง เมื่อการสัมภาษณ์เสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสนทนา เพื่อยืนยันว่าเนื้อหาที่บันทึกไว้นั้นตรงกับข้อเท็จจริงและมุมมองของเกษตรกร

5. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้วิธีการวิเคราะห์แก่นสาร (Thematic analysis) (Naeem, Ozuem, Howell & Ranfagni, 2023) ซึ่งเน้นการจัดหมวดหมู่และตีความข้อมูลตามประเด็นที่ศึกษา ขั้นแรก ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลตามประเด็นหลักและประเด็นย่อยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงจัดทำตารางเปรียบเทียบเพื่อระบุ Theme ของแต่ละ



กลุ่ม เพื่อนำไปสู่การมองหาความเหมือนและความแตกต่างในข้อมูล ต่อมาผู้วิจัยได้เชื่อมโยงแนวคิด (Concept) และวิเคราะห์รูปแบบ (Patterns) ที่ปรากฏในข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นต่าง ๆ สุดท้ายเป็นการตีความและสังเคราะห์ผล (Interpretation and synthesis) สำหรับประเด็นสำคัญที่ใช้ในการจำแนกข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ กระบวนการผลิตผักอินทรีย์ การตลาดและช่องทางจำหน่าย ปัญหา และโอกาส

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

1. ข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ในตำบลสวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้จำแนกประเภทครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ในพื้นที่ โดยใช้แนวคิดระบบการฟาร์ม (Farming systems) เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกคือ วัตถุประสงค์ในการผลิตและขนาดพื้นที่ในการผลิต (Food and Agriculture Organization, 1990) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระบบ คือ ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่ใช้พันธุ์แบบหลากหลาย (Large Commercial-Diversified) ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ใช้พันธุ์เดียว (Large Commercial-Specialized) ระบบการผลิตแบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลาง (Medium Semi-commercial) และระบบการผลิตเพื่อบริโภคขนาดเล็ก (Small Subsistence) โดยพบว่า เกษตรกรที่มีรูปแบบการผลิต แบบระบบการผลิตแบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลาง และระบบการผลิตเพื่อบริโภคขนาดเล็กมีจำนวนเกษตรกรต่อกลุ่มสูงกว่าระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ และมีขนาดพื้นที่การผลิตผักอินทรีย์ 1-2 ไร่ต่อครัวเรือน ในขณะที่ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่มีขนาดพื้นที่ 4 ไร่ (Table 1)

Table1 Farmers' and farms' characteristics of E-nun vegetable farmers

Items	Farmer types			
	Large Commercial-Diversified	Large Commercial-Specialized	Medium Semi-commercial	Small Subsistence
1. Number of farmers belong to the group	1	1	2	2
2. Age (years)	50	55	43 (24-62)	61 (55-67)
3. Number of agricultural laborers	2	2	1.5 (1-2)	2
4. E-nun production experience (years)	4	3	3.5 (3-4)	3
5. E-nun production area (rai)	4	4	2	1
6. Ratio of planted areas to agricultural laborers	2	2	1.33	0.5

Note: Data is average and range is presented in parentheses for more than 1 farmer per type

2. ระบบการผลิตและการตลาดผักอีหนูของเกษตรกร ตำบลสวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

2.1 ระบบการผลิต

2.1.1 สายพันธุ์ผักอีหนู

เกษตรกรตำบลสวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ทั้งหมดปลูกผักอีหนูพันธุ์ทวายเป็นหลัก เนื่องจากพันธุ์ทวายเป็นพันธุ์พื้นบ้าน ทนทานต่อโรค ให้ผลผลิตสูง และเป็นที่นิยมในตลาด โดยในระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่ใช้พันธุ์แบบหลากหลาย ได้แก่ พันธุ์ทวาย พันธุ์รักบี้ พันธุ์ปริโนง และพันธุ์หยอดน้ำ ซึ่งแบ่งประเภทตามลักษณะผล และลักษณะการออกผล เช่น ทวายที่ออกผลตลอดทั้งปี โดยชื่อพันธุ์เป็นชื่อที่เรียกโดยเกษตรกรในพื้นที่ (Figure 1) เกษตรกรซื้อต้นพันธุ์จากอำเภอใกล้เคียงในจังหวัดสุรินทร์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเน้นความหลากหลายของพันธุ์เพื่อกระจายความเสี่ยงและเพิ่มโอกาสทางการตลาด ส่วนในระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่ใช้พันธุ์เดียว เกษตรกรปลูกเพียงพันธุ์ทวายทั้งหมด 4 ไร่ โดยเกษตรกรเลือกใช้พันธุ์ทวายเนื่องจากเจริญเติบโตดีในพื้นที่ และให้ผลผลิตที่มากกว่าพันธุ์อื่น อย่างไรก็ตาม อาจมีความเสี่ยงสูงหากเกิดการระบาดของโรคและแมลง สำหรับระบบการผลิตแบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลาง เกษตรกรปลูกพันธุ์ทวายเป็นหลัก และมีใช้พันธุ์อื่นในบางส่วน ในขณะที่ ระบบการผลิตแบบเพื่อบริโภคขนาดเล็ก เกษตรกรทั้ง 2 ราย ปลูกผักอีหนูพันธุ์ทวายรายละเอียด 1 ไร่ เพื่อบริโภคในครัวเรือนเป็นหลัก (Table 2)

Table 2 Varieties of Pak E-nun planted by different types of farmers

Items Rai / Total Cultivated Area	Farmer types					
	Large	Large	Medium		Small Subsistence	
	Commercial- Diversified	Commercial- Specialized	Semi-commercial			
	Farmer 1 (4 rai)	Farmer 1 (4 rai)	Farmer 2 (2 rai)	Farmer 2 (2 rai)	Farmer 1 (1 rai)	Farmer 2 (1 rai)
1.Tawai variety	1	4	1	2	1	1
2. Rugby variety	1	-	-	-	-	-
3. Prinoeng variety	1	-	-	-	-	-
4. Yod Nam variety	1	-	-	-	-	-
5. Mixed varieties	-	-	1	-	-	-



(A) Tawai variety

(B) Rugby variety

(C) Pri-noeng variety

(D) Yod Nam variety

Figure 1 Different types of Pak E-nun, called by farmers, in the area. (A) Tawai variety, (B) Rugby variety, (C) Pri-noeng variety and (D) Yod Nam variety

โดยสรุป พบว่า พันธุ์หว่ายเป็นพันธุ์หลักที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุดในทุกระบบการผลิต ส่วนพันธุ์อื่น เช่น พันธุ์รักก็ พันธุ์ปรีโนง พันธุ์หยอดน้ำ และการปลูกหลายพันธุ์ผสมกัน พบในบางรายเท่านั้น มักปลูกเพื่อทดลองหรือเพิ่มความหลากหลายในการผลิตและการตลาด อาจเนื่องจากความแตกต่างด้านรสชาติของแต่ละสายพันธุ์ (เรณู ขำเลิศ และคณะ, 2561) และพบว่า เกษตรกรที่ปลูกพันธุ์ทางเลือกดังกล่าวมักเป็นผู้ที่มีขนาดพื้นที่ปลูกขนาดใหญ่และมีประสบการณ์ในการผลิต ซึ่งสะท้อนการยอมรับเทคโนโลยีใหม่และการกล้าทดลองสิ่งใหม่ของเกษตรกรกลุ่มนี้

2.1.2 การผลิตและปฏิทินการผลิตผักอินทรีย์

เกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ทั้ง 4 ระบบ ใช้แหล่งน้ำในการผลิตแตกต่างกันตามแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสาธารณะในชุมชน เช่น สระน้ำส่วนกลางของหมู่บ้าน บ่อบาดาล หรือประปาชุมชน เป็นต้น เกษตรกรทุกระบบปลูกโดยใช้กิ่งชำ (Figure 2A) และปลูกโดยใช้ค้ำ โดยเกษตรกรรายใหญ่และรายกลางใช้เสาซีเมนต์และเชือกพลาสติกซึ่งเป็นค้ำ (Figure 2B) โดยให้เหตุผลว่าเนื่องจากความคงทนของวัสดุทำให้ใช้ได้นาน ส่วนเกษตรกรรายเล็กใช้เสาไม้เป็นหลักหรือใช้ไม้ไผ่หรือไม้ต่างๆ ที่หาได้ง่ายในชุมชนเป็นค้ำ และต้นทุ่นต่ำ เกษตรกรรดน้ำด้วยสายยางและให้น้ำทุกวัน โดยให้น้ำช่วงเวลาเช้าและเย็น ด้านการบำรุงรักษา เกษตรกรนิยมใช้ทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีร่วมกัน เพื่อให้ผักเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสม่ำเสมอ ส่วนการป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชมักใช้วิธีผสมผสาน ทั้งการใช้สารชีวภัณฑ์และสารเคมี ในขณะที่ยังไม่มีการใช้สารเคมี เนื่องจากการผลิตเพื่อบริโภคเป็นหลัก ทั้งนี้ แรงงานที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่เป็นสมาชิกในครัวเรือน ซึ่งช่วยลดต้นทุนและทำให้การดูแลแปลงผักเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แสดงดัง Table 3

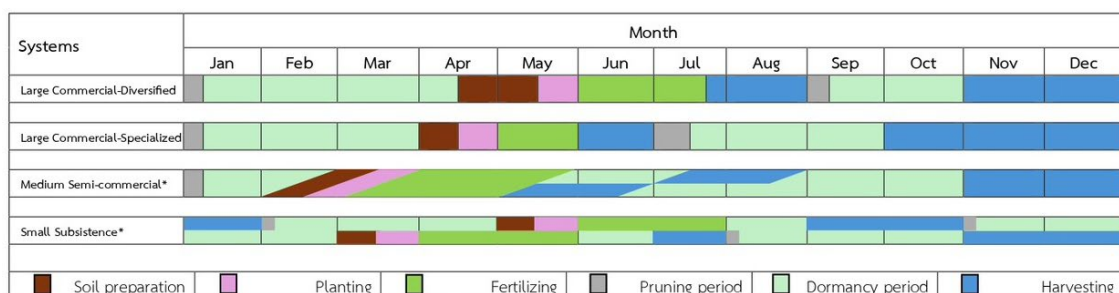


Figure 2 Seedlings (A) and growing conditions of farmers (B)

**Table 3** Comparison of agricultural practices across different production systems

Items	Production system			
	Large Commercial-Diversified	Large Commercial-Specialized	Medium Semi-commercial	Small Subsistence
1. Irrigation				
1.1 Irrigation resource	Community pond	Village groundwater well	Community pond/ Village tap water	Community pond/ Village tap water
1.2 Irrigation frequency	Daily, morning+evening	Daily, morning+evening	Daily, morning+evening	Daily, morning+evening
1.3 Irrigation method	Manual watering	Manual watering	Manual watering	Manual watering
2. Fertilizer application				
	15-15-15, 46-0-0 + manure	15-15-15, monthly	Manure / bio-extracts / 15-15-15	Manure + 15-15-15, every two months
3. Pest and disease control				
	Pesticide+ Biopesticide	Pesticide+ Biopesticide	Pesticide+ Biopesticide	Hand picking + Biopesticide

ปฏิทินการเพาะปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ทั้ง 4 ระบบ แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีช่วงเวลาในการการปลูกและการจัดการที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความพร้อมและความสะดวกของเกษตรกรในแต่ละรายและในแต่ละระบบ และการตัดแต่งต้นในระยะพักต้นที่แตกต่างกัน โดยพบว่า หากเกษตรกรมีการตัดแต่งต้นหนัก กล่าวคือตัดใบและเถามาก เนื่องจากการระบาดของแมลงศัตรูพืชจะทำให้การงอกของใบและยอดช้ากว่าคนที่ตัดแต่งใบที่เสียหายเพียงเล็กน้อย โดยหลังจากปลูกผักอินทรีย์แล้วเกษตรกรใส่ปุ๋ย ช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างกัน โดยระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 เพื่อเร่งยอดอ่อน และปุ๋ยสูตร 15-15-15 เพื่อบำรุงต้นจากนั้นใส่ปุ๋ยคอกในระยะเลื้อย และเริ่มเก็บผลผลิตรอบแรกช่วงเดือนมิถุนายน-เดือนสิงหาคม ส่วนระบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลาง ใช้ทั้งปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยคอกหรือจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม ต้นเริ่มออกดอกต้นเดือนพฤษภาคม-เดือนมิถุนายน เก็บผลผลิตได้ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม สำหรับระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็กเริ่มปลูกในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม ใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในระยะแรก และสูตร 15-15-15 ทุกสองเดือน เก็บผลผลิตรอบแรกได้ในช่วงเดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม เกษตรกรในทุกระบบการผลิตเก็บเกี่ยวผลผลิตรอบที่สองในช่วงเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม อย่างไรก็ตามระบบการผลิตเพื่อบริโภคขนาดเล็กมีช่วงเวลาการดำเนินงานแตกต่างกันอย่างชัดเจน ตั้งแต่ช่วงเวลาในการปลูก ซึ่งทำให้ลำดับกิจกรรมทั้งหมดภายในแปลงแตกต่างกัน (Figure 3)

**Figure 3** Crop calendar of Pak E-nun in the area



2.1.3 ผลผลิตผักอินูน

เกษตรกรในทุกระบบเก็บผลผลิตปีละสองรอบเหมือนกัน โดยส่วนใหญ่เก็บผลผลิตรอบที่ 1 ในหน้าฝนช่วงเดือนกรกฎาคม-เดือนสิงหาคม หรือเดือนกันยายน-เดือนตุลาคม ขึ้นกับช่วงเวลาที่เริ่มปลูก เนื่องจากผลผลิตเริ่มเก็บเกี่ยวได้ที่ 4 เดือนภายหลังการปลูกลงดิน เป็นต้นไป และรอบที่ 2 ในช่วงฤดูหนาว คือ เดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม โดยเกษตรกรเก็บผลผลิต 2 รูปแบบคือ เก็บยอดและเก็บผลอ่อน โดยเกษตรกรนิยมเก็บยอดไว้รับประทานในครัวเรือน และเก็บผลอ่อนเพื่อจำหน่าย โดยรายละเอียดผลผลิตของผลอ่อนแสดงใน Table 4

Table 4 Fruit yield of Pak E-nun across different production systems

Items	Production systems			
	Large Commercial-Diversified	Large Commercial-Specialized	Medium Semi-commercial	Small Subsistence
1. Number of production cycles per year	2	2	2	2
2. Production quantity (kg/cycle/rai)	250	300	205 (200/210)	250
3. Production quantity (kg/rai/year)	500	600	410	500

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิต พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละระบบ (Table 4) โดยระบบเชิงพาณิชย์แบบพันธุ์เดียวให้ผลผลิตสูงสุด 300 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรอบ หรือประมาณ 600 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีการผลิต ระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบหลากหลาย และระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็กให้ผลผลิตเฉลี่ย 250 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรอบ หรือประมาณ 500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีการผลิต และระบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลางให้ผลผลิตเฉลี่ย 205 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรอบ หรือประมาณ 410 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีการผลิต ข้อมูลที่ได้สะท้อนให้เห็นว่า ระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่มี land-labor ratio สูงกว่า (2 ไร่/คน) เมื่อเทียบกับระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็ก (0.5 ไร่/คน) แสดงว่าแรงงานแต่ละคนในระบบใหญ่ต้องดูแลพื้นที่มากกว่าระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็ก 4 เท่า อย่างไรก็ตาม การที่ทั้งสองระบบได้ผลผลิตเท่ากัน สะท้อนให้เห็นว่าระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่มีปัญหาการจัดการ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Yamauchi (2021) ที่ระบุว่าการขยายพื้นที่โดยไม่สอดคล้องกับแรงงาน จะเพิ่มต้นทุนในการจัดการ (Monitoring cost) และลดประสิทธิภาพการจัดการ ซึ่งอาจสะท้อนให้เห็นว่า ผักอินูนถึงแม้จะเป็นผักพื้นบ้าน แต่ต้องการการแรงงานในการจัดการ การขยายพื้นที่ปลูกโดยคำนึงถึงจำนวนแรงงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพราะระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบหลากหลายต้องใช้แรงงานในการคัดแยกพันธุ์ในช่วงเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ราคาสูง ในขณะที่ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ใช้พันธุ์เดียวถึงแม้จะมีสัดส่วนแรงงานต่อพื้นที่เท่ากัน แต่ไม่จำเป็นต้องคัดแยกผลผลิต

โดยสรุป จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าระบบการผลิตผักอินูนทั้ง 4 ระบบมีการให้น้ำ และการจัดการศัตรูพืชคล้ายกัน อย่างไรก็ตาม พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีและปริมาณผลผลิต และวัตถุประสงค์ของการปลูกแตกต่างกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายของรูปแบบการผลิตผักอินูน และประเด็นในการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยกระดับการผลิตในพื้นที่ศึกษา



2.1.4 ต้นทุนการผลิตผักอินูน

ต้นทุนการผลิตผักอินูนโดยจำแนกเป็นต้นทุนเริ่มต้น และต้นทุนผันแปรในการผลิต 2567/2568 พบว่า ในด้านต้นทุนเริ่มต้น ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่ใช้พันธุ์แบบหลากหลาย และระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ใช้พันธุ์เดียวมีต้นทุนการผลิตที่สูง ที่ 7,950 และ 8,080 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่มาจากต้นทุนในการทำค้ำ (ค่าเสาปูน) ในขณะที่ระบบการผลิตแบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลาง และระบบการผลิตเพื่อบริโภคขนาดเล็กมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเกษตรกรทั้ง 2 ระบบนี้ใช้ไม้ที่มีอยู่แล้วในการทำค้ำแทนการใช้เสาปูน ในขณะที่ต้นทุนผันแปร จะเห็นได้ว่าระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่ใช้พันธุ์แบบหลากหลายมีต้นทุนในการซื้อสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช อาจเนื่องมาจากขนาดพื้นที่ปลูกที่มากและการใช้พันธุ์ที่หลากหลายทำให้การดูแลไม่ทั่วถึงจึงจำเป็นต้องมีการใช้สารเคมีร่วมด้วย ซึ่งสะท้อนประเด็นปัญหาการจัดการเนื่องจากแรงงานไม่เพียงพอต่อพื้นที่ ดังที่กล่าวก่อนหน้านี้ (Table 5)

Table 5 Initial production costs and variable costs in 2024/2025 growing season of Pak E-nun across different production systems

Items	Production system			
	Large Commercial-Diversified	Large Commercial-Specialized	Medium Semi-commercial	Small Subsistence
Initial Costs (Baht/rai)				
1. Seedling cost	2,500	2,000	1,900	1,800
2. Land preparation cost	0	250	125	150
3. Trellis equipment cost	5,450	5,810	250	230
Total initial cost	7,950	8,080	2,375	1,180
Variable Costs (Baht/rai)				
1. Fertilizer cost	200	145	125	165
2. Water cost	0	0	10	5
3. Pesticide cost	200	0	0	0
Total variable cost	400	145	135	170
Total cost	8,350	8,225	2,510	1,350

ผลผลิตในการผลิตผักอินูนของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรในทุกะบบการผลิตมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่อยู่ระหว่าง 205–300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ใช้พันธุ์เดียวมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด ส่วนร้อยละการสูญเสียผลผลิต จะเห็นได้ว่าทุกระบบการผลิตมีการสูญเสียผลผลิต เนื่องจากการระบาดของแมลงศัตรูพืช และในขณะเดียวกันระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ทั้ง 2 ระบบมีร้อยละการสูญเสียผลผลิตที่มากกว่าระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดกลางและขนาดเล็ก เนื่องจากข้อจำกัดด้านแรงงาน โดยเฉพาะในการจัดการแปลงและการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและทันต่อระยะเก็บเกี่ยวของพืช เมื่อแรงงานไม่เพียงพอ เกษตรกรไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ทันเวลา ส่งผลให้ผลของผักอินูนแก่เกินไปจนไม่เหมาะสมสำหรับการจำหน่าย ทำให้สูญเสียผลผลิตเพิ่มขึ้น ข้อมูลแสดงดัง Table 6



ราคาขายและรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตผักอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า พันธุ์ทวายมีราคาขายเฉลี่ยที่ 60 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่พันธุ์ปริโนง และพันธุ์หยดน้ำมีราคาขายเฉลี่ยที่ 80 บาทต่อกิโลกรัม ในส่วนของรายได้จากการจำหน่ายผลผลิต พบว่า เกษตรกรมีรายได้ระหว่าง 11,550-16,200 บาทต่อไร่ต่อรอบ และเมื่อหักต้นทุนในการผลิตจะเห็นว่าเกษตรกรมีรายได้ระหว่าง 11,415-16,155 บาทต่อไร่ หรือระหว่าง 22,830-32,310 บาทต่อไร่ต่อปีการผลิต (Table 6)

Table 6 Income of of Pak E-nun across different production systems

Items	Production system			
	Large Commercial-Diversified	Large Commercial-Specialized	Medium Semi-Commercial	Small Subsistence
Average yield per cycle (kg/rai)	250	300	205	250
% Yield loss	8	10	6.13	6
Saleable yield (kg/rai/cycle)	230	270	192.5	235
Selling price (Baht/kg)	70*	60	60	60
Total income (Baht/rai/cycle)	16,100	16,200	11,550	14,100
Net income (Baht/rai/cycle)	15,700	16,155	11,415	13,930
Net income (Baht/rai/year)	31,400	32,310	22,830	27,860

Note: * Average Selling price: Tawai variety = 60, Rugby variety = 80, Prinoeng variety = 80 and Yod Nam variety = 60 (Baht/kg)

ถึงแม้ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่จะมีศักยภาพในการผลิตสูง แต่กลับมีรายได้สุทธิต่อไร่ต่ำกว่าระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดเล็ก ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากต้นทุนการผลิตที่สูงกว่า รวมถึงข้อจำกัดด้านแรงงานในการจัดการดูแลและเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตมากขึ้น นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นว่าผักอินทรีย์เป็นพืชที่ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิดและมีความไวต่อสภาพแวดล้อม หากขาดแรงงานที่เพียงพอหรือมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิต สอดคล้องกับการศึกษาของเรณู ขำเลิศ และคณะ (2561) ที่ระบุว่าผักอินทรีย์เป็นพืชที่มีความละเอียดอ่อนต่อการจัดการและไวต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก

2.2 ระบบการตลาดผักอินทรีย์

จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์หลักที่เกษตรกรในทุกะบบการผลิตจำหน่ายคือผลอ่อนของผักอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรในระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบหลากหลายพันธุ์มีการจำหน่ายต้นกล้าเพิ่มเติม เพื่อตอบสนองความต้องการของเกษตรกรรายอื่นที่ต้องการขยายพื้นที่ปลูก สำหรับราคาพบว่าเกษตรกรในทุกะบบการผลิตมีโครงสร้างราคาเช่นเดียวกัน แบ่งออกเป็น 2 ระดับตามช่องทางการจำหน่าย ได้แก่ (1) ราคา 60 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับการจำหน่ายตรงให้กับผู้บริโภคในชุมชน และ (2) ราคา 55 บาทต่อกิโลกรัม โดยพบว่า โดยรวมการจำหน่ายภายในชุมชนร้อยละ 40 ของปริมาณผลผลิตทั้งหมด โดยเกษตรกรนำผลผลิตไปจำหน่ายให้กับร้านค้า ตลาดสด หรือผู้บริโภคโดยตรง และการขายให้กับพ่อค้าคนกลางคิดเป็นร้อยละ 60 ซึ่งทำให้เกษตรกรสามารถจำหน่ายผลผลิตได้ในปริมาณมากในช่วงที่ผลผลิตมีปริมาณมาก แต่ในขณะเดียวกันราคาที่เกษตรกรจำหน่ายอาจขึ้นอยู่กับราคาที่พ่อค้าคนกลางกำหนด ในด้านช่องทางการจำหน่ายพบว่า เกษตรกรในระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบหลากหลายพันธุ์มีช่องทางการตลาดที่หลากหลายและ



ครอบคลุมมากที่สุด สามารถเข้าถึงตลาดที่อยู่ห่างไกลได้ ในขณะที่เกษตรกรในระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็กมีช่องทางการตลาดที่จำกัด โดยเน้นการจำหน่ายในชุมชนและพึ่งพาพ่อค้าคนกลางในท้องถิ่นเป็นหลัก ในด้านการส่งเสริมการขายพบว่า เกษตรกรในระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็กมีข้อจำกัดในการประชาสัมพันธ์ในการขายที่จำกัดเพียงการบอกปากต่อปากเท่านั้น อาจเนื่องจากวัตถุประสงค์ของการผลิตที่เน้นเพื่อบริโภคเท่านั้น และอาจเนื่องจากเกษตรกรสูงอายุทำให้มีข้อจำกัดด้านการใช้สื่อออนไลน์ และกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด ในขณะที่เกษตรกรในระบบการผลิตอื่นใช้การประชาสัมพันธ์ที่หลากหลาย เช่น การปรับลดราคาพิเศษในช่วงที่มีผลผลิตมากและการใช้โซเชียลในการประชาสัมพันธ์สินค้า เช่น การบอกต่อผ่านไลน์กลุ่มชุมชน และการประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทาง Facebook เป็นต้น ข้อมูลแสดงดัง Table 7

จากข้อมูลข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่า พ่อค้าคนกลางยังคงมีบทบาทสำคัญในระบบการตลาดผักอินทรีย์ของทุกระบบการผลิต เกษตรกรยังคงมีข้อจำกัดในการขยายตลาดและเพิ่มอำนาจต่อรองในระยะยาว นอกจากนี้ยังสะท้อนความหลากหลายของศักยภาพทางการตลาดของเกษตรกรในแต่ละระบบการผลิต

Table 7 Marketing information of Pak E-nun in the area according to the Marketing Mix (4P) of different production systems

4P	Details	Production systems			
		Large Commercial-Diversified	Large Commercial-Specialized	Medium Semi-Commercial	Small Subsistence
Product	1. Young fruits	✓	✓	✓	✓
	2. Seedlings	✓	-	-	-
Price	1. 60 Baht/kg: Direct sales with consumers within the community	✓	✓	✓	✓
	2. 55 Baht/kg: Sales through middlemen (Price based on negotiation)	✓	✓	✓	✓
Place	1. Direct within the community				
	1.1 Local shops	✓	✓	✓	✓
	1.2 Fresh markets	✓	✓	-	-
	1.3 Local consumers	✓	✓	✓	✓
	2. Sales through middlemen				



4P	Details	Production systems			
		Large Commercial-Diversified	Large Commercial-Specialized	Medium Semi-Commercial	Small Subsistence
	2.1 Middlemen in the district.	✓	✓	✓	✓
	2.2 Middleman sell in other districts	✓	-	-	-
	2.3 Middleman sell in larger cities	✓	✓	-	-
Promotion	1. Word-of-mouth within the community	✓	✓	✓	✓
	2. Special price during periods of high production	✓	✓	✓	-
	3. Use of social media or community Line groups	✓	✓	✓	-

ข้อมูลจาก Figure 4 จะเห็นได้ว่า ระบบการผลิต และการตลาดผักอินทรีย์ในตำบลสวาย เป็นระบบที่ต้องพึ่งพิงภายนอก โดยเฉพาะแหล่งปัจจัยการผลิต เช่น ต้นพันธุ์ เนื่องจากการขยายพันธุ์ต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะ และปุ๋ย และการตลาด

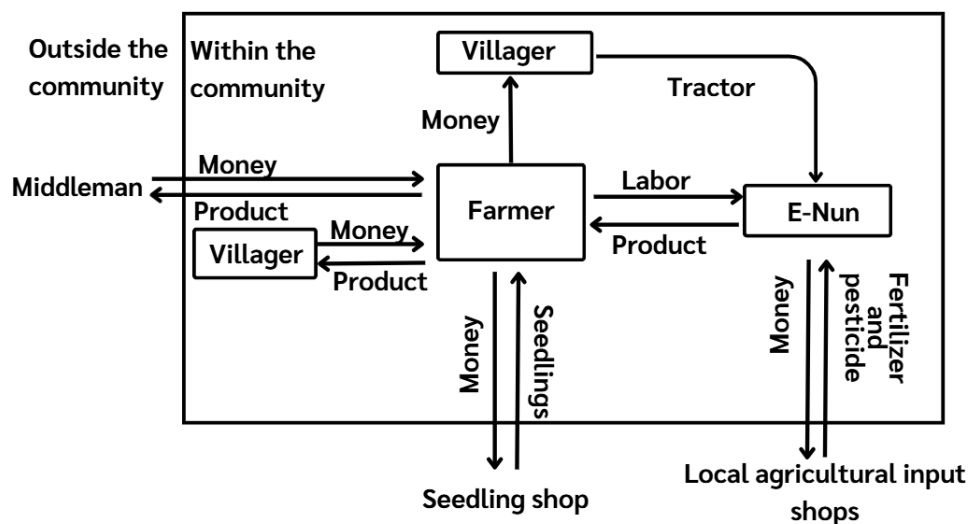


Figure 4 Flowchart of Pak E-nun Growers in Sawai Sub-district, Mueang District, Surin Province

3. ปัญหาและโอกาสในการพัฒนาการผลิตและการตลาดผักอินทรีย์ของเกษตรกรตำบลสวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

จากการศึกษา พบว่าเกษตรกรในทุกระบบการผลิตประสบปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ระดับของปัญหาของแต่ละระบบแตกต่างกัน ดัง Figure 5 ดังนี้

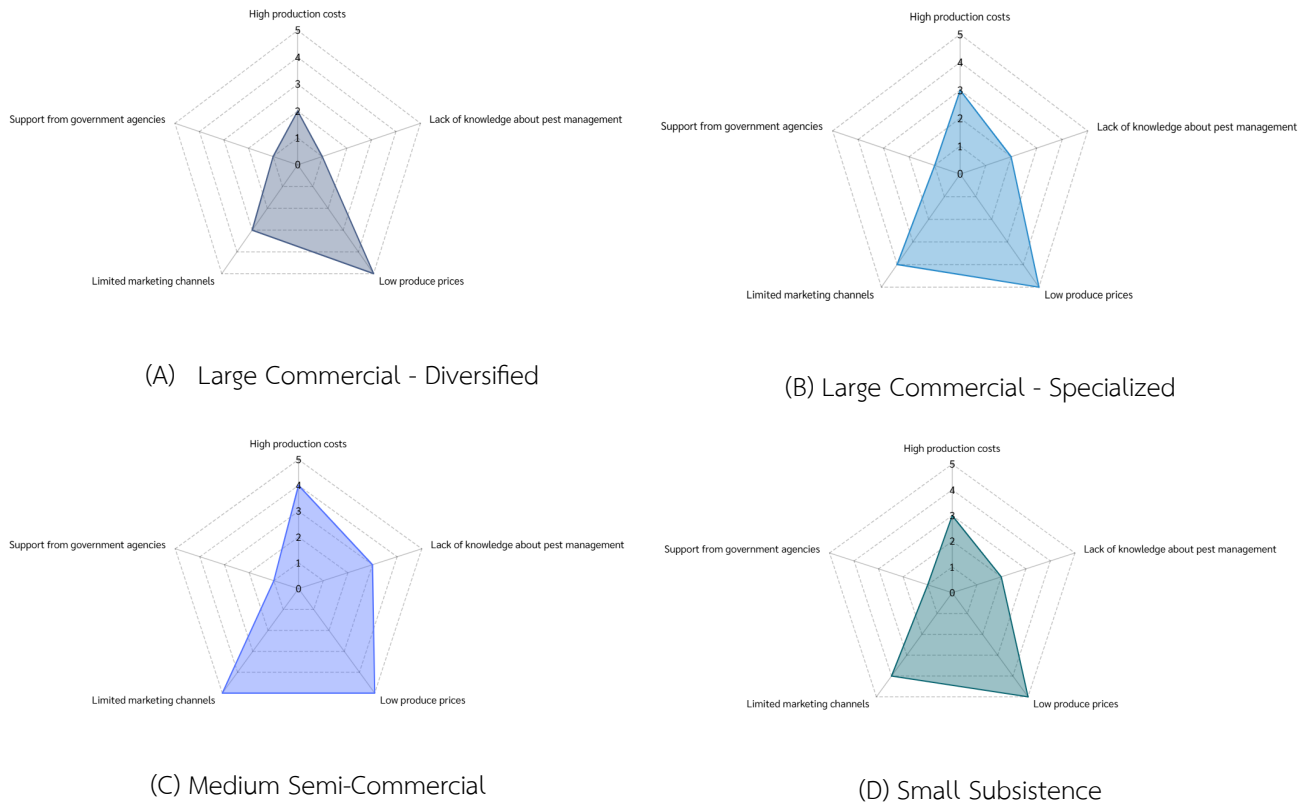


Figure 5 Farmers' opinions on the levels of production and marketing problems of different production systems

3.1 ปัญหาการผลิตและการตลาด

3.1.1 ปัญหาด้านการผลิต

เกษตรกรที่ผลิตในระบบการผลิตแบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลาง ระบุว่าปัญหาด้านทุนการผลิตสูงเป็นปัญหาสำคัญในระดับมาก ส่วนระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ใช้พันธุ์เดียว และระบบการผลิตเพื่อบริโภคขนาดเล็ก ให้ความคิดเห็นว่าปัญหาด้านทุนการผลิตสูงอยู่ในระดับปานกลาง โดยเฉพาะราคาปุ๋ยเคมีที่มีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นและกำไรลดลง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเปราะบางของระบบการผลิตที่พึ่งพาปัจจัยการผลิตจากภายนอกเป็นหลัก ทั้งในระบบการผลิตเพื่อจำหน่ายและเพื่อบริโภคเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม ระดับปัญหาการขาดองค์ความรู้ด้านการจัดการศัตรูพืช โดยเฉพาะหนอนผีเสื้อกะทกรกธรรมดา (*Cethosia cyane euanthes* Drury) ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญ (ปาริชาติ พรหมมิตร, สรีนัทธ บำเพ็ญเพียรธรรม, และจริยา รอดดี, 2563) ความเห็นของเกษตรกรทุกระบบชี้ให้เห็นว่า ยังไม่ใช่วิธีการรุนแรง โดยเกษตรกรให้ระดับความรุนแรงของปัญหาอยู่ที่ระดับน้อยที่สุด - น้อย ยกเว้นเกษตรกรในระบบการผลิตแบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลางที่ให้ความเห็นว่าเป็นปัญหาสำคัญระดับปานกลาง

เกษตรกรรายงานว่า การเข้าทำลายของหนอนผีเสื้อกะทกรกธรรมดา ส่งผลให้ผลผลิตเสียหายเป็นจำนวนมาก (Figure 5) อย่างไรก็ตาม เกษตรกรอาจจะยังสามารถจัดการปัญหาได้ด้วยตนเองระดับหนึ่ง เช่น การใช้สารเคมีเคมี การตัดแต่งใบ และยอดที่เสียหาย หรือการจำหน่ายผลผลิตที่เสียหายในราคาที่ลดลง จึงให้ระดับความรุนแรงของปัญหาลดต่ำ

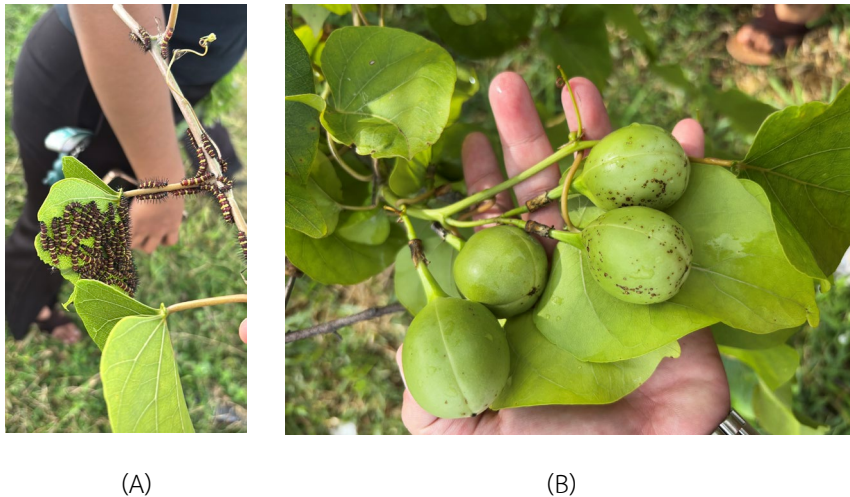


Figure 6 Larva of *Cethosia cyane euanthes* Drury (A) and fruits damaged by insects (B)

3.1.2 ปัญหาด้านการตลาด

เกษตรกรทุกระบบการผลิตประสบปัญหาด้านการตลาดในระดับมากที่สุด คือ ราคาผลผลิตตกต่ำ จากการศึกษาของเรณู ขำเลิศ และคณะ (2561) ระบุว่าดอกสด ผลสด และใบของผักอินทรีย์สามารถขายได้กิโลกรัมละ 200-300 บาท ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากมีเกษตรกรรายใหม่หันมาปลูกผักอินทรีย์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตออกสู่ตลาดมากขึ้น จากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่า ราคาผักอินทรีย์ในปี พ.ศ. 2566 ลดลงเหลือ 100-120 บาทต่อกิโลกรัม ปี พ.ศ. 2567 ลดลงเหลือ 90-100 บาทต่อกิโลกรัม และปัจจุบันเหลือเพียง 60-80 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าราคาผักอินทรีย์ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยลดลงร้อยละ 73.33 (เทียบจากราคาสูงสุด 300 บาท ลดลงเหลือ 80 บาท) ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อรายได้และความมั่นคงทางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ นอกจากนี้ ยังพบว่า เกษตรกรในระบบการผลิตแบบกึ่งพาณิชย์ขนาดปานกลางประสบปัญหาช่องทางการจัดจำหน่ายที่จำกัดในระดับมากที่สุด ส่วนระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ใช้พันธุ์เดียว และระบบการผลิตเพื่อบริโภคขนาดเล็กประสบปัญหาในระดับมาก อย่างไรก็ตาม ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่ใช้พันธุ์แบบหลากหลายเป็นระบบเดียวที่ระบุว่าเป็นปัญหาในระดับปานกลาง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความหลากหลายของพันธุ์ที่ใช้ทำให้สามารถจำหน่ายต้นกล้าที่เป็นพันธุ์ใหม่ได้ ในขณะที่เดียวกันยังสามารถจำหน่ายผลอ่อนของพันธุ์อื่นที่ไม่ใช่พันธุ์หายได้ ในราคาที่สูงกว่าพันธุ์หาย อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่เกษตรกรยังต้องพึ่งพาพ่อค้าคนกลางที่เข้ามาซื้อในพื้นที่ยังคงประสบปัญหาในการต่อรองราคา และจำเป็นต้องจำหน่ายผลผลิตตามราคาที่พ่อค้าคนกลางเป็นผู้กำหนด โดยเฉพาะในช่วงที่ปริมาณผลผลิตมีจำนวนมาก

เกษตรกร ทั้ง 4 ระบบ แสดงความเห็นว่าเป็นปัญหาการขาดการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐมีระดับน้อยที่สุด ทั้งนี้ จากการศึกษาพบว่า ยังไม่มีการสนับสนุนหรือส่งเสริมเกี่ยวกับผักอินทรีย์จากหน่วยงานภาครัฐทั้งหน่วยงานราชการ และมหาวิทยาลัยในพื้นที่ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะผักอินทรีย์เป็นผักพื้นบ้าน และเพาะปลูกเฉพาะบางพื้นที่เท่านั้น อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมและพัฒนาพืชอัตลักษณ์เฉพาะท้องถิ่นเพื่อสร้างความหลากหลายทางอาชีพให้กับเกษตรกรตาม



แนวคิดเศรษฐกิจแบบ Bio-Circular-Green (BCG economy) จากผักอินทรีย์จะสามารถยกระดับเศรษฐกิจฐานรากของชุมชนได้อีกทางหนึ่ง ข้อมูลจากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อประกอบการศึกษาเชิงลึกในการวางแผนแก้ไขปัญหาและพัฒนากระบวนการผลิตผักอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

3.2 โอกาสและแนวทางในการพัฒนา

โอกาสในการพัฒนา จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ตำบลสวาย อำเภอมือง จังหวัดสุรินทร์ มีคู่แข่งทางการตลาดค่อนข้างน้อย อาจเนื่องมาจากผักอินทรีย์เป็นพืชเฉพาะถิ่น ดังนั้น เกษตรกรในพื้นที่จึงมีข้อได้เปรียบด้านประสบการณ์และความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ขยายตลาด และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผักอินทรีย์ในอนาคต

แนวทางการปรับปรุงการผลิตและการตลาดของเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ตำบลสวาย อำเภอมือง จังหวัดสุรินทร์ ในแต่ละระบบการผลิต แสดงดัง Table 8 ซึ่งเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมทั้งส่งเสริมศักยภาพที่พบ โดยในทุกกระบวนการผลิตซึ่งประสบปัญหาร่วมกันคือ ราคาผลผลิตลดลง การพึ่งพาพ่อค้าคนกลาง และราคาปุ๋ยเคมีที่สูงขึ้น แนวทางการพัฒนา ประกอบด้วย (1) ส่งเสริมเกษตรกรในการรวมกลุ่มเพื่อเพิ่มอำนาจในการต่อรองทางการตลาด การจัดซื้อปัจจัยการผลิตร่วมกัน และการถ่ายทอดความรู้ระหว่างสมาชิก (2) ส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ลดการใช้ปุ๋ยเคมี หรือการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้โดยเกษตรกรในพื้นที่อยู่แล้ว เพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชอย่างช้า ๆ และสมำเสมอ (ปิณฑิ ชัยลาภ, ธนาวุฒิ ตีบุตชา และ อนุวัฒน์ พลทิพย์, 2561) และ (3) พัฒนาช่องทางการตลาดในรูปแบบใหม่ ๆ เช่น ตลาดออนไลน์ หรือตลาดชุมชน ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาตลาดแบบดั้งเดิมและเพิ่มโอกาสทางการขาย โดยการสนับสนุนและส่งเสริมดังกล่าวควรเป็นการทำงานร่วมกันของหน่วยงานภาครัฐ และมหาวิทยาลัยในพื้นที่เพื่อวิจัยและถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่

นอกจากนี้ เกษตรกรในระบบระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่ใช้พันธุ์แบบหลากหลายยังสามารถขยายตลาดต้นกล้าในท้องถิ่นจากศักยภาพของตนเองที่มีมากขึ้น หรือระบบการผลิตเพื่อบริโภคขนาดเล็กซึ่งมีข้อจำกัดในด้านเกษตรกรสูงอายุ และช่องทางการตลาดมีจำกัด อาจพัฒนาทักษะในการผลิตต้นพันธุ์เพื่อจำหน่าย หรือการแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้หลากหลายขึ้น เช่น เป็นผักดอง หรือผักแห้ง นอกจากนี้ ยังควรมีการจับคู่กับเกษตรกรรุ่นใหม่เพื่อสนับสนุนการเข้าถึงตลาด โดยเฉพาะตลาดออนไลน์ เป็นต้น

Table 8 Guidelines for improving the production and marketing of Pak E-nun among farmers in Sawai Subdistrict, Mueang District, Surin Province

Target group	Main problems	Solution guidelines
	1. Declining product prices (73.33% decrease in 3 years) 2. High dependency on middlemen (60%)	1. Establish farmer groups
		- Pool products to enhance bargaining power
		- Collective procurement of production inputs
		- Knowledge exchange among members
		2. Promote organic fertilizer production and use



Target group	Main problems	Solution guidelines
Group 1 All Farmers	3. Rising chemical fertilizer costs	- Train farmers in compost production from local materials
		- Support knowledge of photosynthetic bacteria to reduce costs
		3. Develop alternative marketing channels
		- Online markets (Facebook, LINE)
		- Establish weekly farmers' markets
Group 2 Large-scale Commercial Systems (Both Types)	1. Labor constraints (2 rai/person) 2. 20% yield loss 3. Potential specific to diversified variety system	1. Improve labor efficiency
		- Hire temporary workers during harvest periods
		- Divide plot into management zones by pruning different zones at different times or different pruning levels to distribute labor use
		2. Apply machinery or labor-saving technology
		3. Expand premium variety sales (Diversified system only)
		- New variety seedlings for selling (Rugby, Pri-noeng)
Group 3 Medium-scale Semi-commercial System	1. High production costs (high level) 2. Limited marketing channels (highest level) 3. Pest management knowledge (moderate level)	1. Urgently reduce production costs
		- Emphasize organic fertilizer, reduce chemical fertilizer
		- Study best-practice farmers
		2. Expand marketing channels
		- Join farmer groups
		- Develop online selling skills
		3. Enhance pest management knowledge
		- Train on pest management
Group 4 Small-scale Subsistence System	1. Limited marketing channels (community only) 2. Lack of technology skills 3. Elderly farmers	1. Increase income from by-products
		- Produce seedlings
		- Process products (pickled vegetables, dried vegetables)
		2. Develop marketing skills
		- Pair with young farmers for support
		3. Maintain existing community market
		- Build relationships with existing customers



สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ใช้แนวคิดระบบการทำฟาร์ม (Farming systems) เพื่อจำแนกความหลากหลายของเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ในตำบลสวาย อำเภอมือง จังหวัดสุรินทร์ ออกเป็น 4 ระบบตามขนาดพื้นที่และวัตถุประสงค์การผลิต ได้แก่ ระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบหลากหลายพันธุ์ ระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบพันธุ์เดียว ระบบกึ่งพาณิชย์ขนาดกลาง และระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็ก การจำแนกนี้ทำให้เห็นความแตกต่างที่สำคัญในแต่ละระบบทั้งด้านการผลิตและการตลาด ซึ่งจะนำไปสู่การส่งเสริมที่ตรงกับปัญหาและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

ผลการศึกษาพบประเด็นสำคัญ 3 ประเด็น คือ (1) ระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ให้ผลผลิตต่อไร่เท่ากับระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็ก (500 กิโลกรัม/ไร่/ปี) ทั้งที่มีอัตราส่วนแรงงานต่อพื้นที่แตกต่างกัน 4 เท่า สะท้อนปัญหาข้อจำกัดด้านแรงงานที่กระทบประสิทธิภาพการผลิต ส่งผลให้มีรายได้สุทธิต่อไร่ต่ำกว่า (22,830 บาท/ไร่ เทียบกับ 32,310 บาท/ไร่) (2) ราคาผักอินทรีย์ลดลงร้อยละ 73.33 ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา (จาก 300 บาท/กิโลกรัม เหลือ 80 บาท/กิโลกรัม) โดยเกษตรกรยังพึ่งพาพ่อค้าคนกลางถึงร้อยละ 60 โดยไม่มีอำนาจต่อรองราคา และ (3) เกษตรกรในแต่ละระบบมีช่องทางการตลาดและกลยุทธ์การส่งเสริมการขายที่แตกต่างกัน โดยระบบเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่แบบหลากหลายพันธุ์มีช่องทางการตลาดที่หลากหลายที่สุด สามารถเข้าถึงตลาดที่ห่างไกล และจำหน่ายทั้งผลอ่อนและต้นกล้า ในขณะที่ระบบเพื่อบริโภคขนาดเล็กมีช่องทางจำกัดเฉพาะในชุมชน

การจำแนกระบบการผลิตนี้ทำให้เห็นว่าเกษตรกรมีปัญหาและความต้องการที่เหมือนและแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีแนวทางการส่งเสริมในประเด็นที่มีเหมือนกัน และแนวทางที่เฉพาะเจาะจงสำหรับกลุ่มที่มีปัญหาและศักยภาพเฉพาะ การจำแนกระบบการผลิตตามแนวคิดนี้จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการออกแบบการส่งเสริมที่มีประสิทธิภาพและตรงกับบริบทของเกษตรกรแต่ละกลุ่ม

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้เป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการวางแผนยกระดับประสิทธิภาพการผลิต ออกแบบนโยบายส่งเสริมที่เหมาะสมกับแต่ละระบบการผลิต พัฒนากลไกตลาดที่เป็นธรรม และสร้างเครือข่ายเกษตรกรที่เข้มแข็ง ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนและเสริมสร้างความมั่นคงทางรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกผักพื้นบ้าน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรทั้ง 6 ราย ในตำบลสวาย อำเภอมือง จังหวัดสุรินทร์ ที่สละเวลาในการให้ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- เก นันทะเสน และวราภรณ์ นันทะเสน. (2566). มูลค่าทางเศรษฐกิจของผักพื้นบ้านที่ปลูกโดยผู้สูงอายุในเขตเทศบาลตำบลป่าไผ่ อำเภอสนทราย จังหวัดเชียงใหม่. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 42(6), 849-858. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/humsujournal/article/view/266120/181281>
- ปาริชาติ พรหมหิตร, สรีนัทธ บำเพ็ญเพียรธรรม, และจรียา รอดดี. (2563). อิทธิพลของพืชอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตและการวางไข่ของผีเสื้อกะทกรกธรรมดา *Cethosia cyane euanthes* Drury. แก่นเกษตร, 48(ฉบับพิเศษ 1), 765-772. https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=47_Ent03.pdf&id=4081&keeptrack=4
- ปิตินซ์ ไสลบาท, ธนาวุฒิ ตีบุตชา และ อนุวัฒน์ พลทิพย์. (2561). การใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำแม่น้ำสงครามตอนล่าง กรณีศึกษา: เกษตรกรกลุ่มปุ๋ยอินทรีย์ บ้านสามผง หมู่ที่ 15 ตำบลสามผง อำเภอสรีสงคราม จังหวัดนครพนม. วารสารวิทยาการสิ่งแวดล้อมไทย, 1(5), 48-61. <https://www.feejournals.com/wp-content/uploads/2021/11/8-%E0%B8%9B%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%93%E0%B8%B1%E0%B8%8A-15-v2.pdf>
- เรณู ขำเลิศ, อัครจรรย์ สุขอึ้ง, ปริญญา เทพณรงค์, ปิยรัชฎ์ ปริญญางษ์ เจริญทรัพย์ และ พรชัย จุฑามาศ. (2561). การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ผักอินูน. วารสารแก่นเกษตร, 46(พิเศษ 1), 333-337. <https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=O53%20Hor17.pdf&id=3029&keeptrack=68>
- เรณู ขำเลิศ และ อัครจรรย์ สุขอึ้ง. (2561). โครงการการอนุรักษ์ ปลูกเลี้ยง เก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักอินูน (*Adenia viridiflora* Craib) เพื่อเข้าสู่ระบบเชิงพาณิชย์. (รายงานการวิจัย). ม.ป.ท.; ม.ป.พ. <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/7832>
- สำนักงานเกษตรจังหวัดสุรินทร์. (2566). รายงานการพัฒนาการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรจังหวัดสุรินทร์. ค้นเมื่อ 3 กันยายน 2568. จาก <https://surin.doe.go.th/mueangsurin/>.
- Creswell, J. W. (2022). A Concise Introduction to Mixed Methods Research (2nd ed.). USA: SAGE Publications.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1990). Guidelines for the conduct of a training course in farming system development. Italy: Rome
- Khon Kaen University. (1985). Rapid Rural Appraisal. Proceedings of the 1985 International Conference, Rural Systems Research and Farming Systems Research Projects: Khon Kaen.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2017). Principles of Marketing (17th ed.). New York: Pearson.
- Maikaensarn, V., & Chantharat, M. (2022). Online Agricultural Market System Management in Thailand. (BRC Research Report). Bangkok: IDEJETRO. August 13, 2022. Retrieved from https://www.ide.go.jp/library/English/Publish/Reports/Brc/pdf/30_04.pdf
- Naeem, M., Ozuem, W., Howell, K., & Ranfagni, S. (2023). A Step-by-Step Process of Thematic Analysis to Develop a Conceptual Model in Qualitative Research. International Journal of Qualitative Methods, 22, 1-18. <https://doi.org/10.1177/16094069231205789>



- Wannasaksri, W., On-Nom, N., Chupeerach, C., Temviriyankul, P., Charoenkiatkul, S. and Suttisansanee, U. (2021). In Vitro Phytotherapeutic Properties of Aqueous Extracted *Adenia viridiflora* Craib. towards Civilization Diseases. *Molecules*, 26(4), 1-15. <https://doi.org/10.3390/molecules26041082>
- Yamauchi, F. (2021). Changing Farm Size and Agricultural Productivity in Asia. Asian Development Bank Background Paper for Asian Development Outlook 2021 Update: Transforming Agriculture in Asia. August 13, 2022. Retrieved from <https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/731791/adou2021bp-farm-size-agri-productivity-asia.pdf>