



วารสาร

ISSN 3057-1588 (Online)

การเกษตรราชภัฏ

RAJABHAT AGRICULTURE JOURNAL

ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2568

AGRICULTURE

คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

การเกษตรราชภัฏ

RAJABHAT AGRICULTURE JOURNAL

“บ้านเมืองไทยของเรา ถึงจะมีรายได้ทางด้านอื่นอยู่มาก แต่ก็ต้องถือว่า เลี้ยงตัวอยู่ด้วยการเกษตร
ดังนั้น จึงมีความจำเป็นตลอดไป ที่จะต้องทำนุบำรุงการเกษตรกรรมทุกสาขา พร้อมกับเกษตรกรทุกระดับ
ให้พัฒนาก้าวหน้าอยู่เสมอ เพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพสูงขึ้น โดยไม่ผลาญทรัพยากรให้เปลืองเปล่า”

พระบรมราโชวาทพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร

คณะที่ปรึกษา ประกอบด้วย

รองศาสตราจารย์ธรรมรักษ์	ละอองนวล	อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร. มาลี	ไชยเสนา	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
อาจารย์ประภัสสร	สมบัติศรี	คณบดี คณะเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชดา	อุยยืนยงค์	รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจินดา	เมืองโคตร	รองคณบดีฝ่ายวิจัย และบริการวิชาการ

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. เกชา	คูหา	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
-------------------------	------	---

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร. ทวนทอง จุฑาเกตุ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	ประธาน
ศาสตราจารย์ นสพ. ดร. กรกฎ งานวงศ์พาณิชย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. วุฒิไกร บุญคุ้ม	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทร วิทยาคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. อาณัติ จันทรธิระติกุล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กัลยาณรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (เกษียณอายุราชการ)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร ดวนใหญ่	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี (เกษียณอายุราชการ)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทรพร ดวนใหญ่	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี (เกษียณอายุราชการ)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. วีระเวทย์ อุทโซ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. สมัคร แก้วสุกแสง	มหาวิทยาลัยทักษิณ	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. เกียรติสุดา เหลืองวิลัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. ประเมศ บันเทิง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ไกลกลาง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย ดวงใจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิระยศ แข็งขัน	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิรญา ครองยุติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุธิดา ผายพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	กรรมการ

กรรมการประเมินบทความผู้ทรงคุณวุฒิประจำปี 24 ฉบับที่ 2 [กรกฎาคม – ธันวาคม 2568]

Prof. Dr. Arinafril	Arinafril	Sriwijaya University, South Sumatra, Indonesia.
รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทร	วิทยาคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
รองศาสตราจารย์ ดร. พิทักษ์	พลพรเอนก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
รองศาสตราจารย์ ดร. ชิติ	ศรีตันทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองศาสตราจารย์ ดร. ไกรเลิศ	ทวีกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร. ภูมิพงศ์	จอมหงษ์พิพัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย	ดวงใจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัญชา	เวียงสมุทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิมมานรดี	พรมทอง	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธิดา	ปัญญาอินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิภา	นาสินพร้อม	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริพร	โกลา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์	ครามโชติ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์	นวลเพ็ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติ	วิรุณพันธุ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
อาจารย์ ดร. เกษมสันต์	สกุลรัตน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
อาจารย์ ดร. น้ำฝน	ไทยวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร. ภัทรพร	ยุธาชิต	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
อาจารย์ ดร. พัตรเพ็ญ	เพ็ญจำรัส	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
อาจารย์. ชนวรรณ	โทวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

กำหนดเผยแพร่ ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

ข้อความหรือบทความในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนโดยเฉพาะ คณะผู้จัดทำวารสาร
ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย และมิใช่ความรับผิดชอบของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

การเกษตรราชภัฏ

RAJABHAT AGRICULTURE JOURNAL

ISSN 3057-1588 (Online)

ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2568

VOL. 24 NO. 2 JUL-DEC 2025

การพัฒนาม็อกเทลสมุนไพรเสริมใบหูกเสือ..... 1

วรากร จันทรส่อง ปัญญา คำอาจ ญาณิศา ภักดี และ กิตวัช บุษยทวี

Development of Herbal Mocktails with Indian Borage

Warakorn Junson, Panya Khamard, Yanisa Pakdee and Kittawatt Boonthawee

ผลกระทบของบริการส่งเสริมการเกษตรและสายพันธุ์ยางพาราที่ปรับปรุงใหม่ต่อรายได้ของเกษตรกร
ในประเทศไทย 10

สัณญา นาวงค์

Impact of Agricultural Extension Services and Improved Rubber Varieties on
Farmers' Incomes in Thailand

Sanya Nawong

บทบาทของเกษตรกรในการจัดการพื้นที่ป่าผ่านการปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตร25

สุภาชัย เตชนันต์ และ วิกรม บุญนุ่น

The Role of Farmers in Forest Management Through Sustainable Coffee Cultivation
in Agroforestry Systems

Suphachai Techanan and Vikrom Boonnoon

การศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate ที่เหมาะสม

ต่อการเพาะพันธุ์และพัฒนาการของคัพภะปลาหางแดงวัยอ่อน.....37

สุชิน มิ่งไชย และ อีระชัย พงศ์จรรยากล

Studies on Suitable Concentrations of Buserelin Acetate for Breeding and
Embryonic Development of *Rasbora borapetensis*

Suchin Mingchai and Theerachai Pongjanyakul

การเกษตรราชภัฏ

RAJABHAT AGRICULTURE JOURNAL

ISSN 3057-1588 (Online)

ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2568

VOL. 24 NO. 2 JUL-DEC 2025

ผลของการเสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงในอาหารต่อการเจริญเติบโต

และอัตราการรอดของปลาตะเพียนขาว51

กิตติศักดิ์ พุชา เสกสรร ชินวัง สว่างล สมบูรณ์ สุจิตรา สืบบุญการณ วิรญา ครองยุติ

นงลักษณ์ พยัคฆศิรินาวัน ประภัศร สมบัติศรี และ กิตติ วิรุณพันธุ์

Effects of Mango Peel Crude Extract Supplementation on Growth
and Survival of Silver Barb

Kittisak Puycha, Sakesan Chinwang, Sangwan Somboon,

Sujitra Subnugarn, Wiraya Krongyut, Nongluck Payakkasirinawin,

Prapatsorn Sombudsri and Kitti Wirunpun

Vanilla Production System and Agricultural Extension Needs of Farmers in

Bali, Indonesia59

Aripranata, Supat Isarangkool Na Ayutthaya and Sukanlaya Choenkwan

Beyond Awareness: Using Generative Artificial Intelligence (AI) to Bridge the Career
Interest Gap in Agricultural Education—A Conceptual Framework Based on a

Systematic Scoping Review 75

Lancer P. Agravante

การพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมใบหูเสือ

Development of Herbal Mocktails with Indian Borage

วรกร จันทร์ส่อง¹ ปัญญา คำอาจ¹ ญาณิศา ภักดี¹ และกิตวัช บุญทวี^{1*}

Warakorn Junsong¹ Panya Khamard¹ Yanisa Pakdee¹ and Kittawatt Boonthawee^{1*}

¹ ธุรกิจอาหารและโภชนาการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

¹ Food Business and Nutrition, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani, 34000

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมใบหูเสือที่ความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 8, 10 และ 12 (เทียบกับน้ำหนักชุดควบคุม) และทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมีเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมใบหูเสือจากส่วนผสมทั้งหมด ผลการทดลองพบว่า คุณลักษณะทางกายภาพของเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมใบหูเสือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าสีของเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของใบหูเสือ ร้อยละ 12 มีความสว่าง (L^*) มากที่สุด เท่ากับ 31.32 ค่าสีแดง (a^*) สูตรที่มีสัดส่วนของใบหูเสือร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) มีค่าสูงสุด เท่ากับ 23.62 และค่าสีเหลือง (b^*) สูตรที่มีสัดส่วนของใบหูเสือร้อยละ 12 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 45.36 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมใบหูเสือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าพีเอช ระหว่าง 3.62 - 3.70 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วงระหว่าง 20.69 - 20.83 องศาบริกซ์ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า เครื่องดื่มสมุนไพรทุกตัวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสยอมรับเครื่องดื่มที่เสริมใบหูเสือร้อยละ 8 มากที่สุด มีคะแนนความชอบรวมอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก โดยค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของคุณลักษณะดังกล่าวมีค่าดังนี้ ค่าสี เท่ากับ 7.97 กลิ่น เท่ากับ 7.16 รสชาติ เท่ากับ 7.44 และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.90

คำสำคัญ: ใบหูเสือ เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมใบหูเสือ

*Corresponding author: kittawat.b@ubru.ac.th

Abstract

This research aimed to determine the optimal formula for producing a herbal mocktail enriched with Indian borage at four different concentration levels: 0% (control), 8%, 10%, and 12% (based on control weight). The physical and chemical qualities of the herbal mocktail samples were analyzed based on the varying concentrations of Indian borage. The experimental results showed that the physical characteristics of the herbal mocktails were significantly different ($p \leq 0.05$). The mocktail containing 12% Indian borage exhibited the highest lightness (L^*) value of 31.32. The control sample (0% Indian borage) had the highest redness (a^*) value at 23.62, while the sample with 12% Indian borage showed the highest yellowness (b^*) value of 45.36. Chemical analysis revealed no significant differences among the samples ($p > 0.05$). The pH values ranged from 3.62 to 3.70, and the total soluble solids ranged from 20.69 to 20.83 °Brix. The sensory evaluation showed that all herbal mocktail samples were significantly different ($p \leq 0.05$). The sample containing 8% Indian borage received the highest overall acceptance score, ranging from “like” to “like very much.” The average sensory scores were as follows: color = 7.97, aroma = 7.16, taste = 7.44, and overall acceptability = 7.90.

Keywords: Indian borage, mocktail, herbal mocktail

บทนำ

ในปี พ.ศ. 2565 ตลาดชาเขียวทั่วโลกมีมูลค่า 16.4 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าจะเพิ่มขึ้น 35.7 พันล้านดอลลาร์ภายในปี พ.ศ. 2575 ด้วยอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีร้อยละ 8.2 การเติบโตนี้ได้รับแรงหนุนจากกระแสสุขภาพ ความนิยมในชาเขียวพร้อมดื่ม และผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติใหม่ และบรรจุภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภค (Acumen Research and Consulting, 2023) และตลาดชาสมุนไพรมีมูลค่าประมาณ 2.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าจะเพิ่มขึ้น 4.3 พันล้านดอลลาร์ ด้วยอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีร้อยละ 5.6 การเติบโตนี้ได้รับแรงสนับสนุนจากความต้องการผลิตภัณฑ์ปลอดคาเฟอีน ส่วนผสมจากธรรมชาติ และบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อ

สิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกัน ตลาดชาโลกโดยรวมมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (The Business Research Company, 2025)

หูลือ (*Coleus amboinicus* Lour.) หรือชื่อสามัญว่า Indian borage จัดอยู่ในวงศ์ Lamiaceae มีชื่อท้องถิ่นหลากหลาย เช่น หอมด่วนหูลือ หอมด่วนหลวง, ใบหูลือ เนียมหูลือ (ภาคอีสาน), อานใหญ่ (ไทใหญ่) และเนียมอีหล (จีน) เป็นต้น เป็นพืชล้มลุกอายุประมาณ 2–3 ปี สูง 0.3–1 เมตร ลำต้นอวบน้ำ ใบเดี่ยวรูปไข่ ขอบใบหยัก มีกลิ่นหอมฉุนเฉพาะตัว (บุญยาพร สะทองรอด, 2564) จากการศึกษาทางพฤกษเคมี พบว่าหูลือประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิด เช่น euscaphic acid, ursolic acid, thymol, luteolin, quercetin และ terpinen-4-ol ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ยีสต์ และยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูล

อิสระ ด้านการอักเสบ และบรรเทาอาการแพ้ (ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์ และทรงพร จึงมั่นคง, 2549; นันทวัน บุญยะ ประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร, 2541) สเตียรอยด์ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง ฟลาโวนอยด์และฟีนอลิกส์ที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและการอักเสบ (Jiang et al., 2014) นอกจากนี้ หูเสืดยังมีสรรพคุณทางยา เช่น ลำต้นและใบมีรสเผ็ดร้อน ช่วยลดไข้ บรรเทาอาการจุกเสียดแน่นท้อง และรักษาโรคของระบบทางเดินอาหาร (อชฌา สมนึก, 2561) ซึ่งมีความวิจัยที่ได้นำใบหูเสือมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ อภิษฎา รัตมี (2541) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งไวรัสเฮอร์ปีสซิมเพล็กซ์ทัยป์ 2 ของสารสกัดจากดินเปิดน้ำ ลำปะหูลุย เนียมหูเสือ ฟันกระต่าย และรำเพย Leesombun และคณะ (2022) ศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและการสร้างชีวฟิล์มของ *Coleus amboinicus* ต่อ *Microsporum canis* และลัดดาวัลย์ กงพลี และพรรณวิภา พงศ์ศรี (2566) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดยาจากสารสกัดใบหูเสือเพื่อล้างสารพิษตกค้างในผัก แม้จะมีการนำหูเสือมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย แต่ยังไม่พบรายงานการนำมาใช้ในรูปแบบของเครื่องดื่มม็อกเทลสมุนไพร ซึ่งถือเป็นแนวทางใหม่ที่น่าสนใจในการเพิ่มมูลค่าและส่งเสริมการใช้สมุนไพรในชีวิตประจำวัน

ม็อกเทล (Mocktail) คือเครื่องดื่มที่ปราศจากแอลกอฮอล์ ซึ่งได้รับการออกแบบให้มีลักษณะและรสชาติคล้ายคลึงกับค็อกเทล (Cocktail) แต่ไม่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ โดยมักผสมผสานน้ำผลไม้ โซดา น้ำเชื่อม สมุนไพร หรือผลไม้สดเพื่อให้ได้รสชาติที่กลมกล่อมและน่าสนใจ ม็อกเทลได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและผู้ที่ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมบริการอาหารและเครื่องดื่ม เช่น โรงแรมและร้านอาหาร ที่ต้องการนำเสนอเมนูเครื่องดื่มที่หลากหลายและเหมาะสมกับความต้องการของลูกค้าทุกกลุ่ม (ธีรพัฒน์ รัตนโชติกิจกุล, 2564) การพัฒนาม็อกเทลในประเทศไทยยังคงมีแนวโน้มเติบโตโดยมีการนำวัตถุดิบท้องถิ่นและสมุนไพรมาใช้ในการสร้างสรรค์เมนูใหม่ ๆ เช่น ม็อกเทลน้ำส้มตะไคร้ ม็อกเทลชมเมอร์ และน้ำดำโคลาด้าม็อกเทล ซึ่งได้รับความสนใจจากผู้บริโภคและมีการประเมินความพึงพอใจในระดับสูง อย่างไรก็ตาม

ก็ตาม แม้จะมีการนำหูเสือมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและยาแล้ว แต่ยังไม่มียางานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้หูเสือในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มประเภทม็อกเทลอย่างชัดเจน

ดังนั้น การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาม็อกเทลสมุนไพรเสริมใบหูเสือ จึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรไทยในรูปแบบใหม่ที่สามารถเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคสมัยใหม่ได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับกระแสรักสุขภาพในปัจจุบัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตม็อกเทลสมุนไพรเสริมใบหูเสือ และศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ม็อกเทลสมุนไพรเสริมใบหูเสือ ซึ่งผลการวิจัยจะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อยอดในเชิงพาณิชย์ ตลอดจนส่งเสริมการใช้ทรัพยากรสมุนไพรในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

วัตถุดิบ ได้แก่ น้ำเปล่า ชิงอ่อนสด ใบชาอู่หลง (ชนิดแห้ง) ตราสามม้า ตะไคร้พันธุ์ขาวสด และใบหูเสือ ลำดับที่ 3-5 จากยอดลงมา

การเตรียมน้ำชา

วิธีการเตรียมและขั้นตอนการต้มส่วนผสมสมุนไพร ซึ่งและตวงส่วนผสมตามสูตรที่กำหนดไว้ (Table 1) จากนั้นเตรียมวัตถุดิบดังต่อไปนี้ ตะไคร้พันธุ์ขาวสด ล้างทำความสะอาด หั่นเป็นท่อน ขนาด 8-12 เซนติเมตร แล้วใช้วิธีทุบพอแตก ชิงอ่อนสด ล้างทำความสะอาด แล้วทุบแทนการหั่น ใบชาอู่หลง (ชนิดแห้ง) เตรียมตามปริมาณที่ระบุไว้ในสูตร ใบหูเสือลำดับที่ 3-5 จากยอดลงมา ซึ่งตามสูตร ล้างทำความสะอาด แล้วฉีกเป็นสี่ส่วน นำสมุนไพรทั้งหมดต้มน้ำเปล่าให้เดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เมื่อครบเวลาลงจากเตา แล้วกรองเอาเฉพาะส่วนน้ำเก็บไว้ในหม้อพักชา จากนั้นนำมะนาวมาล้างทำความสะอาด

หั่นเป็นชิ้น แล้วบีบเอาเฉพาะน้ำมะนาว ได้เป็นน้ำชาที่ดื่มสุกแล้ว

ผสมมือกเทลโดยใช้เซกเกอร์สแตนเลส ขนาด 500 มิลลิลิตร ดังนี้ เตรียมเซกเกอร์โดยเติมน้ำแข็ง 150 กรัม (เต็มภาชนะ) เติมน้ำผสมหลักลงในเซกเกอร์ ได้แก่ น้ำชา

สมุนไพร 120 มิลลิลิตร น้ำมะนาว 7.50 มิลลิลิตร น้ำเชื่อม 30 มิลลิลิตร ปิดฝาเซกเกอร์ให้สนิท แล้วเซกที่ความถี่ประมาณ 2-3 ครั้ง/วินาที ใช้เวลา 10 วินาที เทเครื่องดื่มลงในแก้วที่เตรียมไว้

Table 1 Theหลังจากได้น้ำชาสมุนไพรที่ดื่มสุกแล้ว ให้ดำเนินการ proportion of ingredients in each formula

Ingredients	Amount of Indian borage (%)			
	0 (Control)	8	10	12
Water (milliliters)	2,750	2,750	2,750	2,750
Fresh ginger (grams)	250	250	250	250
Dried oolong tea (grams)	30	30	30	30
Fresh lemongrass (grams)	200	200	200	200
Indian borage (grams)	0	258	323	387
Total	3,230	3,488	3,553	3,617

หมายเหตุ : ดัดแปลงจากสุกัลยา นันตา (2563)

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

นำมือกเทลสมุนไพรเสริมใบหูกเห็บทั้ง 4 สูตร มาทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ โดยวิเคราะห์คุณภาพดังนี้ ค่าสี นำมือกเทลสมุนไพรเสริมใบหูกเห็บ มาวิเคราะห์ค่าสี Hunter lab รุ่น color Flex EZ วัดการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^* หรือ Lightness), ค่าสีแดง (a^* หรือ Redness) และค่าสีเหลือง (b^* หรือ Yellowness) บันทึกผลการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

นำมือกเทลสมุนไพรเสริมใบหูกเห็บทั้ง 4 สูตร มาทำการทดสอบคุณภาพทางเคมี โดยวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้ ค่าพีเอช นำมือกเทลสมุนไพรเสริมใบหูกเห็บ มาวิเคราะห์ค่าพีเอช รุ่น FiveEasy Plus pH meter FP20-Std-Kit วัดการเปลี่ยนแปลงโดย พีเอชมีค่า 7 มีความเป็นกลาง พีเอชมีค่าต่ำกว่า 7 มีความเป็นกรด และพีเอชมีค่ามากกว่า 7 มีความ

เป็นเบส บันทึกผลการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด นำมือกเทลสมุนไพรเสริมใบหูกเห็บมาวิเคราะห์ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้เครื่อง Hand Refractometer รุ่น Master-50H บันทึกผลการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำมือกเทลสมุนไพรเสริมใบหูกเห็บมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ประเมินเป็นบุคคลทั่วไป 30 คน โดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ hedonic scale 9 point (1=ไม่ชอบมากที่สุด 9=ชอบมากที่สุด) (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ใช้แผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อก

สมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และเคมี ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) หาค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน โดยใช้ One-Way analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference Test ; LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปด้วยโปรแกรม Statistical Tool for Agricultural Research; STAR (STAR, 2014)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของม็อกเทลสมุนไพรเสริมใบหูลือ พบว่า การเสริมใบหูลือในปริมาณที่ต่างกัน ส่งผลต่อค่าสีด้านความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความสว่าง (L^*) เมื่อปริมาณใบหูลือมากขึ้นค่าความสว่าง (L^*) มีค่าที่เพิ่มขึ้น โดยสูตรที่มีสัดส่วนของใบหูลือร้อยละ 12 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 31.32 ซึ่งสารสำคัญในใบหูลือ เช่น โพลีฟีนอล คลอโรฟิลล์ บางชนิดสามารถสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ทำให้สารละลายดูสว่างขึ้น โดยเฉพาะเมื่อผ่านการสกัดด้วยน้ำร้อน ซึ่งทำให้สีของผลิตภัณฑ์เจือจางลงและสว่างขึ้น (Faller and Fialho, 2010) ค่าสีแดง (a^*) มีแนวโน้มที่ลดลงโดยสูตรที่มีสัดส่วนของใบหูลือร้อยละ 12 มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 22.29 เนื่องจากสีของใบหูลือที่มีสีเขียวอ่อนเมื่อปริมาณเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลทำให้ค่าสีแดงลดลง การลดลงของค่าสีแดง (a^*) โทนัสของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเขียวขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากคลอโรฟิลล์ในใบหูลือที่ละลายออกมาในกระบวนการต้ม โดยคลอโรฟิลล์มีโครงสร้างที่สะท้อนสีเขียว ทำให้ค่าสีแดงลดลง (Verma et al., 2017) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยสูตรที่มีสัดส่วนของใบหูลือร้อยละ 12 มีค่าสูงสุด เท่ากับ

45.36 เนื่องจากสารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกในใบหูลือ เช่น luteolin, apigenin, และ rosmarinic acid มีโครงสร้างทางเคมีที่ให้สีเหลืองอ่อนในสารละลาย ซึ่งเมื่อเข้าสู่ระบบสักร้อนจะยิ่งทำให้สีเหลืองเด่นขึ้น ส่งผลให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น (Ioannou et al., 2020) สอดคล้องกับงานวิจัยของจิรายุ มุสิก และธนวรรณ มุสิก (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาชาสมุนไพรหอมแดงเพื่อสุขภาพที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่มีสัดส่วนใบหูลือร้อยละ 100 เมื่อนำไปชงเป็นน้ำชาจะได้สีเขียวยาว และสูตรที่ 3 มีค่าความสว่างน้อยที่สุด ซึ่งในสูตรที่มีสัดส่วนใบหูลือร้อยละ 100 เมื่อนำไปชงเป็นน้ำชาจะได้สีเหลืองขุ่น สำหรับ ค่าสีแดง (a^*) มีค่าอยู่ในช่วง -0.08 ถึง -1.63 น้ำชาที่ผ่านการชงมีลักษณะเป็นสีเหลืองแกมเขียว ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) พบว่าสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุด เนื่องจากเป็นสูตรที่มีสัดส่วนของใบหูลือที่เท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการคั่วชาจะทำให้สีใบหูลือมีสีเขียวเข้มเมื่อชงเป็นน้ำชาจะทำให้สีน้ำชาสีเหลืองมากกว่าตัวอย่างอื่น ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าพีเอชของม็อกเทลสมุนไพรเสริมใบหูลือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.62 ถึง 3.70 มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 4 สูตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มมีความเป็นกรดอ่อน ๆ (Acumen Research and Consulting, 2023) เนื่องจากใบหูลือมีสารประกอบที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนเช่น กรดฟีนอลิก (phenolic acids) และฟลาโวนอยด์บางชนิดที่มีหมู่ฟังก์ชันกรด ซึ่งอาจทำให้ค่าพีเอชของสารละลายลดลงเล็กน้อยเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (Ioannou et al., 2020) และคุณสมบัติเป็นสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมและระเหยง่าย เช่น Carvacrol และ Thymol ในใบหูลือ อาจมีผลต่อรสและกลิ่นมากกว่า pH โดยตรง และอาจไม่ปล่อยไฮโดรเจนไอออนอิสระ (H^+) ที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างอย่างชัดเจน (Mohammed et al., 2025) นอกจากนี้การเติมน้ำมะนาวในม็อกเทลสมุนไพรเสริมใบหูลือในอัตราส่วนที่เท่ากันทุกสูตร จึงส่งผลทำให้ค่าพีเอชมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของปริตา ธนสุกาญจน์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาการพัฒนา

เครื่องต้มน้ำกระชายผสมน้ำผลไม้ เมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจาก 2 ถึง 4 น้ำกระชายจะมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น มีแนวโน้มทิศทางเดียวกับค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ที่เพิ่มขึ้น และค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 20.69 - 20.83 องศา บริกซ์ มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 4 สูตร สอดคล้องกับงานวิจัยของพรทวี ธนสัมพันธ์ และสุวรรณ พิชัยวงศ์วงศ์ (2558) ได้ศึกษา

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำลูกเต๋ยพร้อมดื่มผสมน้ำใบย่านางเข้มข้น พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำลูกเต๋ยพร้อมดื่มผสมน้ำใบย่านางทุกระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำใบย่านางเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 10 - 50 โดยปริมาตร เนื่องจากปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำใบย่านางเข้มข้นมีปริมาณน้อยมาก จึงไม่มีผลเมื่อผสมลงไป ในปริมาณที่ต่างกัน ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Physical and Chemical Quality Assessment Results

Amount of Indian borage (%)	Attribute				
	pH	°Brix	Color		
			L^*	a^*	b^*
0 (Control)	3.69 ^{ns}	20.69±0.01 ^{ns}	25.30±0.24 ^c	23.62±0.24 ^a	33.12±1.24 ^c
8	3.62 ^{ns}	20.70±0.01 ^{ns}	26.16±0.18 ^{bc}	23.49±0.25 ^a	33.61±1.95 ^c
10	3.65 ^{ns}	20.75±0.01 ^{ns}	27.85±1.25 ^b	23.22±0.27 ^a	39.17±2.49 ^b
12	3.70 ^{ns}	20.83±0.01 ^{ns}	31.32±1.83 ^a	22.29±0.20 ^b	45.36±2.91 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: a, b, c, หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของมีกเทศมนไพรเสริมใบหูเสือมีการเติมปริมาณของใบหูเสือ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control), 8, 10 และ 12 แสดงดัง Table 3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมีกเทศมนไพรเสริมใบหูเสือในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้ปริมาณใบหูเสือในระดับแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 8, 10 และ 12 จากผลการประเมินพบว่า สูตรที่มีใบหูเสือร้อยละ 8 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ทั้งใน

ด้านรสชาติ (7.44) และความชอบโดยรวม (7.90) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุมและสูตรอื่น ๆ ส่วนในด้าน สี พบว่า สูตรที่มีใบหูเสือร้อยละ 12 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด (8.13) แต่ความชอบโดยรวมของสูตรนี้กลับต่ำที่สุด (7.01) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) สำหรับสูตรควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดในทุกด้าน โดยเฉพาะกลิ่นและรสชาติ และขณะที่สูตรที่มีใบหูเสือร้อยละ 10 ได้คะแนนเฉลี่ยในระดับปานกลาง และไม่มีความแตกต่างกับสูตรร้อยละ 8 ในหลายด้าน ยกเว้นด้านความชอบโดยรวม

Table 3 The average sensory evaluation scores of the Indian borage-infused herbal mocktail

Amount of Indian borage (%)	Attribute			
	Color	Aroma	Taste	Overall acceptability
0 (Control)	7.17±1.53 ^b	6.75±1.59 ^b	7.00±1.65 ^b	7.29±1.35 ^c
8	7.97±1.27 ^a	7.16±1.52 ^a	7.44±1.06 ^a	7.90±1.20 ^a
10	7.77±1.10 ^{ab}	7.11±1.36 ^{ab}	7.36±1.01 ^{ab}	7.49±1.28 ^b
12	8.13±0.97 ^a	7.06±1.34 ^{ab}	7.11±1.21 ^{ab}	7.01±1.25 ^d

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: a, b, c, d หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนา mocktail สมุนไพรเสริมใบหูเสือ โดยการเสริมใบหูเสือ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control), 8, 10 และ 12 ใช้ผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จำนวน 30 คน พบว่า ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของ mocktail สมุนไพรเสริมใบหูเสือ พบว่า สูตรที่มีใบหูเสือร้อยละ 8 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านรสชาติ (7.44) และความชอบโดยรวม (7.90) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพการเสริมใบหูเสือในปริมาณที่ต่างกัน ส่งผลต่อค่าสีด้านความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$). เมื่อปริมาณใบหูเสือเพิ่มขึ้น พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้นโดยสูตรที่มีสัดส่วนของใบหูเสือร้อยละ 12 มีค่าสูงสุด (31.32) ค่าสีแดง (a^*) มีแนวโน้มที่ลดลง โดยสูตรที่มีสัดส่วนของใบหูเสือร้อยละ 12 มีค่าต่ำสุด (22.29) ค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยสูตรที่มีสัดส่วนของใบหูเสือร้อยละ 12 มีค่าขึ้นสูงสุด (45.36) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีค่าพีเอชของ mocktail สมุนไพรเสริมใบหูเสือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.62 ถึง

3.70 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มมีความเป็นกรดอ่อน ๆ ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 20.69 ถึง 20.83 องศาบริกซ์ มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 4 สูตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการประยุกต์ใช้ผลการวิจัยจากผลการวิจัย พบว่า mocktail สมุนไพรที่มีการเติมใบหูเสือในปริมาณร้อยละ 8 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดในด้านรสชาติและความชอบโดยรวม ดังนั้นจึงสามารถนำสูตรดังกล่าวไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรเชิงพาณิชย์ได้ โดยควรให้ความสำคัญกับการคัดเลือกวัตถุดิบที่สดและมีคุณภาพ เพื่อคงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีไว้ได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับอายุการเก็บรักษาของ mocktail สมุนไพรเสริมใบหูเสือในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น การเก็บที่รักษาอุณหภูมิต่างกัน เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางเคมี สี และรสชาติเมื่อเวลาผ่านไป ควรศึกษาความสามารถในการต้านออกซิเดชันหรือปริมาณสารฟีนอลรวมของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจะช่วยเสริมให้เครื่องดื่มมีความ

น่าสนใจและมีคุณค่าทางสุขภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ อุปกรณ์ และการสนับสนุนทางเทคนิคในการดำเนินการทดลองตลอดระยะเวลาของการวิจัย รวมถึงผู้ทดสอบชิมทุกท่านที่สละเวลาเข้าร่วมการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- จิรายุ มุสิกกา และธนวรรณ มุสิกกา. (2564). การพัฒนาชาสมุนไพรหอมแดงเพื่อสุขภาพที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 16(2), 148-159.
- ธีรพัฒน์ รัตนโชติกิจกุล. (2564). *น้ำตาลโคลาด้า ม็อคเทล* (สหกิจศึกษา). คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.
- นันทวัน บุญยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. (2541). *สมุนไพรพื้นบ้าน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุญยาพร สะทองรอด. (2564). *ศักยภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบหูเสือ (Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng.) และใบกระตุมทองเลื้อย (Wedelia trilobata) ป้องกันกำจัดด้วยถั่วเขียว (Callosobruchus maculatus) [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปริตา ธนสุกาญจน์, ณัฐกานต์ นามมะกุนา, ปุณทริกา รัตนตรัยวงศ์, และศจี สุวรรณศรี. (2554). การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำกระชายผสมน้ำผลไม้. *วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน*, 4(1), 28-38.

- พรทวี ธนสัมพันธ์ และสุวรรณา พิชัยวงศ์วงศ์ดี. (2558). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำลูกเดี๋ยพร้อมดื่มผสมน้ำใบย่านางเข้มข้น*. (รายงานการวิจัย) มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์ และทรงพร จึงมั่นคง. (2549). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 8(2), 76-88.
- ลัดดาวลย์ กงพลี และพรรณวิภา แพงศรี. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดพู่จากสารสกัดใบหูเสือ (*Coleus amboinicus* Lour.) เพื่อล้างสารพิษตกค้างในผัก. *PBRU Science Journal*, 20(2), 57-66.
- สุกัลยา นันตา. (2563). *คู่มือปฏิบัติการอาหารว่างและเครื่องดื่ม*. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- อภิษฎา รัตมี (2541) *ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งไวรัสเฮอร์ปีส์ซิมเพล็กซ์ทัยป์ 2 ของสารสกัดจากดินเป็ดน้ำ สำหรับละลาย เนียมหูเสือ ฟันกระต่าย และรำแพน [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัชฌา สมณี. (1 มีนาคม 2561). *การศึกษาความหลากหลายและภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้สมุนไพรเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางการแพทย์แผนไทย กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี [เอกสารนำเสนอในที่ประชุม]*. การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัยครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.
- Acumen Research and Consulting. (2023). *Green tea market size - global industry, share, analysis, trends and forecast 2023 - 2032*.

- <https://www.acumenresearchandconsulting.com/green-tea-market> tar
- Faller, A. L. K., & Fialho, E. (2010). Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(6), 561–568.
- Ioannou, I., Chekir, L., & Ghoul, M. (2020). Effect of heat treatment and light exposure on the antioxidant activity of flavonoids. *Processes*, 8(9), 1078. <https://doi.org/10.3390/pr8091078>
- Jiang, J., Yang, H., Wang, Y., & Chen, Y. (2014). Phytochemical and pharmacological studies of the genus *Tacca*: A review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(4), 635–648.
- Leesombun, A., Thanapakdeechaikul, K., Suwannawiang, J., Mukto, P., Sungpradit, S., Bangphoomi, N., Changbunjong, T., Thongjuy, O., Weluwanarak, T., & Boonmasawai, S. (2022). Effects of *Coleus amboinicus* L. essential oil and ethanolic extracts on planktonic cells and biofilm formation of *Microsporum canis* isolated from feline dermatophytosis. *Antibiotics*, 11(12), 1734. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11121734>
- Mohammed, H. A., Sulaiman, G. M., Al-Saffar, A. Z., Mohsin, M. H., Khan, R. A., Hadi, N. A., Ismael, S. B., Elshibani, F., Ismail, A., & Abomughaid, M. M. (2025). Aromatic volatile compounds of essential oils: distribution, chemical perspective, biological activity, and clinical applications. *Food Science & Nutrition*, 13(9), e70825. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70825>
- STAR. (2014). Biometrics and breeding informatics, PBGB Division, International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna.
- The Business Research Company. (2025). *Tea and tea based beverages market: an in-depth industry research and development report*. <https://www.marketresearchintellect.com/product/global-tea-and-tea-based-beverages-market-size-and-forecast/>
- Verma, D. K., Billoria, S., Mahato, D. K., Swarnakar, A. K., & Srivastav, P. P. (2017). Effects of thermal processing on nutritional composition of green leafy vegetables: A review. In Verma, D. K., & Goyal, M. R. (Eds.) *Engineering interventions in foods and plants*. (pp. 1–52). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781315194677>

ผลกระทบของบริการส่งเสริมการเกษตรและสายพันธุ์ยางพาราที่ปรับปรุงใหม่ต่อรายได้ ของเกษตรกรในประเทศไทย

Impact of Agricultural Extension Services and Improved Rubber Varieties on Farmers' Incomes in Thailand

สัญญา นาวงค์^{1*}

Sanya Nawong^{1*}

¹ สาขาการจัดการธุรกิจระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยคริสเตียนฟิลิปปินส์ มะนิลา ฟิลิปปินส์

¹ International Business Management, Philippine Christian University, Manila, Philippines

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลกระทบของบริการส่งเสริมการเกษตรและการใช้ประโยชน์จากพันธุ์ยางพาราที่ปรับปรุงแล้วต่อรายได้ของเกษตรกรในประเทศไทย การศึกษานี้กล่าวถึงปัญหาผลผลิตทางการเกษตรที่ต่ำและความไม่มั่นคงของรายได้ในหมู่เกษตรกรผู้ปลูกยางพารา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื่องจากบริการสนับสนุนที่ไม่สอดคล้องกันและประสิทธิภาพที่แตกต่างกันของยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ ความสำคัญของการศึกษานี้อยู่ที่ศักยภาพในการให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกการสนับสนุนทางการเกษตรที่มีประสิทธิภาพและการเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ การวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้แบบสอบถามแบบสำรวจเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา 200 รายจาก 4 ภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ การวิเคราะห์การถดถอย และ ANOVA เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างบริการสนับสนุนทางการเกษตรและพันธุ์ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุง และรายได้ของเกษตรกร ผลการวิจัยบ่งชี้ว่าบริการสนับสนุนทางการเกษตร การเข้าถึงทรัพยากรและความช่วยเหลือทางการเงิน มีอิทธิพลในเชิงบวกต่อรายได้ของเกษตรกร นอกจากนี้ พันธุ์ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุง เช่น RRIM 600 และ RRIT 251 ยังถูกระบุว่ามีส่วนสำคัญในการสร้างรายได้ที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิภาคที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ผลการวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าบริการสนับสนุนการเกษตรที่ตรงเป้าหมายและการนำพันธุ์ยางพารามาใช้ที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตและความมั่นคงทางการเงินให้กับเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในประเทศไทย

คำสำคัญ: บริการส่งเสริมการเกษตร พันธุ์ยางพาราปรับปรุง รายได้ของเกษตรกร เกษตรกรรมอย่างยั่งยืน ประเทศไทย

*Corresponding author: sanyanawong@yahoo.com

Abstract

The study explored the influence of agricultural extension services and improved rubber varieties on farmers' income levels in Thailand. It addressed key challenges in rubber farm productivity, which were often linked to inadequate support systems and the variable performance of different rubber cultivars. The significance of this research lies in its potential to inform more effective agricultural support strategies and guide the selection of appropriate rubber varieties to enhance both yield and profitability. A quantitative research design was employed, involving surveys questionnaires distributed to 200 rubber farmers across the Northern, Northeastern, Eastern and Southern regions of Thailand. To examine the relationships between farmers' income and the independent variables → extension service and improved rubber varieties statistical analysis including, ANOVA and regression were employed. The findings reveal that across the robust agricultural support such as input resources and financial assistance positively correlates this with higher income levels additionally. The adoption of high-performing cultivars like RRIM 600 and RRIT251 contributed to increased income, particularly in environmentally favorable areas. The results underscore the importance of targeted extension services and strategic varietal selection in improving the livelihoods of rubber growers. This study offers valuable insights for policymakers, extension workers and farmers aiming to promote the sustainability and economic viability of rubber cultivation in Thailand.

Keywords: Agricultural extension services, improved rubber varieties, sustainable agriculture, Thailand

บทนำ

ยางพาราธรรมชาติมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของเกษตรกรไทย การยางแห่งประเทศไทย (กยท.) มีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงนโยบายของรัฐกับเกษตรกร ส่งเสริมการทำเกษตรแบบบูรณาการเพื่อกระจายแหล่งรายได้นอกเหนือจากการปลูกยางพารา และสนับสนุนอุตสาหกรรมยางพาราในประเทศและปลายน้ำ (รักพงษ์ รัตติคุณปร, 2562) อย่างไรก็ตาม การศึกษาในก่อนหน้านี้ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เผยให้เห็นว่าเกษตรกรคาดหวังบทบาทที่ชัดเจนมากขึ้นจาก กยท. โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับการสนับสนุนด้านสวัสดิการและการจัดการพื้นที่เพาะปลูก บทบาทที่รับรู้ที่แท้จริงของ กยท. ยังคงอยู่ในระดับปานกลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการส่งเสริมการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปยางพารา (ธรรมพร พงศ์พัฒนะพุทธิ และทิพวรรณ จันทมนิโชติ, ม.ป.ป.) การวิจัยทั่วจังหวัดทางตอนใต้และชายแดน เช่น นราธิวาส แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรต้องดิ้นรนกับราคายางพาราที่ต่ำ ต้นทุนปัจจัยการผลิตที่สูง ขาดการเข้าถึงตลาด การแสวงหาประโยชน์จากพ่อค้าคนกลาง โรคพืช และความไม่สงบในภูมิภาค (อภิสิทธิ์ ไชยลาภ และฮาเกีมาน ดอเลาะ, 2565) พวกเขา รวมถึงการสนับสนุนของรัฐบาลสำหรับการควบคุมศัตรูพืชการฝึกอบรมภาคปฏิบัติและการจัดตั้งตลาดในท้องถิ่น ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายมุ่งเน้นไปที่การจัดตั้งสหกรณ์ เสริมสร้างความรู้ด้านเทคโนโลยี และส่งเสริมการใช้ยางพาราในประเทศ (ชูชาติ ตันอังสนากุล และวรรณดี สุทธิธาราร, 2559)

ยางพาราที่ลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2556 ส่งผลกระทบอย่างมากต่อรายได้ของเกษตรกร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว การศึกษาชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนไปสู่ระบบการเกษตรที่หลากหลาย รวมถึงการปลูกพืชระหว่างปลูกและการบูรณาการปศุสัตว์เพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มความยืดหยุ่น (สุทธิพงษ์ อ่างทอง, 2566) ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี แม้ว่ายางพาราจะยังคงเป็นพืชหลัก แต่ความผันผวนของราคาทั่วโลกและการขาดแคลนแรงงานทำให้ผลผลิตลดลง กลยุทธ์ในขณะนี้เน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมแบบบูรณาการและการดำรงชีวิตทางเลือก (ศรีอำไพ อิงคกิตติ, 2567) ที่สำคัญ

สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ได้แก่ ประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานที่ไม่สม่ำเสมอความรู้ของเกษตรกรที่อ่อนแอและการเข้าถึงตลาดมูลค่าเพิ่มที่จำกัด ตัวอย่างเช่น ในเชียงราย การผลิตยางพาราต้องเผชิญกับข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์ ในขณะที่ในพัทลุง คุณภาพของผลิตภัณฑ์และปัจจัยขององค์กรมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแข่งขันในการส่งออก (กันธิชา โคตรแสนลี และ สุเทพ นิมสหาย, 2559; สุภาวดี สายสนิท และรัฐยา พรหมหิตาทร, 2566) ยังคงมีการแข่งขันระดับโลก แต่ต้องเผชิญกับแรงกดดันจากประเทศต่าง ๆ เช่น มาเลเซีย ซึ่งมีเป้าหมายที่จะเป็นศูนย์กลางยางพาราระดับโลก

ล่าสุดของการยางแห่งประเทศไทย (กยท.) เช่น การแนะนำพันธุ์ยางพาราปรับปรุงใหม่ RRIT 3904 ได้แสดงให้เห็นผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ พันธุ์นี้ให้ผลผลิตน้ำยางพาราที่สูงขึ้น (สูงถึง 400 กก./ไร่/ปี) และทนทานต่อโรคใบ เช่น โรคราแป้ง โรคไฟทอปธอรา มากกว่าเมื่อเทียบกับพันธุ์ยางพาราปรับปรุงก่อนหน้านี้อย่าง RRIM 600 เกี่ยวข้องกับการวิจัยและทดสอบมานานกว่าสองทศวรรษ และปัจจุบันมีการเพาะปลูกมากกว่า 1,000 ไร่ (การยางแห่งประเทศไทย, 2568) บริการส่งเสริมได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความสำคัญต่อการเพิ่มรายได้ของเกษตรกร ตัวอย่างเช่น ในภาคใต้ของประเทศไทย เกษตรกรขอความช่วยเหลือในการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับยางพาราของตน ตัวอย่างในพื้นที่อื่น ๆ เช่น ในพะเยา การทำฟาร์มแบบรวมกลุ่มช่วยลดต้นทุนและผลตอบแทนที่ดีขึ้นอย่างมาก (นริศรา อินทะสิริ และบัณฑิตา ทองชู, 2567; สิริยุพา เลิศกาญจนานพร, 2566) การทำเกษตรแบบบูรณาการและเกษตรอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อได้รับการสนับสนุนจากนโยบายและการกำกับดูแลท้องถิ่นที่มีประสิทธิภาพ (พนิดา ทรัพย์สาร และคณะ, 2567; สมพร เรืองสังข์, 2567). การวิจัยยางพารายังคงมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มผลผลิต ความต้านทานโรค และการปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศที่แตกต่างกัน พันธุ์เช่น RRIT 251 ทำงานได้ดีกว่าในพื้นที่ชื้น ในขณะที่ RRIM 600 เหมาะสำหรับพื้นที่แห้ง การเพาะพันธุ์เชิงกลยุทธ์และการสนับสนุนทางเทคโนโลยีซึ่งสอดคล้องกับแนวทางปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices: GAP) ช่วยให้เกษตรกรปรับตัวและเพิ่มผลผลิต (วรรณนิษฐ์ มีลุน และคณะ,

2560) ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ควบคู่ไปกับนโยบายของรัฐ เช่น โมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงความมั่นคงทางอาหารและเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ (วรากรณ์ 2566)

การศึกษาก่อนหน้านี้ของ บัญชา เวียงสมุทร และคณะ (2557) ชี้ให้เห็นว่า เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราต้องเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น ฝนไม่เพียงพอ รวมถึงข้อจำกัดทางการจัดการ เช่น ขาดปุ๋ยและสวนยางที่เสื่อมสภาพ ผลที่ได้ก็คือเกษตรกร มีความต้องการสูงต่อการบริการทางวิชาการในหลายด้าน ทั้งในด้านเทคนิคการเพาะปลูกและดูแลสวน การจัดการศัตรูและโรคพืช ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นใน การพัฒนาการส่งเสริมการเกษตร ที่ตอบสนองต่อความต้องการจริงของเกษตรกร รวมถึงเน้นไปที่ความรู้ที่ใช้ได้จริง และตรงกับบริบทของพื้นที่ การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบผลกระทบของบริการส่งเสริมการเกษตรและการปรับปรุงพันธุ์ยางพาราที่มีต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในประเทศไทย นอกจากนี้ยังประเมินว่าผลกระทบเหล่านี้แตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาคอย่างไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งพยายามทำความเข้าใจว่าบริการส่งเสริมการเกษตรส่งผลต่อรายได้ของเกษตรกรอย่างไร และการปรับปรุงพันธุ์ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุงมีอิทธิพลอย่างมากต่อผลผลิตและการสร้างรายได้หรือไม่ การวิจัยนี้ช่วยสนับสนุนข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและยืดหยุ่นในภาคยางพาราของประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) การวิจัยเชิงปริมาณที่มุ่งเน้นการศึกษาสัดส่วนประชากร (Population Proportion) มักใช้สูตรหรือตารางสำเร็จรูปในการกำหนดจำนวนตัวอย่างภายใต้ระดับความเชื่อมั่นและค่าความคลาดเคลื่อนที่เหมาะสม (ศิริรัตน์ ขานทอง และคณะ, 2564; วีระยุทธ พรพจน์ธนาศ, 2565) โดยเก็บข้อมูลจากเกษตรกรปลูกยางพาราจำนวน 200 คน จาก 4 ภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ (จังหวัดเชียงราย) ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดอุดรธานี) ภาคตะวันออก (จังหวัดตราด) และภาคใต้ (สุราษฎร์ธานี) โดยใช้สูตรคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Raosoft (2004)

$$x = Z(c/100)^2 r(100-r)$$

$$n = N x / ((N-1)E^2 + x)$$

$$E = \text{Sqrt}[(N - n) x / n(N-1)]$$

Figure 1: Sample size calculation formula of Raosoft

การเก็บข้อมูลดำเนินการผ่านแบบสอบถามออนไลน์ที่เน้นความสะดวกและเข้าถึงง่ายสำหรับผู้ตอบแบบสอบถาม โดยเนื้อหาในแบบสอบถามครอบคลุมข้อมูลเกี่ยวกับรายได้ การใช้สายพันธุ์ยางพารา และบริการส่งเสริมการเกษตรที่ได้รับ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้เครื่องมือทางสถิติ เช่น สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive) ความถี่ (Frequency) ANOVA และการวิเคราะห์ถดถอย (Regression) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อประเมินรายได้จากการปลูกยางพารา ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรายได้ และแนวโน้มการใช้สายพันธุ์ยางพาราที่ปรับปรุงใหม่ในแต่ละภูมิภาค ทั้งนี้ เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบและแนวทางการพัฒนาภาคการเกษตรอย่างยั่งยืน

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้สำรวจเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา 200 รายจาก 4 ภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงใต้ และภาคใต้ โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์เพื่อรวบรวมข้อมูล (Table 1) ข้อมูลที่รวบรวมรวมถึงข้อมูลประชากร เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา ภูมิภาค ประสบการณ์การสวนยางพารา และประเภทของพันธุ์ยางพาราที่ปลูก ผลการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง (54%) ในขณะที่ผู้ชายคิดเป็น 46% กลุ่มอายุที่พบบ่อยที่สุดที่เกี่ยวข้องกับการปลูกยางพาราคืออายุระหว่าง 46-

55 ปี คิดเป็น 43.5% รองลงมาคือกลุ่มอายุ 36-45 ปีที่ 39.5% มีเพียง 13.5% เท่านั้นที่อายุต่ำกว่า 25 ปี และ 3.5% มีอายุมากกว่า 55 ปี ในด้านการศึกษา ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (44%) รองลงมาคือผู้สำเร็จการศึกษาระดับ

ปริญญาตรี (40%) ประถมศึกษา (10%) และสูงกว่าปริญญาตรี (6%) ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (46.5%) ตามด้วยภาคใต้ (36.5%) ภาคเหนือ (10%) และตะวันออก (7%)

Table 1: Demographic profile of rubber farmers (n = 200)

Variable	Categories and Percentage (%)
Gender	Female (54%) and Male (46%)
Age Group	Below 25 (13.5%), 36-45 (39.5%), 46-55 (43.5%) and above 55 (3.5%)
Education Level	Primary school (10%), High school (44%), Bachelor's degree (40%) and graduates' degree (6%)
Region	Northern (10%), Northeastern (46.5%), Eastern (7%) and Southern (36.5%)

Source: Researchers' survey results

ในด้านประสบการณ์การทำสวนยางพารา (Table 2) ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีประสบการณ์ 5-10 ปี ประกอบด้วยกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด (47%) รองลงมาคือผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า 20 ปี (33%) ผู้ที่มีประสบการณ์ 11-20 ปี (13.5%) และผู้ที่มีประสบการณ์น้อยกว่า 5 ปี (6.5%) เมื่อพิจารณาประเภทของพันธุ์ยางพาราที่ปลูก พันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ RRIM 600 (53.5%) ตามด้วย RRIT 251 (10%) พันธุ์อื่น ๆ เช่น Chachoengsao 50, RRIL 203 และ PB 235 ปลูกในเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำกว่า โดยพันธุ์ที่ปลูกน้อยที่สุดคือ BPM 24 และ RRIT 3904 (3.5%) ผลการวิจัยระบุว่าปัจจัยทาง

ประชากรศาสตร์ เช่น อายุ ประสบการณ์ และพันธุ์ยางพาราที่เลือกมีความหลากหลายและอาจส่งผลต่อรายได้ของเกษตรกร การวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเหล่านี้กับรายได้จากการเพาะปลูกยางพารา ตลอดจนการประยุกต์ใช้พันธุ์ยางพาราที่พัฒนาขึ้นใหม่ เช่น RRIT 3904 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเจริญเติบโตที่ดีและลักษณะต้านทานโรค เช่น โรคราแป้ง โรคไฟทอปธอรา จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในการพัฒนาการปลูกยางพาราอย่างยั่งยืน

Table 2: Rubber farming experience and rubber clone types used

Variable	Categories and Percentage (%)
Farming Experience	Less than 5 years (6.5%), 5-10 years (47%), 11-20 years (13.5%) and more than 20 years (33%)
Rubber Clone Planted	RRIM 600 (53.5%), RRIT 251, Chachoengsao 50, RRIL 203 and PB 235 (10%) and BPM 24, RRIT3904 (3.5%)

Source: Researchers' survey results

ผลกระทบของการบริการส่งเสริมการเกษตรต่อรายได้ของเกษตรกร

จากผลการวิเคราะห์การถดถอยที่ให้ไว้ใน Table 3 แสดงให้เห็นได้ชัดว่าการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างบริการส่งเสริมการเกษตร (การสนับสนุน) และรายได้ของเกษตรกร (รายได้) ตัวแปรอิสระรวมถึงแง่มุมต่าง ๆ ของการสนับสนุนที่ให้บริการส่งเสริมการเกษตร เช่น การฝึกอบรมทางการเกษตรที่มีประสิทธิภาพ (SP1) การเข้าถึงทรัพยากร (SP2) ความช่วยเหลือทางการเงิน (SP3) การเข้าถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัย (SP4) และความพึงพอใจโดยรวมกับการสนับสนุนที่มีให้ (SP5) ตัวแปรตามคือ

รายได้ของเกษตรกร ซึ่งคาดว่าจะได้รับอิทธิพลจากระดับการสนับสนุนที่ได้รับ ผลการวิเคราะห์การถดถอยบ่งชี้ค่า R ที่ 0.352 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกปานกลางระหว่างตัวแปรอิสระ (ปัจจัยสนับสนุน) และตัวแปรตาม (รายได้ของเกษตรกร) ค่า R Square ของ 0.124 บ่งชี้ว่าประมาณ 12.4% ของความแปรปรวนในรายได้ของเกษตรกรสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรสนับสนุนที่รวมอยู่ในแบบจำลอง แม้ว่าค่าจะค่อนข้างต่ำ แต่ก็ยังบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังที่เห็นได้จากผลการทดสอบ ANOVA ($F = 5.491$, $p = 0.000$) ซึ่งยืนยันนัยสำคัญโดยรวมของแบบจำลองการถดถอย

Table 3: Impact of agricultural extension services on farmers' incomes

Independent Variable (Support Factors)	Standardized Coefficient (β)	t-value	p-value
SP1: Effective training	-0.049	-0.655	0.514
SP2: Access to resources	0.135	1.811	0.072
SP3: Financial assistance	0.216	1.840	0.068
SP4: Access to modern agricultural technology	-0.056	-0.735	0.464
SP5: Satisfaction with the support received	0.209	2.028	0.046

Source: Researchers' survey results

เมื่อตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์จะสังเกตว่าตัวแปร SP2 (การเข้าถึงทรัพยากร) SP3 (ความช่วยเหลือทางการเงิน) และ SP5 (ความพึงพอใจต่อการสนับสนุน) มีค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานที่เป็นบวก (0.135, 0.216 และ 0.209 ตามลำดับ) ซึ่งบ่งชี้ถึงอิทธิพลเชิงบวกต่อรายได้ของเกษตรกร ในจำนวนนี้ SP5 (ความพึงพอใจต่อการสนับสนุน) เป็นตัวแปรเดียวที่แสดงนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.046$) ซึ่งบ่งชี้ว่าความพึงพอใจต่อการสนับสนุนจากบริการส่งเสริมการเกษตรส่งผลกระทบอย่างมากต่อรายได้ของเกษตรกร SP3 (ความช่วยเหลือทางการเงิน) ใกล้เคียงกับนัยสำคัญ ($p = 0.068$) ซึ่งหมายความว่า การสนับสนุนทางการเงินอาจมีอิทธิพลต่อรายได้ได้อย่างเห็นได้ชัด แม้ว่าจำเป็นต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อสร้างความสำคัญในขณะเดียวกัน SP1 (การฝึกอบรมทางการเกษตรที่มี

ประสิทธิภาพ) และ SP4 (การเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่) แสดงค่าสัมประสิทธิ์ติดลบ แต่ค่า p (0.514 และ 0.464 ตามลำดับ) บ่งชี้ว่าผลกระทบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าแม้ว่าความพึงพอใจโดยรวมต่อการสนับสนุนจากบริการส่งเสริมการเกษตรจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อรายได้ แต่ด้านอื่น ๆ เช่น ความช่วยเหลือทางการเงินและการเข้าถึงทรัพยากรก็อาจมีบทบาทสำคัญเช่นกัน แม้ว่าจะมีความแน่นอนทางสถิติน้อยกว่าก็ตาม การขาดความสำคัญในการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพและการเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่เหล่านี้จำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมหรือสอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรให้ดีขึ้น การศึกษาในอนาคตสามารถปรับปรุงแบบจำลองโดยรวมตัวแปรเพิ่มเติมหรือปรับปรุงการวัดปัจจัยที่มีอยู่เพื่อให้ความ

เข้าใจที่ครอบคลุมมากขึ้นว่าบริการส่งเสริมการเกษตรมีส่วนช่วยในการสร้างรายได้ในภาคการเกษตร

ผลของสายพันธุ์ยางพาราที่ปรับปรุงใหม่ต่อผลผลิตและรายได้

ผลการวิจัยระบุว่าตัวแปรอิสระ (Table 4) ได้แก่ พันธุ์ยางพาราที่ปรับปรุง (RB1, RB2, RB3, RB4, RB5) มีระดับความสำคัญและอิทธิพลต่อตัวแปรตามที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นรายได้ของเกษตรกร สรุปแบบจำลองเผยให้เห็นค่า R ที่ 0.543 ซึ่งบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์เชิงบวกปานกลางระหว่างตัวแปรอิสระและรายได้ของเกษตรกร ค่า R Square ที่ 0.295 แสดงให้เห็นว่าประมาณ 29.5% ของความแปรปรวนในรายได้ของเกษตรกรสามารถอธิบายได้จากพันธุ์ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุงที่รวมอยู่ในแบบจำลอง นี่หมายความว่าปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้

พิจารณาในรูปแบบนี้อาจมีส่วนสำคัญต่อรายได้ของเกษตรกร ผลการวิเคราะห์ ANOVA ยืนยันว่าแบบจำลองมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่า p 0.000 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวมีส่วนสำคัญในการคาดการณ์รายได้ ตารางค่าสัมประสิทธิ์ให้ข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของแต่ละตัวแปร RB1 (RRIM 600) แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับรายได้ ($\beta = 0.307$, $p = 0.004$) ซึ่งบ่งชี้ว่ายางพาราพันธุ์นี้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับรายได้ที่สูงขึ้น ในทำนองเดียวกัน RB5 ยังแสดงให้เห็นถึงผลกระทบเชิงบวกอย่างมากต่อรายได้ ($\beta = 0.402$, $p = 0.000$) ซึ่งบ่งชี้ว่าเกษตรกรที่ใช้พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงนี้ได้รับประโยชน์จากรายได้ที่เพิ่มขึ้น นี่เป็นสิ่งที่น่าสังเกตเป็นพิเศษ เนื่องจาก RB5 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบเชิงบวกที่แข็งแกร่งที่สุดในบรรดาตัวแปรทั้งหมดที่รวมอยู่

Table 4: Effect of improved rubber varieties on yield and income

Independent Variable (Improved Rubber Varieties)	Coefficient	P-Value	Significance Level
RB1: Use of RRIM 600	0.307	0.004	Significant
RB2: Use of RRIT 251	-0.340	0.001	Significant
RB3: Rubber variety that reduces risk	0.188	0.051	Nearly significant
RB4: Variety selection affecting income	-0.049	0.521	Not significant
RB5: Recommendation of rubber variety to others	0.402	0.000	Significant

Source: Researchers' survey results

ในทางตรงกันข้าม RB2 (RRIT 251) แสดงความสัมพันธ์เชิงลบและมีนัยสำคัญทางสถิติกับรายได้ ($\beta = -0.340$, $p = 0.001$) สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าในบริบทของการศึกษานี้การใช้ RRIT 251 อาจไม่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มรายได้หรืออาจนำเสนอความท้าทายที่ลดความสามารถในการทำกำไร RB3 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบเชิงบวกที่มีนัยสำคัญเล็กน้อยต่อรายได้ ($\beta = 0.188$, $p = 0.051$) ซึ่งบ่งชี้ถึงประโยชน์บางอย่าง แต่ไม่แข็งแกร่งอย่างสรุป อย่างไรก็ตาม RB4 ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อรายได้ ($\beta = -0.049$, $p = 0.521$) ซึ่งบ่งชี้ว่าไม่ได้มีส่วนในเชิงบวกหรือเชิงลบต่อ

รายได้ของเกษตรกรอย่างมีความหมาย โดยสรุปผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าพันธุ์ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุงมีบทบาทสำคัญในการกำหนดรายได้ของเกษตรกร โดยบางพันธุ์ เช่น RB1 และ RB5 ให้ผลกระทบเชิงบวกอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์เชิงลบที่เกี่ยวข้องกับ RB2 เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจสาเหตุพื้นฐานของผลกระทบนี้ โดยรวมแล้วผลลัพธ์เน้นย้ำถึงความสำคัญของการเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสมและทำความเข้าใจความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในภูมิภาคและแนวทางการทำฟาร์ม

การเปรียบเทียบระหว่างเกษตรกรที่ใช้สายพันธุ์ปรับปรุงใหม่กับสายพันธุ์เดิม

การวิเคราะห์หมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุงต่าง ๆ ต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา พันธุ์ไม้ยางพาราที่ได้รับการประเมิน ได้แก่ RRIM 600, BPM 24, PB 260, ฉะเชิงเทรา 50, RRIT 251, RRIT 3904, RRII 203 และ PB 235 การศึกษานี้ใช้ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบวิธีการในพันธุ์เหล่านี้เกี่ยวกับมาตรการต่าง ๆ ของผลผลิตและการเพิ่มรายได้ จากผลการวิจัยพบว่าพันธุ์ RRIM 600, RRIT 251 และ RRIT 3904 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลผลิตและรายได้เมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง RRIM 600 (RB1) ได้รับการกล่าวขานว่ามีศักยภาพในการให้ผลผลิตที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยก่อนหน้านี้ที่เน้นความสามารถในการปรับตัวและผลผลิตในภูมิภาคต่าง ๆ นอกจากนี้ RRIT 251 (RB2) ยังได้รับการตั้งข้อสังเกตโดยเฉพาะสำหรับความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของบางภูมิภาค ซึ่งบ่งชี้ว่าการปรับตัวเฉพาะที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิต การวิเคราะห์ยังระบุว่าพันธุ์ไม้ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุงมีส่วนช่วยในการลดความเสี่ยงเกี่ยวกับปัจจัยแวดล้อมที่คาดเดาไม่ได้ การค้นพบนี้เน้นย้ำถึงความยืดหยุ่นของพันธุ์เหล่านี้ต่อภัยคุกคามภายนอก เช่น ความแปรปรวนของสภาพอากาศ โรค และแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ไม้ยางพารา RRIT 251 และ RRIT 3904 แสดงให้เห็นถึงความต้านทานต่อโรคทั่วไป ซึ่งสนับสนุนการรับรู้ที่ดีในหมู่เกษตรกร นอกจากนี้ การเลือกพันธุ์ไม้ยางพารายังพบว่าผลกระทบโดยตรงต่อรายได้ (RB4) เกษตรกรที่นำพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงมาใช้ เช่น RRIM 600 และ RRIT 251 รายงานการเติบโตของรายได้ที่มีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากผลผลิตที่สูงขึ้นและความต้านทานต่อภัยคุกคามต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการเลือกพันธุ์และรายได้นี้เป็นการค้นพบที่สำคัญที่สนับสนุนสมมติฐานที่ว่าพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงสามารถเพิ่มผลกำไรทางการเกษตรได้

นอกจากนี้ ความเต็มใจของเกษตรกรที่จะแนะนำพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงให้กับสมาชิกคนอื่น ๆ ใน

ชุมชน (RB5) ยังบ่งบอกถึงความพึงพอใจและประโยชน์ที่รับรู้ได้จากการนำพันธุ์เหล่านี้มาใช้ อิทธิพลทางสังคมในแง่มุมนี้มีความสำคัญต่อการเผยแพร่นวัตกรรมทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบการทำฟาร์มในชุมชน ผล ANOVA เผยให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในพันธุ์ต่าง ๆ ดังที่ระบุโดยค่า p ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ 0.05 สำหรับการเปรียบเทียบส่วนใหญ่ นี่แสดงให้เห็นว่าไม่ใช่ทุกพันธุ์ไม้ยางพาราที่มีส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตและรายได้อย่างเท่าเทียมกัน พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงซึ่งปรับให้เข้ากับสภาพท้องถิ่นโดยเฉพาะ เช่น RRIM 600 และ RRIT 251 ให้ประโยชน์อย่างมากเหนือพันธุ์อื่น ๆ โดยรวมแล้วผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าพันธุ์ไม้ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุงมีส่วนช่วยในเชิงบวกต่อการสร้างรายได้ในหมู่เกษตรกรผู้ปลูกยางพารา พันธุ์ RRIM 600 และ RRIT 251 มีความโดดเด่นเป็นพิเศษสำหรับประสิทธิภาพที่เหนือกว่าในแง่ของผลผลิต ความสามารถในการปรับตัว และความยืดหยุ่นต่อความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสำรวจว่าการค้นพบเหล่านี้อาจแตกต่างกันไปตามภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ และภายใต้สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันอย่างไร นอกจากนี้ การตรวจสอบผลกระทบทางเศรษฐกิจในระยะยาวของพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงเหล่านี้สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมโดยรวมในการพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืน

ความแตกต่างของผลกระทบในแต่ละภูมิภาค

การวิเคราะห์การถดถอยมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินผลกระทบของปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและส่วนบุคคลต่อรายได้ของเกษตรกร (Table 5) การวิเคราะห์ประกอบด้วยตัวแปรอิสระห้าตัว EV1 (ปริมาณน้ำฝนและสภาพดิน) EV2 (ระดับการศึกษา) EV3 (ประสบการณ์การทำฟาร์ม) EV4 (สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย) และ EV5 (ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น การศึกษาและประสบการณ์) ตัวแปรตามคือรายได้ สรุปแบบจำลองบ่งชี้ว่าแบบจำลองโดยรวมมีนัยสำคัญ โดยมีค่า R เท่ากับ 0.754 และค่า R -square เท่ากับ 0.569 ซึ่งหมายความว่าประมาณ 56.9% ของความแปรปรวนในรายได้สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระที่รวมอยู่ในแบบจำลอง ค่า R -square ที่ปรับ

แล้วที่ 0.557 บ่งชี้ว่าแบบจำลองมีความพอดีกับข้อมูลโดยคำนึงถึงองศาอิสระ

ผลลัพธ์ ANOVA ยังยืนยันนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลอง โดยมีค่า p เท่ากับ 0.000 ซึ่งบ่งชี้ว่าตัวแปรอิสระรวมกันมีส่วนสำคัญในการอธิบายความแปรปรวนของรายได้ ตารางค่าสัมประสิทธิ์แสดงการมีส่วนร่วมของตัวแปรอิสระแต่ละตัวต่อแบบจำลอง EV1 (ปริมาณน้ำฝนและสภาพดิน) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับรายได้ ($Beta = -0.216$, $p = 0.002$) ซึ่งบ่งชี้ว่าสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยส่งผลเสียต่อรายได้ ในทางกลับกัน EV2 (ระดับการศึกษา) แสดงผลกระทบเชิงบวก ($Beta = 0.340$, $p = 0.000$) ซึ่งบ่งชี้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่สูงขึ้นนั้นสัมพันธ์กับรายได้ที่ดีขึ้น EV3 (ประสบการณ์การทำฟาร์ม) ยังส่งผลดีต่อรายได้ ($Beta = 0.209$, $p = 0.001$) ซึ่งเน้นย้ำถึงความสำคัญของประสบการณ์จริงในการเพิ่มผลผลิตและผลกำไร EV4 (สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย) แสดงให้เห็นถึงผลดีอย่าง

มากต่อรายได้ ($Beta = 0.437$, $p = 0.000$) ซึ่งยืนยันว่าสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีนัยสำคัญ ในทำนองเดียวกัน EV5 (ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น การศึกษาและประสบการณ์) มีอิทธิพลในเชิงบวกต่อรายได้ ($Beta = 0.231$, $p = 0.002$) ซึ่งบ่งชี้ว่าปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญในการกำหนดความสำเร็จทางการเกษตร โดยสรุป การวิเคราะห์การถดถอยเผยให้เห็นว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดมีอิทธิพลต่อรายได้ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ โดยสภาพแวดล้อม (EV4) และระดับการศึกษา (EV2) แสดงผลในเชิงบวกที่แข็งแกร่งที่สุด ปริมาณน้ำฝนและสภาพดินที่ไม่เอื้ออำนวย (EV1) ส่งผลเสียต่อรายได้ โดยเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการใช้กลยุทธ์การปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการปรับปรุงโอกาสทางการศึกษา การเพิ่มประสบการณ์การทำฟาร์ม และการส่งเสริมแนวทางปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมที่สามารถเพิ่มรายได้ของเกษตรกรและผลผลิตทางการเกษตรโดยรวมได้อย่างมาก

Table 5: Differences in impacts by region

Independent Variable (Environmental and Personal Factors)	Beta Coefficient (β)	P-Value	Interpretation
EV1: Rainfall and soil conditions in the region	-0.216	0.002	Significantly negative impact on income
EV2: Education level	0.340	0.000	Significantly positive impact on income
EV3: Farming experience	0.209	0.001	Significantly positive impact on income
EV4: Favorable environmental conditions	0.437	0.000	Significantly positive impact on income
EV5: Personal factors (education and experience)	0.231	0.002	Significantly positive impact on income

Source: Researchers' survey results

ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เทคโนโลยีการเกษตรและแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืนกับรายได้ของเกษตรกร

การวิเคราะห์การถดถอยที่ดำเนินการเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีมาใช้กับแนวทางปฏิบัติด้านความยั่งยืน (ตัวแปรอิสระ) และรายได้

ของเกษตรกร (ตัวแปรตาม) ให้ข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตรและการเติบโตทางเศรษฐกิจ ใน Table 6 จากผลการวิจัย ค่า R-square ของแบบจำลองคือ 0.372 ซึ่งบ่งชี้ว่าประมาณ 37.2% ของความแปรปรวนของรายได้ของเกษตรกร

สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ ซึ่งรวมถึง TN1 (การนำเทคโนโลยีการทำฟาร์มสมัยใหม่มาใช้), TN2 (การบูรณาการแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืน เช่น การปลูกสลับ), TN3 (การปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP), TN4 (การสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลสำหรับการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้) และ TN5 (การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันโดยรวมผ่านเทคโนโลยีขั้นสูงและความยั่งยืน การปฏิบัติ) ค่า R-square ที่ปรับแล้วที่ 0.356 ยังสนับสนุนความถูกต้องของแบบจำลองโดยลดลงเล็กน้อยจากค่า R-square ซึ่งเป็นเรื่องปกติเนื่องจากการปรับจำนวนตัวทำนายในแบบจำลอง ผลจากการวิเคราะห์ ANOVA แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 23.003, p < 0.001$) ซึ่งยืนยันว่าตัวแปรอิสระรวมกันมีส่วนช่วยในการอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรตามรายได้ของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์แต่ละตัวเผยให้เห็นระดับความสำคัญที่ต่างกันสำหรับแต่ละปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง TN2 ($\beta = 0.936, p < 0.001$) เป็นตัวทำนายเชิงบวกที่สำคัญที่สุด ซึ่งบ่งชี้ว่าการบูรณาการแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืน เช่น การปลูกพืชระหว่างปลูกช่วยเพิ่มความมั่นคงและการเติบโตของรายได้ได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับการวิจัยก่อนหน้านี้ที่ระบุว่าการทำฟาร์มที่หลากหลายช่วยลดความเสี่ยงและปรับปรุงความยืดหยุ่นต่อสภาวะแวดล้อมที่คาดเดาไม่ได้

ในทางกลับกัน TN1 ($\beta = -0.376, p < 0.001$) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงลบและมีนัยสำคัญกับรายได้ ซึ่งบ่งชี้ว่าการนำเทคโนโลยีการทำฟาร์มสมัยใหม่

มาใช้เพียงอย่างเดียวอาจไม่จำเป็นต้องแปลเป็นรายได้ที่สูงขึ้น การค้นพบนี้อาจชี้ให้เห็นว่าการนำไปใช้อย่างไม่เหมาะสม ขาดการฝึกอบรมที่เพียงพอ หรือค่าใช้จ่ายสูงที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีใหม่อาจบ่อนทำลายประสิทธิภาพในทางกลับกัน TN3 ($\beta = -0.135, p = 0.074$), TN4 ($\beta = 0.079, p = 0.291$) และ TN5 ($\beta = -0.067, p = 0.322$) ไม่ใช่ตัวทำนายที่มีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่า TN3 จะเข้าใกล้นัยสำคัญด้วยค่า p 0.074 ผลลัพธ์นี้หมายความว่าในขณะที่การปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP การสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลและความสามารถในการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลต่อการเติบโตของรายได้ แต่ผลกระทบของแต่ละบุคคลอาจเด่นชัดน้อยกว่าเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าในขณะที่การบูรณาการการปฏิบัติทางการเกษตรที่ยั่งยืนมีส่วนสำคัญในการสร้างรายได้ แต่การนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้จะต้องเสริมด้วยกลไกการสนับสนุนที่เพียงพอ เช่น การฝึกอบรม การเข้าถึง และความช่วยเหลือทางการเงิน ผลลัพธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญสำหรับ TN3, TN4 และ TN5 บ่งบอกเป็นนัยว่านโยบายที่มุ่งส่งเสริมการนำเทคโนโลยีมาใช้และความยั่งยืนควรได้รับการปรับแต่งเพื่อจัดการกับความท้าทายเฉพาะที่เกษตรกรต้องเผชิญ เพื่อให้มั่นใจว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสามารถเข้าถึงได้ ราคาไม่แพง และรวมเข้ากับระบบการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์นี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการออกแบบการแทรกแซงที่ตรงเป้าหมายเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและการเติบโตของรายได้ที่ยั่งยืน

Table 6: Relationship between the use of agricultural technology and sustainable practices and farmers' incomes

Independent Variable (Technology and Sustainability)	Coefficient (β)	Sig. Value	Statistical Significance
Use of modern farming technology (TN1)	-0.376	0.001	Significant
Integration of sustainable practices (TN2)	0.936	0.001	Significant
Compliance with GAP standards (TN3)	-0.135	0.074	Not significant
Government policy support for technology adoption (TN4)	0.079	0.291	Not significant
Use of advanced technology and sustainable practices (TN5)	-0.067	0.322	Not significant

Source: Researchers' survey results

การใช้บริการส่งเสริมและสายพันธุ์ยางพาราใน ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ดำเนินการเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างภูมิภาค (ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก และภาคใต้) และบริการสนับสนุนทางการเกษตรให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับประสิทธิภาพของบริการเหล่านี้ในสถานที่ทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ตัวแปรสนับสนุนทางการเกษตรห้าตัวที่รวมอยู่ในการวิเคราะห์คือ:

- SP1: ประสิทธิภาพการฝึกอบรมทางการเกษตร
- SP2: การเข้าถึงทรัพยากรที่ปรับปรุงกิจกรรมการทำฟาร์ม
- SP3: ความช่วยเหลือทางการเงินที่ช่วยเพิ่มรายได้ทางการเกษตร
- SP4: การเข้าถึงเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่
- SP5: ความพึงพอใจกับการสนับสนุนที่มีให้

ผลการวิจัยบ่งชี้ว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละภูมิภาคสำหรับตัวแปรการสนับสนุนส่วนใหญ่ ซึ่งบ่งชี้ว่าประสิทธิผลและการรับรู้ของบริการสนับสนุนแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค SP1 (ประสิทธิภาพการฝึกอบรมทางการเกษตร) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในภูมิภาคต่าง ๆ ($F = 1.010, p = .390$) สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกอบรมได้รับการรับรู้ในทำนองเดียวกันในทุกภูมิภาค SP2 (การเข้าถึงทรัพยากร) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($F = 14.146, p < 0.001$) การวิเคราะห์หลังการพิจารณาเพิ่มเติมบ่งชี้ว่าการเข้าถึงทรัพยากรมีประสิทธิภาพมากที่สุดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามมาด้วยภาคใต้และภาคตะวันออก ภาคเหนือรายงานประสิทธิภาพน้อยที่สุด SP3 (ความช่วยเหลือทางการเงิน) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($F = 5.070, p = 0.002$) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้แสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจที่สูงขึ้นกับความช่วยเหลือทางการเงินเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ ซึ่งบ่งชี้ถึง

อิทธิพลที่อาจเกิดขึ้นจากนโยบายระดับภูมิภาคหรือโครงการสนับสนุน

SP4 (การเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสูง ($F = 6.291, p < 0.001$) ภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือรายงานประสิทธิภาพสูงสุดของการเข้าถึงเทคโนโลยี ในขณะที่ภาคเหนือรายงานต่ำที่สุด และ SP5 (ความพึงพอใจต่อบริการสนับสนุน) ยังสังเกตเห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($F = 6.115, p = 0.001$) ภาคใต้แสดงความพึงพอใจสูงสุดกับบริการสนับสนุน ในขณะที่ภาคเหนือมีระดับความพึงพอใจต่ำที่สุด การทดสอบหลังการทดสอบ (LSD) ชี้แจงความแตกต่างระหว่างภูมิภาคเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น SP2 (การเข้าถึงทรัพยากร) แสดงให้เห็นว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าภาคเหนืออย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับภาคเหนือ (ความแตกต่างเฉลี่ย = $0.930, p < 0.001$) ซึ่งบ่งชี้ถึงความเหลื่อมล้ำในการจัดหาหรือประสิทธิผลของการสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากร

การค้นพบเหล่านี้บ่งบอกเป็นนัยว่าบริการสนับสนุนทางการเกษตรไม่ได้มีประสิทธิภาพอย่างสม่ำเสมอในทุกภูมิภาค ซึ่งบ่งชี้ถึงความจำเป็นในการใช้แนวทางที่ปรับให้เหมาะกับการปรับปรุงการสนับสนุนในภูมิภาคที่ประสิทธิผลต่ำ นอกจากนี้ ความแตกต่างในระดับความพึงพอใจอาจสะท้อนถึงระดับการเข้าถึง การนำเทคโนโลยีมาใช้ หรือความช่วยเหลือทางการเงินที่แตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค ผู้กำหนดนโยบายและหน่วยงานสนับสนุนการเกษตรควรพิจารณาความไม่เท่าเทียมกันในระดับภูมิภาคเหล่านี้เมื่อออกแบบและดำเนินโครงการสนับสนุนเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและความมั่นคงของรายได้ในทุกพื้นที่ การวิเคราะห์ทางสถิติที่ดำเนินการในการศึกษานี้ให้ข้อมูลเชิงลึกอันมีค่าเกี่ยวกับผลกระทบของบริการส่งเสริมการเกษตรและพันธุ์ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุงต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในประเทศไทย การวิเคราะห์การถดถอยเผยให้เห็นว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรายได้รวมถึงแง่มุมของบริการสนับสนุนทางการเกษตร เช่น ประสิทธิภาพการฝึกอบรม การเข้าถึงทรัพยากร ความช่วยเหลือทางการเงิน การเข้าถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัย และความพึงพอใจโดยรวมต่อการสนับสนุนที่ได้รับ ค่า R-Square ของแบบจำลองคือ

0.352 ซึ่งบ่งชี้ว่าประมาณ 35.2% ของความแปรปรวนในรายได้ของเกษตรกรสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระที่ตรวจสอบ ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ปานกลางระหว่างตัวแปรอิสระและรายได้ นอกจากนี้ ผลลัพธ์ ANOVA ยังยืนยันนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลอง โดยมีค่า F เท่ากับ 5.491 และค่า p เท่ากับ 0.000

ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่เน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญของบริการส่งเสริมการเกษตรและการปรับปรุงพันธุ์อย่างพาราในการเพิ่มรายได้ของเกษตรกรและรักษาอุตสาหกรรมยางพาราของประเทศไทย การค้นพบว่าการเข้าถึงทรัพยากร (SP2) และการสนับสนุนทางการเงิน (SP3) มีอิทธิพลในเชิงบวกต่อรายได้ของเกษตรกรสะท้อนให้เห็นถึงข้อสรุปจากการศึกษาที่ดำเนินการในภาคใต้ของประเทศไทยและพะเยา ซึ่งการเข้าถึงทรัพยากรและการทำฟาร์มแบบกลุ่มช่วยเพิ่มความสามารถในการทำกำไรได้อย่างมีนัยสำคัญ (นริศรา อินทะสิริ และบัณฑิตา ทองชู, 2567; สิริยุพา เลิศกาญจนพร, 2566) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความพึงพอใจโดยรวมต่อบริการส่งเสริม (SP5) มีผลต่อนัยสำคัญทางสถิติต่อรายได้ ซึ่งสนับสนุนการสังเกตโดย รักพงษ์ รัตนคุณูปกร (2562) และ ธรรมพร พงศ์พัฒนะพฤทธิ และทิพวรรณ จันทมนธิโชติ (ม.ป.ป.) ที่ชี้ให้เห็นว่าประสิทธิผลของการแทรกแซงของ การยางแห่งประเทศไทย (กยท). ยังคงอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีความคาดหวังที่ชัดเจนจากเกษตรกรสำหรับการสนับสนุนที่มีผลกระทบมากขึ้น

ผลกระทบเชิงบวกของการปรับปรุงพันธุ์ยางพาราที่ได้รับการปรับปรุง โดยเฉพาะ RRIM 600 และ RRIT 3904 ต่อรายได้ของเกษตรกรยืนยันการค้นพบก่อนหน้านี้ว่าการปรับปรุงพันธุ์อย่างพาราเหล่านี้มีประสิทธิภาพเหนือกว่าพันธุ์เก่าในด้านผลผลิตน้ำยางพาราและความต้านทานโรค (การยางแห่งประเทศไทย, 2568; วรรณพินัย มีลู่น และคณะ, 2560) ที่โดดเด่นของ RRIT 3904 ต่อกำไรค่ากล่าวอ้างเกี่ยวกับผลผลิตที่สูงขึ้นและลักษณะต้านทานโรคที่แข็งแกร่ง ในทางกลับกันความสัมพันธ์เชิงลบระหว่าง RRIT 251 และรายได้ในการศึกษานี้บ่งชี้ถึงความท้าทายเฉพาะภูมิภาคหรือความไม่สอดคล้องที่อาจเกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นซึ่งเป็นข้อกังวลที่สังเกตโดย สุทธิพงษ์ อ่างทอง (2566) ผู้ซึ่งเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการทำ

ฟาร์มที่หลากหลายและกลยุทธ์การปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อความผันผวนของตลาดและสภาพภูมิอากาศ จากมุมมองระดับภูมิภาค ความเหลื่อมล้ำในประสิทธิผลของการสนับสนุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเข้าถึงทรัพยากรและความช่วยเหลือทางการเงิน ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับนโยบายเฉพาะภูมิภาค การค้นพบเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงการสังเกตก่อนหน้านี้โดย ชูชาติ ต้นอังสนากุล และวรรณดี สุทธินรากร (2559) การสนับสนุนนโยบายควรคำนึงถึงความไม่มั่นคงในภูมิภาคและความหลากหลายทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดชายแดนอย่างนราธิวาส ซึ่งเผชิญกับภัยคุกคามทวีคูณ รวมถึงความขัดแย้งและโครงสร้างพื้นฐานที่จำกัด (อภิสิทธิ์ ไชยลาภ และ ฮากิมาน ดอเลาะ, 2565)

นอกจากนี้ ความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้เพียงอย่างเดียวกับรายได้ของเกษตรกรท้าทายสมมติฐานที่ว่านวัตกรรมนำไปสู่ผลกำไรโดยตรง สิ่งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยก่อนหน้านี้ว่าการนำเทคโนโลยีมาใช้ต้องควบคู่ไปกับการฝึกอบรมและความสามารถในการจ่ายจึงจะมีประสิทธิภาพ (พนิดา ทรัพย์สาร และคณะ, 2567) อิทธิพลเชิงบวกที่แข็งแกร่งของแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืน เช่น การปลูกระหว่างปลูก ยืนยันข้อสรุปก่อนหน้านี้ว่าการเกษตรแบบบูรณาการช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและรายได้เมื่อเผชิญกับความไม่แน่นอนของตลาดและสภาพภูมิอากาศ (สมาพร เรื่องสังข์, 2567; คุณัญญ์ มีผดุง และกนกวรรณ จันทรเจริญชัย, 2566) อิทธิพลของการศึกษา ประสบการณ์การทำฟาร์ม และสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อรายได้เป็นการยืนยันสิ่งที่นักวิชาการก่อนหน้านี้ได้เน้นย้ำเกี่ยวกับความสำคัญของทุนมนุษย์และความเหมาะสมของระบบนิเวศ (วรางค์รัตน์ ภาณุวรรณ, 2566) แบบจำลองการถดถอยของการศึกษายืนยันว่าความแปรปรวนของรายได้มากกว่า 50% สามารถอธิบายได้ด้วยปัจจัยที่รวมกันเหล่านี้ ซึ่งบ่งชี้ถึงบทบาทสำคัญในความสำเร็จทางการเกษตรในระยะยาว

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเผยให้เห็นการค้นพบที่สำคัญหลายประการเกี่ยวกับผลกระทบของบริการส่งเสริมการเกษตร

และการปรับปรุงการปรับปรุงพันธุ์ยางพาราต่อรายได้ของเกษตรกรในประเทศไทย ประการแรก ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อการส่งเสริมมีอิทธิพลอย่างมากต่อรายได้ ในขณะที่การเข้าถึงทรัพยากรและการสนับสนุนทางการเงินก็แสดงให้เห็นถึงผลกระทบในเชิงบวก แม้ว่า จะแข็งแกร่งทางสถิติน้อยกว่าก็ตาม ในทางตรงกันข้าม ประสิทธิภาพของการฝึกอบรมและการเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ไม่ได้แสดงผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งบ่งชี้ถึงช่องว่างในการนำไปใช้หรือความเกี่ยวข้องกับความ ต้องการของเกษตรกร ในบรรดาพันธุ์ยางพารา RRIM 600 และ RRIT 3904 แสดงให้เห็นถึงผลดีอย่างมากต่อรายได้ โดยยืนยันผลผลิตและความสามารถในการปรับตัวสูง ในขณะที่ RRIT 251 แสดงผลกระทบเชิงลบ โดยเน้นย้ำถึง ความสำคัญของการจับคู่การปรับปรุงพันธุ์ยางพารากับสภาวะเฉพาะของภูมิภาค ภูมิภาคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในประสิทธิภาพของการสนับสนุนโดยภาค ตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้รายงานความพึงพอใจที่ สูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับความช่วยเหลือทางการเงิน และการเข้าถึงเทคโนโลยีในขณะที่ภาคเหนือล้าหลัง ปัจจัย ด้านสิ่งแวดล้อมและส่วนบุคคล เช่น สภาพการทำฟาร์มที่เอื้ออำนวย ระดับการศึกษา และประสบการณ์การทำฟาร์มก็เป็นตัวทำนายรายได้ที่สำคัญเช่นกัน โดยสิ่งแวดล้อมและการศึกษาแสดงผลกระทบที่แข็งแกร่งที่สุด นอกจากนี้ แนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืน เช่น การปลูกพืชสลับกันยังพบว่า เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการเพิ่มรายได้ มากกว่า การนำเทคโนโลยีแบบสแตนด์อโลนมาใช้ กล่าวคือ ระบบ หรืออุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องเชื่อมต่อภายนอกหรือการอ้างอิง สามารถทำหน้าที่ตามที่ ตั้งใจไว้ได้โดยไม่ต้องพึ่งพาอุปกรณ์หรือเครือข่ายอื่น ผลการวิจัยเหล่านี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการสนับสนุนเฉพาะภูมิภาค การฝึกอบรมที่เพิ่มขึ้น และแนวทางการทำฟาร์มแบบบูรณาการเพื่อเพิ่มรายได้และความยั่งยืนในภาคยางพาราของประเทศไทย

ข้อเสนอแนะ

เพื่อประสิทธิภาพของการบริการส่งเสริมการเกษตร และการนำพันธุ์ยางพาราที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้งานวิจัยนี้เสนอให้มีกลยุทธ์แบบเฉพาะพื้นที่ เช่น การฝึกอบรมที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและเศรษฐกิจของแต่ละภูมิภาค พร้อมทั้งเน้นการเข้าถึงทรัพยากรในพื้นที่ที่ยังได้รับการสนับสนุนน้อย เช่น ภาคเหนือ และภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ รวมถึงส่งเสริมโครงการช่วยเหลือทางการเงินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการลงทุนด้านเทคโนโลยีการเกษตร ทั้งนี้ ควรพิจารณาความเหมาะสมของพันธุ์ยางพาราให้เหมาะสมกับแต่ละภูมิภาคโดยเฉพาะ ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ให้ผลดี และ พันธุ์ยางพารา RRIT 251 ที่ควรมีการศึกษาค้นคว้าว่าทำไมไม่เป็นที่นิยมปลูก พร้อมสนับสนุนการทำวิจัยแบบมีส่วนร่วมกับเกษตรกรในท้องถิ่นเพื่อเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม นอกจากนี้ ควรส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับพันธุ์ยางพาราผ่านกิจกรรม สาธิต การประชุมและความร่วมมือกับหน่วยงานวิจัย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดจากการใช้แบบสอบถามออนไลน์เป็นหลัก ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมกลุ่มเกษตรกรที่ขาดการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต อีกทั้งการวิเคราะห์เชิงปริมาณ อาจไม่สะท้อนประสบการณ์ของเกษตรกรอย่างครบถ้วน จึงควรเพิ่มการวิจัยเชิงคุณภาพในอนาคต และขยาย การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบระยะยาวด้านเศรษฐกิจ ความยั่งยืน และความยืดหยุ่นต่อสิ่งแวดล้อม โดยอาจ เปรียบเทียบในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ รวมถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเกษตรที่แม่นยำ และแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อยกระดับบริการส่งเสริมการเกษตร ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความอนุเคราะห์และการสนับสนุนหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งต่อ ดร. ทวีช โสมรักษ์ อาจารย์ ประจำวิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่ให้ คำแนะนำ องค์กรความรู้ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในแต่ละจังหวัด ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามด้วยความเต็มใจ ซึ่งข้อมูลที่ได้รับมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา ทั้งนี้ ความกรุณาและการมีส่วนร่วมของทุกท่านถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

- กันธิชา โคตรแสนลี และสุเทพ นิมสา. (2559). การศึกษาใช้อุปทานยางพาราเพื่อการส่งออก: กรณีศึกษาจังหวัดเชียงราย. <https://postgrads.mfu.ac.th/wp-content/uploads/2022/12/5651209254-กันธิชา-โคตรแสนลี.pdf>.
- การยางแห่งประเทศไทย. (2568). กยท. เผยโฉมพันธุ์ยางพาราใหม่ RRIT 3904 ลูกผสมพันธุ์ไทยปลูกง่าย โตไว น้ำยางเยอะ ด้านทานโรค. https://www.raot.co.th/mobile_detail.php?cid=386&nid=89108
- คุณัญญ์ มีผดุง และกนกวรรณ จันทร์เจริญชัย. (2566). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเข้าร่วมมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ปลูกลำไย: กรณีศึกษาลำไย จังหวัดลำพูน. *วารสารสังคมศาสตร์ปัญญาพัฒน์*, 5(4), 29–38.
- ชูชาติ ตันอังสนากุล และวรรณดี สุทธิธารกร. (2559). ทางออกเพื่อความมั่นคงในอาชีพของเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(1), 57–62.
- ธรรมพร พงศ์พัฒนะฤทธิ์ และทิพวรรณ จันทมนิโชติ. (ม.ป.ป.). บทบาทที่เกษตรกรคาดหวังและบทบาทปฏิบัติจริงของการยางแห่งประเทศไทยในการพัฒนาเกษตรกรและสถาบันเกษตรกรชาวสวนยาง เขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. <https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/13177/5/5610522014-manuscript.pdf>
- นริศรา อินทะสิริ และบัณฑิตา ทองชู. (2567). ความต้องการรับการส่งเสริมการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ตำบลหวนโพธิ์ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดพัทลุง. *Journal of Roi Kaensam Academy*, 9(11), 1077–1092.
- บัญชา เวียงสมุทร, มาโนชญ์ กุลพฤษี, ชาติชาย ไชยช่วย, ชัยวัฒน์ มกรเพศ, และรัตนา ไชยช่วย. (2557). การสำรวจความต้องการของเกษตรกรท้องถิ่นยางพาราและงานบริการวิชาการยางพาราของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี. *วารสารสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 3(1), 48–58.
- พนิดา ทรัพย์สาร, ดำรงค์ ฐานดี, เสาวคนธ์ สุดสวัสดิ์, และนิเทศ ตินณะกุล. (2567). พลังขับเคลื่อนนโยบายการส่งเสริมการเกษตรไปสู่ภาคปฏิบัติ: กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรผู้เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการพัฒนาและส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ครบวงจรในภาคกลางของประเทศไทย. *วารสารดุสิตบัณฑิตทางสังคมศาสตร์*, 11(2), 480–492. <https://doi.org/10.14456/phdssj.2021.36>
- รักพงษ์ รติคุณูปกร. (2562). บทบาทของการยางแห่งประเทศไทยในการพัฒนายางพาราทั้งระบบ. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 10(2), 259–269.
- วรรณทนี มีลุน, สุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา, และศิวพร ศิลเตโช. (2560). อิทธิพลของพื้นที่ปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 และ RRIT 251 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *วารสารแก่นเกษตร*, 45(ฉบับพิเศษ 1), 325–330.
- วรางค์รัตน์ ภาณุวรรณ. (2566). ผลกระทบจากปัจจัยทางประชากรและการนำเทคโนโลยีไปใช้ที่มีผลต่อรายได้และผลผลิตของครัวเรือนเกษตรกรไทย [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. <https://doi.org/10.58837/chula.the.2023.333>

- วีระยุทธ พรพจน์ธนาศ. (2565). เปรียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณกับความเป็นสากล (ที่ยังไม่เป็นสากล?). *วารสารรามคำแหง ฉบับรัฐประศาสนศาสตร์*, 5(2), 120-161.
- ศรีอำไพ อิงคกิตติ. (2567). *รายงานวิจัยธุรกิจ กลุ่มกลยุทธ์และนวัตกรรม*. ธนาคารแลนด์ แอนด์ เฮาส์ จำกัด (มหาชน).
<https://www.lhbank.co.th/getattachmen t/60383170-e298-4b24-804a-a4316af7533e/economic-analysis-Industry-Outlook-2024-Rubber-2024>
- ศิริรัตน์ ขานทอง, พัตยศ เพชรวงษ์, และละเอียด ศิลา น้อย. (2564). เทคนิคการคำนวณย้อนกลับจากจำนวนตัวอย่างที่เก็บได้จริง เพื่อทราบระดับความเชื่อมั่นหรือความคลาดเคลื่อนที่แท้จริงในการศึกษาสัดส่วนประชากรในการวิจัยเชิงปริมาณ. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์*, 5(2), 84-98.
- สมาพร เรืองสังข์. (2567). เกษตรทฤษฎีใหม่บนพื้นฐานปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและชุมชน. *วารสาร มจร บาลีศึกษายุทธศาสตร์บริหาร*, 10(2), 301-316.
- สิริยุพา เลิศกาญจนาพร. (2566). ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกข้าวนาปีของเกษตรกรโครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา. *วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร*, 40(1), 130-138.
- สุทธิพงษ์ อ่างทอง. (2566). พฤติกรรมทางเศรษฐกิจของเกษตรกรในช่วงการชะลอตัวของราคายาง: กรณีศึกษาภายใต้บริบทของเกษตรกรที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม. *วารสารยางพารา*, 44(3), 1-10.
- สุภาวดี สายสนิท และรัฐยา พรหมหิตาพร. (2566). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการส่งออกของธุรกิจหมอนและที่นอนยางพาราในจังหวัดพัทลุง. *วารสารวิทยาการจัดการวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์*, 4(2), 121-136.
- อภิสิทธิ์ ไชยลาภ และฮาเกีมาน ดอเลาะ. (2565). การผลิตยางพาราและความต้องการการส่งเสริมของเกษตรกรภายใต้เหตุการณ์ความไม่สงบในจังหวัดนราธิวาส: กรณีศึกษาตำบลบองอ อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส. *วารสารแก่นเกษตร*, 50(ฉบับพิเศษ 1), 377-383.
- Raosoftware. (2004). *Sample size calculator*.
<http://www.raosoftware.com/samplesize.html>

บทบาทของเกษตรกรในการจัดการพื้นที่ป่าผ่าน
การปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตร
The Role of Farmers in Forest Management Through
Sustainable Coffee Cultivation in Agroforestry Systems

สุภาชัย เตชชนันต์^{1,*} และ วิกรม บุญนุ่น¹

Suphachai Techanan^{1,*} and Vikrom Boonnoon¹

¹ สาขาวิชายุทธศาสตร์การพัฒนากุมิภาค มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

¹ Regional Development Strategies, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, 57100

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาบทบาทของเกษตรกรในการจัดการพื้นที่ป่าผ่านการปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตร โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงเอกสาร (documentary research) เป็นหลัก รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิ อาทิ กฎหมาย บทความวิชาการ รายงานจากหน่วยงาน และวิทยานิพนธ์ โดยผ่านกระบวนการคัดเลือกเอกสารตามเกณฑ์ของ จอห์น สก็อตต์ เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือและความแท้จริงของข้อมูล แบ่งเป็น 1) วรรณกรรมภาษาไทย จำนวน 14 ฉบับ และ 2) วรรณกรรมภาษาต่างประเทศ จำนวน 11 ฉบับ จากผลการวิจัยเชิงเอกสารพบว่า การปลูกกาแฟในระบบวนเกษตรมีบทบาทสำคัญต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และเสริมสร้างรายได้ที่ยั่งยืนให้แก่เกษตรกร โดยเฉพาะกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าบนพื้นที่สูงของภาคเหนือที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับในระดับสากล และพบว่าเกษตรกรมีบทบาททั้งในด้านเศรษฐกิจ เช่น การเพิ่มมูลค่าและการรับรองมาตรฐาน ด้านสังคม เช่น การรวมกลุ่มและการจัดการร่วมกัน และด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้เทคนิคเกษตรเชิงอนุรักษ์และการฟื้นฟูดินน้ำ จากกรณีศึกษาบ้านแม่หาง จังหวัดเชียงราย แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการฟื้นฟูป่าผ่านการปลูกกาแฟอย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่ากาแฟที่ปลูกในระบบวนเกษตรสามารถเป็นแนวทางที่สมดุลระหว่างการอนุรักษ์ป่าและพัฒนาชุมชนอย่างแท้จริง

คำสำคัญ: วนเกษตร บทบาทของเกษตรกร การปลูกกาแฟแบบยั่งยืน

*Corresponding author: Somchai_techanan@hotmail.com

Abstract

The study aimed to examine the role of farmers in forest management through sustainable coffee cultivation within agroforestry systems. This study primarily employed a documentary research methodology, collected and analyzed both primary and secondary sources, including legislation, academic articles, institutional reports, and theses. The selection of documents was carried out based on Scott's criteria, comprising 14 Thai-language sources and 11 foreign-language sources, to evaluate the credibility and authenticity of the data. The findings revealed that coffee cultivation within agroforestry systems played a crucial role in conserving natural resources and enhancing farmers' sustainable livelihoods. In particular, Arabica coffee grown in the highland areas of Northern Thailand was internationally recognized for its quality. Farmers contributed economically through value addition and certification processes, socially through the formation of cooperative groups and collective management, and environmentally through the adoption of conservation agricultural techniques and soil-water restoration practices. A case study of Ban Mae Hang in Chiang Rai Province illustrated the success of forest restoration through sustainable coffee cultivation. This research highlighted that agroforestry-based coffee systems represented a viable and balanced approach to forest conservation and community development.

Keywords: agroforestry, role of farmers, sustainable coffee cultivation

บทนำ

ประเทศไทยประสบกับปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าอย่างต่อเนื่องตลอดหลายปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะป่าไม้บนพื้นที่สูงและภูเขาทางภาคเหนือ ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญของประเทศ ปัจจุบันปี พ.ศ. 2567 มีพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด จำนวน 101,785,271.58 ไร่ หรือร้อยละ 31.46 ของพื้นที่ประเทศ (กรมป่าไม้, 2568) การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อขยายพื้นที่เกษตรกรรมปลูกพืชเชิงเดี่ยว และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่มีขอบเขต เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระบบนิเวศป่าถูกทำลาย ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของดิน

และการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงความเสี่ยงต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้ไม่ได้ส่งผลเพียงด้านสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงถึงปัญหาเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของชุมชนในท้องถิ่นโดยตรง

อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาที่ผ่านมา ได้มีความพยายามในการหารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สามารถผสมผสานเป้าหมายด้านเศรษฐกิจกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อเป็นทางออกสู่ความยั่งยืน และหนึ่งในแนวทางที่ได้รับความสนใจคือการพัฒนา “ระบบวนเกษตร” (agroforestry) เช่น การปลูกกาแฟแบบยั่งยืน

ภายใต้ร่มไม้บนพื้นที่สูง เป็นรูปแบบการจัดการพื้นที่ปลูกกาแฟให้มีร่มเงาได้ไม่เกิน 70% ซึ่งมีข้อดีทำให้ต้นกาแฟไม่โทรม ลดการเกิดโรคระบาด ลดความเสียหายจากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงเช่น พายุลูกเห็บ และน้ำค้างแข็ง (สิทธิเดช ร้อยกรอง และสุมานี กันธวี, 2565) ด้วยลักษณะของกาแฟที่สามารถเติบโตได้ดีภายใต้ร่มเงาไม้ การปลูกกาแฟในระบบวนเกษตรจึงมีศักยภาพในการเป็น “เครื่องมือกลาง” ที่ผสมผสานเป้าหมายด้านการอนุรักษ์ป่ากับการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในระดับสากลกาแฟที่ปลูกในที่ร่มเงาไม้ได้ช่วยอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในละตินอเมริกา (Jimenez-Soto, 2021)

แนวคิดที่เป็นกรอบการศึกษาสำคัญในงานวิจัยนี้ได้แก่ แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development) ซึ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างมิติทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมถึงแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง (sufficiency economy) ที่เน้นการดำเนินชีวิตอย่างมีเหตุผลและพึ่งพาตนเอง นอกจากนี้ยังอิงทฤษฎีการจัดการทรัพยากรแบบมีส่วนร่วม (participatory natural resource management) ที่มองว่าการอนุรักษ์จะเกิดขึ้นได้จริงเมื่อประชาชนในพื้นที่มีบทบาทนำในกระบวนการตัดสินใจและการใช้ประโยชน์ทรัพยากรอย่างรับผิดชอบ

ด้วยเหตุนี้การศึกษาบทบาทของเกษตรกรในการจัดการพื้นที่ป่าผ่านระบบวนเกษตร จึงเป็นการเปิดพื้นที่องค์ความรู้ใหม่ที่สามารถประยุกต์ใช้ในเชิงนโยบายและการพัฒนาเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืน อันจะส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ควบคู่กับการยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในระยะยาว

สถานการณ์ป่าไม้ของประเทศไทยและการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน

จากข้อมูลพื้นที่ประเทศไทยในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อ้างอิงจากสำนักบริหารการปกครองท้องที่ กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่เท่ากับ 517,645.92 ตารางกิโลเมตรหรือ 323,528,699.65

ไร่ และพบว่าในปี พ.ศ. 2567 ประเทศไทยมีสภาพพื้นที่ป่าไม้อยู่ จำนวน 101,785,271.58 ไร่ หรือร้อยละ 31.46 ของพื้นที่ เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2566 ประเทศไทยมีสภาพพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่ทั้งสิ้น 101,818,155.76 ไร่ หรือร้อยละ 31.47 ของพื้นที่ (กรมป่าไม้, 2568) ลดลงจำนวน 32,884.18 ไร่ หรือร้อยละ 0.01 จากข้อมูลนี้ทำให้เห็นถึงการบุกรุกทำลายป่ายังมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ยังพบว่าสาเหตุของการทำลายป่าหลายแห่งถูกทำลายด้วยไฟป่าซึ่งทวีความรุนแรงขึ้นจากภาวะโลกร้อน หรือการแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและการพัฒนาอื่นๆ (Natural Resources Defense Council, 2025)

ป่าไม้ส่วนใหญ่ของประเทศไทยอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก มีการใช้ประโยชน์ครอบคลุมหลายมิติ ทั้งนี้ยังรวมถึงการใช้พื้นที่ป่าเพื่อการดำรงชีวิตของชุมชน โดยเฉพาะกลุ่มชาติพันธุ์ที่พึ่งพาทรัพยากรจากป่าในการดำรงชีพทำไร่หมุนเวียน ซึ่งเป็นระบบการผลิตพื้นบ้านของคนกะเหรี่ยงและกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ที่อาศัยอยู่บนพื้นที่สูง ซึ่งจะทำให้การผลิตในระยะสั้นและปล่อยพักฟื้นระยะยาวจนผืนดินคืนความสมบูรณ์แล้วจึงวนกลับมาทำที่เดิม (กฤษฎา บุญชัย, 2564)

สถานการณ์การปลูกกาแฟในประเทศไทย

การปลูกกาแฟอาราบิก้าในประเทศไทยได้เริ่มนำเข้ามาปลูกประมาณปี พ.ศ. 2493 ตามบันทึกของพระศาสตราจารย์พลชั้น ซึ่งเป็ชาวอิตาลี ต่อมาในปี พ.ศ. 2516 โครงการปลูกพืชทดแทนและพัฒนาเศรษฐกิจชาวไทยภูเขาไทย/สหประชาชาติ ได้ส่งเสริมปลูกพืชทดแทนฝิ่น (สถาบันชาและกาแฟ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2568) และกำลังเติบโตอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือที่มีสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสม ดินมีความสมบูรณ์ อุณหภูมิและอากาศดี ทำให้กาแฟมีความโดดเด่นในเรื่องของกลิ่นและรสชาติที่ดี ได้รับการยอมรับในตลาดระดับโลก แหล่งปลูกกาแฟอาราบิก้าที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่ปลูกกาแฟประมาณ 41,264 ไร่ และให้ผลผลิต 3,185 ตัน/ปี, จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูกกาแฟประมาณ 32,688

ไร่ และให้ผลผลิต 3,790 ตัน/ปี และ จังหวัดน่านมีพื้นที่ปลูกกาแฟประมาณ 9,436 ไร่ และให้ผลผลิต 604 ตัน/ปี และพื้นที่จังหวัดอื่นๆ ในภาคเหนือรวมกันประมาณ 10,000 ไร่ (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2568) สายพันธุ์กาแฟหลักที่ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทยคือ อาราบิก้า ส่วนกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าส่วนใหญ่จะปลูกในพื้นที่ภาคใต้ รายงานมูลค่าตลาดกาแฟไทย พบว่ามูลค่าตลาดกาแฟไทยเติบโตต่อเนื่อง ในช่วงระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี 2564 – 2566 มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย (compound annual growth rate: CAGR) ต่อปี ร้อยละ 8.55 ขณะที่ล่าสุดปี 2566 มีมูลค่าตลาด 34,470.3 ล้านบาท ขยายตัวร้อยละ 7.34 (ปี 2565 ขยายตัวร้อยละ 9.78) และเมื่อพิจารณายอดขายตามประเภทกาแฟ ในปี 2566 พบว่ากาแฟสำเร็จรูปมีมูลค่าตลาดสูงถึง 28,951.3 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 84 ของมูลค่าตลาดกาแฟในประเทศ สำหรับกาแฟสดมีมูลค่าตลาด 5,519.1 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16 โดยมีปัจจัยสนับสนุนจากความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มวัยทำงาน (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2567)

ปัจจุบันทางภาครัฐและเอกชนมีการส่งเสริมเรื่องการผลิตกาแฟคุณภาพอย่างต่อเนื่อง เช่น การประกวดสุดยอดกาแฟไทย ภายใต้แนวคิดการผลิตอย่างยั่งยืน (sustainable coffee production) กาแฟดูแลป่า รักษาต้นน้ำ และความหลากหลายทางชีวภาพ ได้จัดต่อเนื่องปีนี้เป็นปีที่ 4 ซึ่งการจัดกิจกรรมการประกวดสุดยอดกาแฟไทยตลอด 3 ปี ที่ผ่านมาได้ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2567) ทั้งนี้ยังมีการส่งเสริมการผลิตกาแฟพิเศษเพื่อสร้างอัตลักษณ์กาแฟของแต่ละพื้นที่ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างผู้มีส่วนร่วมทั้งหมดในห่วงโซ่มูลค่า ไม่ว่าจะเป็น การปรับปรุงคุณภาพชีวิตของเกษตรกร การวิจัย หรือการส่งเสริมชุมชนกาแฟระดับโลก กาแฟพิเศษช่วยให้มั่นใจได้ว่าทุกคนที่เกี่ยวข้องจะมีอนาคตที่ดีขึ้น (specialty coffee association, 2024)

แนวคิดการทำวนเกษตร และการทำวนเกษตรในประเทศไทย

ในปัจจุบัน การทำวนเกษตรในประเทศไทยได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นแนวทางเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวิถีชีวิตของเกษตรกรไทย “วนเกษตร” หรือ agroforestry คือ เป็นการผสมผสานระหว่างต้นไม้และพุ่มไม้เข้ากับระบบการเพาะปลูก รวมถึงการเลี้ยงสัตว์โดยเจตนาเพื่อสร้างประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม (U.S. Department of Agriculture, 2025) วนเกษตรจึงเป็นการผสมผสานเทคโนโลยีการเกษตรและป่าไม้เพื่อสร้างระบบการใช้ที่ดินที่บูรณาการอย่างสมดุลในพื้นที่เดียวกัน ลดความเสี่ยงจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยวที่มักประสบปัญหาภัยธรรมชาติหรือราคาผลผลิตที่ผันผวน เกษตรกรสามารถสร้างรายได้จากการจำหน่ายที่หลากหลาย เช่น ผลไม้ สมุนไพร ไม้เศรษฐกิจ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ นอกจากนี้ การทำวนเกษตรยังช่วยลดการบุกรุกป่าและส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

การส่งเสริมวนเกษตรในประเทศไทยมีอยู่ในหลายพื้นที่เช่น ในปี พ.ศ.2565 องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit: GIZ) ภายใต้โครงการ “ความยั่งยืนและการเพิ่มมูลค่าเพิ่มในห่วงโซ่อุปทานการเกษตร” ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือพหุภาคีระดับโลกในการกำกับดูแลของกระทรวงเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาแห่งสหพันธรัฐเยอรมนี (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung: BMZ) ได้ร่วมกับพันธมิตรภาคเอกชน คือ บริษัทเนสท์เล่ สนับสนุนเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟรายย่อยให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงมากโดยการดำเนินงานด้านวนเกษตรในสวนกาแฟ เป็นการฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมและภูมิทัศน์ ในสองจังหวัดคือชุมพรและระนอง (วัลนิภา โสตา, 2566) รวมถึงการส่งเสริมการปลูกกาแฟในระบบวนเกษตรของมูลนิธิวนเกษตรอินทรีย์ พื้นที่จังหวัดเชียงราย พบว่ากาแฟสามารถปลูกได้ร่มไม้แล้วก็ฟื้นฟูป่าได้และยังสร้าง

เศรษฐกิจให้กับชุมชนได้ด้วย ต้นไม้ที่ให้ร่มเงากับกาแฟควรจะเป็นต้นไม้ที่ให้ประโยชน์กับชาวบ้าน โดยเฉพาะเรื่องเศรษฐกิจ และต้นไม้ต้องให้ประโยชน์กับกาแฟให้ธาตุอาหารในดิน และต้องให้ประโยชน์กับระบบนิเวศในพื้นที่ พวกนก หนู แมลง ด้วย” ด้วยแนวคิดนี้ป่าจึงไม่ได้มีแต่ต้นกาแฟเท่านั้น (สุภชญา เตชะชูเชิด, 2564) ทั้งนี้ประโยชน์จากการทำวนเกษตรยังส่งผลต่อความสมบูรณ์ของดินยังมีชนิดไม้มากดินยังมีความสมบูรณ์มาก จากการวิจัยพบว่าการสะสมของอินทรีย์วัตถุและธาตุไนโตรเจนในดินในระบบวนเกษตรที่ประกอบด้วยไม้ให้ร่มสองชนิดมีมากกว่าในระบบที่มีต้นไม้ให้ร่มเพียงชนิดเดียว การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับคุณสมบัติของดิน ได้แก่ คุณสมบัติทางเคมีและความชื้นในดินยังไม่ชัดเจน อุณหภูมิของอากาศใกล้ผิวดินระหว่างระบบวนเกษตรทั้งสี่อาจแตกต่างกันชัดเจนขึ้นในอนาคต โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ความแตกต่างเกี่ยวกับธรรมชาติทางชีวลักษณะของไม้ผลแต่ละชนิดจะมีอิทธิพลต่อคุณภาพและระยะเวลาของการให้ร่มเงาในรอบปี (สุนทร คำยอง, 2540)

แนวคิดและเทคนิคการปลูกกาแฟในระบบวนเกษตร

กาแฟเป็นพืชที่ต้องการแสงน้อยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณพื้นที่มีแสงแดดรำไรได้ร่มเงาไม้ หรือเรียกว่า การปลูกกาแฟใต้ร่มเงา (shade-grown coffee) เป็นรูปแบบการปลูกกาแฟที่อาศัยร่มเงาจากไม้ยืนต้นที่ปลูกเสริมเข้าไปหรือพรรณไม้ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับระบบนิเวศป่าธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับลักษณะพฤกษศาสตร์ของต้นกาแฟ โดยเฉพาะกาแฟอาราบิก้า ระบบการปลูกแบบนี้ช่วยลดผลกระทบจากแสงแดดที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ การป้องกันการชะล้างหน้าดิน การช่วยรักษาความชื้นในดิน อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ การปลูกกาแฟใต้ร่มเงาทำให้สามารถใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างยั่งยืนทั้งทางระบบนิเวศและเศรษฐกิจ (FAO, 2020)

สิทธิเดช ร้อยกรอง และสุมานี กันธวี (2565) ได้กล่าวว่ากาแฟอาราบิก้ามีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องปลูกภายใต้ระบบร่มเงา ซึ่งจะช่วยให้กาแฟอาราบิก้ามีการ

เจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตสม่ำเสมอ ลดความเสี่ยงจากการระบาดของโรคและแมลง รวมถึงลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติต่างๆ ได้ และยังทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากไม้ให้ร่มเงาที่ปลูกร่วมกับกาแฟ และเป็นที่ยอมรับกันในระดับสากลว่ากาแฟที่ปลูกในที่ร่มนั้นจะใช้เวลานานในการสุก และทำให้มีรสชาติดีกว่าเนื่องจากระยะเวลาการสุกที่ยาวนานทำให้มีรสชาติที่ซับซ้อน (Craves, 2006)

Ogden (2024) ได้อธิบายว่าประวัติศาสตร์ของการปลูกกาแฟในอเมริกา ซึ่งเริ่มจากระบบสวนป่าแบบดั้งเดิมที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ก่อนที่ระบบการปลูกจะเปลี่ยนไปสู่รูปแบบเชิงเดี่ยวซึ่งปราศจากร่มเงาในช่วงทศวรรษ 1980–1990 (พ.ศ. 2523–2533) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก อย่างไรก็ตาม แนวโน้มในปัจจุบันเริ่มหันกลับมาสนใจการปลูกกาแฟแบบมีร่มเงาอีกครั้ง อันเนื่องมาจากการตระหนักถึงคุณค่าทางนิเวศและความยั่งยืนของระบบดังกล่าว

ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตป่าบนพื้นที่สูง

กรมป่าไม้ (2568) ให้คำจำกัดความของ “พื้นที่ป่าไม้” ว่า หมายถึงพื้นที่ปกคลุมของพืชพรรณที่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นไม้ยืนต้นปกคลุมเป็นผืนต่อเนื่องขนาดไม่น้อยกว่า 3.125 ไร่ และหมายรวมถึงทุ่งหญ้าและลานหินที่มีอยู่ตามธรรมชาติที่ปรากฏล้อมรอบด้วยพื้นที่ที่จำแนกได้ว่าเป็นพื้นที่ป่า โดยไม่รวมถึงสวนยูคาลิปตัส หรือพื้นที่ที่มีต้นไม้แต่ประเมินได้ว่าผลผลิตหลักของการดำเนินการไม่ใช่เนื้อไม้ ได้แก่ พื้นที่วนเกษตร สวนผลไม้ สวนยางพารา และสวนปาล์ม ซึ่งเป็นความหมายเดียวกันกับคำนิยามการแปลงพื้นที่ป่าไม้จากโครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2555–2556 สำหรับการปลูกกาแฟพื้นที่ควรได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างถูกต้องตามกฎหมาย คือที่ดินที่ทางราชการได้สงวนหวงห้ามไว้ให้เป็นเขตป่าไม้เป็นที่ดินต้องห้ามไม่ให้ออกโฉนดที่ดินหรือหนังสือรับรองการทำประโยชน์ตามกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 43 (พ.ศ. 2537) ได้แก่ เขตป่าสงวนแห่งชาติ, เขตอุทยานแห่งชาติ, เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า, เขตห้ามล่าสัตว์ป่า, เขตป่าไม้ถาวรตามมติคณะรัฐมนตรี

(สมบัติ ลาอ่อน, 2568) การมีสิทธิ์ในที่ดินทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนการปลูกกาแฟระยะยาว ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน และจัดการทรัพยากรน้ำและดินได้อย่างเหมาะสม ลดความขัดแย้งกับหน่วยงานรัฐและชุมชน

บทบาทหน่วยงานภาครัฐและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีหลายหน่วยงานร่วมกันส่งเสริมการใช้ที่ดินของชุมชนบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน ทั้งด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ การปลูกป่า วนเกษตร เกษตรอินทรีย์ การสนับสนุนทางการเงิน การพัฒนาชุมชน ตลอดจนการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและรักษาสิ่งแวดล้อม รูปธรรมดังกล่าวสามารถเรียนรู้ได้จากโครงการพัฒนาป่าไม้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในส่วนรับผิดชอบของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่กระจายอยู่ทั่วประเทศซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริให้คนอยู่คู่กับป่าไม้ สร้างโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรป่าไม้รวมถึงการวางแผนการพัฒนาและใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าไม้โดยให้ชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าไปดำเนินการพัฒนาอย่างเป็นระบบโดยไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ (สำนักงานพระราชดำริ, 2568)

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีการจัดการทรัพยากรธรรมชาติแบบมีส่วนร่วม (participatory natural resource management) หรือการจัดการทรัพยากรธรรมชาติบนฐานชุมชน (community-based natural resource management: CBNRM) เป็นแนวทางที่มุ่งเน้นคนเป็นศูนย์กลาง (World Neighbors, n.d.)

2. แนวคิดวนเกษตร (agroforestry concept) คือการบูรณาการต้นไม้และไม้พุ่มเข้าไว้ในระบบการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์อย่างมีเจตนา เพื่อสร้างผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม แนวปฏิบัตินี้มีการใช้กันมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ (U.S. Department of Agriculture, 2025)

3. ทฤษฎีทุนทางสังคม (social capital theory) ทุนทางสังคมหมายถึง สถาบัน ความสัมพันธ์ และบรรทัดฐาน ที่กำหนดคุณภาพและปริมาณของปฏิสัมพันธ์ทางสังคมภายในสังคมหนึ่ง ๆ ทุนทางสังคมครอบคลุมถึงบรรทัดฐานทางสังคมด้วย (Funded Projects Resource Team, n.d.)

4. แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development concept) แนวคิดนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของวาระการพัฒนาที่ยั่งยืนระดับโลก (SDGs) ภายใต้กรอบพันธกิจ Agenda 2030 ของสหประชาชาติ การพัฒนาที่ยั่งยืนมุ่งเน้นการตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบันโดยไม่กระทบต่อความสามารถในการตอบสนองความต้องการของคนรุ่นอนาคต (International Institute for Sustainable Development, n.d.)

5. ศาสตร์พระราชา (The King's philosophy) แนวคิดนี้เน้นการพัฒนาอย่างพอเพียงและยั่งยืน โดยคำนึงถึงบริบทของชุมชนและสิ่งแวดล้อม การปลูกกาแฟอินทรีย์บนพื้นที่สูงตามศาสตร์พระราชาเป็นตัวอย่างของการประยุกต์ใช้แนวคิดนี้ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนควบคู่กับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (อนุชา เสมารัตน์, 2560)

วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology)

กระบวนการวิจัย

บทความวิชาการนำเสนอประเด็นที่สัมพันธ์กับการวิจัยครั้งนี้ ใช้กระบวนการวิจัยเชิงเอกสารเป็นกระบวนการสำคัญ มุ่งรวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารทั้งในและต่างประเทศ เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจบทบาทของเกษตรกรในการจัดการพื้นที่ป่าผ่านการปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตร โดยเน้นการวิเคราะห์ในมิติด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผู้เขียนบทความได้คัดเลือกเอกสารขั้นต้นหรือเอกสารปฐมภูมิ (Primary document) จำนวน 13 ฉบับ และได้คัดเลือกเอกสารชั้นรอง หรือเอกสารทุติยภูมิ (Secondary Document) จำนวน 12 ฉบับ การวิจัยเอกสารเป็นประเภทการวิจัยเชิงสำรวจ

(Survey Research) ส่วนใหญ่มาจากการสืบค้นข้อมูลเอกสาร ซึ่งเป็นการศึกษาปัญหาอย่างกว้าง ๆ เพื่อสำรวจหาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพความเป็นจริง หรือลักษณะทั่ว ๆ ไปของสิ่งที่วิจัย (อาภา วรรณฉวี, 2564)

ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงเอกสาร (documentary research) ได้ทำการรวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่แล้วในรูปแบบของเอกสารต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลในรูปแบบออนไลน์ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของเกษตรกรในการจัดการพื้นที่ป่าผ่านการปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตร โดยใช้กรอบแนวคิดด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในการวิเคราะห์ ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

- ค้นหาและรวบรวมเอกสารจากฐานข้อมูล เช่น Thailand Library Integrated System: ThaiLIS จำนวน 3 ฉบับ, Thai-Journal Citation Index: TCI จำนวน 1 ฉบับ, Google Scholar จำนวน 13 ฉบับ, Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO จำนวน 1 ฉบับ, และรายงานจากหน่วยงานรัฐ 7 หน่วยงาน ดังนี้ กรมป่าไม้, สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรมที่ดิน, สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า (กระทรวงพาณิชย์), สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สำนักสงฆ์งานพระราชดำริ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) โดยคัดเลือกมาหน่วยงานละ 1 ฉบับ

- คัดเลือกเอกสารตามวิธีของจอห์น สก็อตต์ เป็นเกณฑ์การประเมินคุณภาพของเอกสาร (Mogalakwe, 2006)

- วิเคราะห์เนื้อหาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพ (qualitative content analysis)

- สังเคราะห์ข้อมูลและจัดเรียงเชิงวิเคราะห์เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่เชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์

กลุ่มตัวอย่าง/การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างและขอบเขตงานวิจัย

ได้ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เพื่อให้ได้เอกสารที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับหัวข้อและวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยแบ่งออกเป็นวรรณกรรมภาษาไทย จำนวน 14 ฉบับ และวรรณกรรมภาษาต่างประเทศ จำนวน 11 ฉบับ ซึ่งวรรณกรรมภาษาไทย ได้แก่ 1) รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2567 (กรมป่าไม้, 2568) 2) โครงการประกวดสุดยอดกาแฟไทย ภายใต้แนวคิดการผลิตอย่างยั่งยืน (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2567) 3) การออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินในเขตป่าไม้ (สมบัติ ลาอ่อน, 2568) 4) กาแฟไทยร้อนแรง ตลาดโตต่อเนื่อง ดันส่งออกพุ่ง (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2567) 5) แหล่งปลูก Arabica ในประเทศไทย ที่สำคัญ มีที่ไหนบ้าง (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2568) 6) วัตถุประสงค์ของโครงการภายใต้สำนักสงฆ์งานพระราชดำริ (สำนักสงฆ์งานพระราชดำริ, 2568) 7) การปรับเปลี่ยนระบบการปลูกกาแฟภายใต้ระบบร่มเงาไม้ (สิทธิเดช ร้อยกรอง และสุมานี กันธิวี, 2565) 8) การออกแบบและการวิเคราะห์ระบบนิเวศวนเกษตรของกาแฟอาราบิก้าที่มีไม้ร่วมปลูก (สุนทร ค่ายอง, 2540) 9) ชูชีวิตชุมชนไร่ป่า เป็นป่ากาแฟ จนได้เป็น ‘กาแฟป่า’ (สุภัชญา เตชะชูเชิด, 2564) 10) ไร่หมุนเวียน สิทธิทางวัฒนธรรมเพื่อความเป็นธรรมทางนิเวศและสังคม (กฤษฎา บุญชัย, 2564) 11) เปิดตัวโครงการคอฟฟี่ดับเบิลพลัส (Coffee++) (วัลนิภา โสตา, 2566) 12) ประวัติของกาแฟ (สถาบันชาและกาแฟ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2568) 13) การวิจัยเอกสาร (documentary research) (อาภา, 2564) 14) ศาสตร์พระราชา (The King's philosophy) (อนุชา เสมารัตน์, 2017) และวรรณกรรมภาษาต่างประเทศ ได้แก่ 1) Shade-grown coffee (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2020) 2) Agroforestry (U.S. Department of Agriculture, 2025) 3) The political ecology of shaded coffee plantations (Jimenez-

Soto., 2021) 4) What is shade-grown coffee? (Craves, 2023) 5) Deforestation and forest degradation: The causes, effects, and solutions (Natural Resources Defense Council, 2025) 6) The use of documentary research methods in social research (Mogalakwe, 2006) 7) What is specialty coffee? (Specialty Coffee Association, 2024) 8) How shade coffee lends conservation a hand (Ogden, 2024) 9) Conceptualisation and theories of social capital (Funded Projects Resource Team, n.d.) 10) Sustainable development (International Institute for Sustainable Development, n.d.) 11) Community-based natural resource management (World Neighbors, n.d.)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ระบบออนไลน์, แบบบันทึกการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis Form) พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลสำคัญ ซึ่งเก็บไว้ในรูปของไฟล์คอมพิวเตอร์ ตามประเภทของข้อมูลที่ได้กำหนดในหัวข้อกระบวนการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้เขียนบทความใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารระดับทุติยภูมิ (Secondary documents) ตามแนวทางของจอห์น สก็อตต์ ซึ่งเป็นแนวคิดที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยเอกสาร โดย กำหนดกรอบแนวคิด 4 ประเด็นหลัก คือ ความแท้จริง (Authenticity), ความน่าเชื่อถือ (Credibility), ความเป็นตัวแทน (Representativeness), ความหมายและการตีความ (Meaning) ในการประเมินคุณภาพของเอกสารก่อนนำมาวิเคราะห์ (Mogalakwe, 2006)

ผลการวิจัย

ด้านการพัฒนาการ แนวคิด และหลักการของการปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตรที่มีบทบาทต่อการอนุรักษ์ป่าไม้และทรัพยากรธรรมชาติ

ประเทศไทยกำลังเผชิญปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่า โดยเฉพาะในพื้นที่สูงของภาคเหนือ ซึ่งเป็นต้นน้ำสำคัญของประเทศ การเกษตรเชิงเดี่ยวและการใช้ทรัพยากรอย่างไม่ยั่งยืนก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศ เช่น ดินเสื่อม ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง และภัยธรรมชาติเพิ่มขึ้น ทางออกหนึ่ง คือ การส่งเสริม “การปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตร” ซึ่งเป็นการปลูกกาแฟได้ร่มไม้หลากหลายชนิด ช่วยรักษาความชื้น ลดการพังทลายของดิน เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ และดูดซับคาร์บอนได้ดี อีกทั้งยังปกป้องผลผลิตจากสภาพอากาศสุดขั้ว กาแฟอาราบิก้าบนพื้นที่สูงในภาคเหนือ เช่น เชียงราย, เชียงใหม่ และน่าน มีคุณภาพสูงและได้รับการยอมรับระดับนานาชาติ กลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่ช่วยเพิ่มรายได้และสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ แนวทางนี้ยังสอดคล้องกับเศรษฐกิจพอเพียงและการจัดการทรัพยากรแบบมีส่วนร่วม โดยชุมชนมีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูป่าและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ด้านบทบาทของเกษตรกรในการใช้และจัดการพื้นที่ป่าผ่านกิจกรรมการปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในบริบทของเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

เกษตรกรถือได้ว่าเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการใช้และดูแลพื้นที่ป่าอย่างยั่งยืนผ่านกิจกรรมการปลูกกาแฟในระบบวนเกษตร ซึ่งเป็นการผสมผสานการเกษตรเข้ากับการอนุรักษ์ป่าอย่างสมดุล การปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้ยืนต้นไม่เพียงช่วยรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ แต่ยังช่วยรักษาความชื้นในดินและสร้างระบบนิเวศที่สมดุล ทำให้พื้นที่ป่าถูกใช้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน ซึ่งสามารถอธิบายถึงบทบาทของเกษตรกรได้ดังนี้

ด้านเศรษฐกิจการตลาดแบบมีคุณภาพ การแปรรูปและสร้างแบรนด์ที่มีเรื่องราว รวมถึงการรับรองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม ช่วยเพิ่มมูลค่ากาแฟ ขยายตลาดสู่ผู้บริโภคคุณภาพสูง ขณะเดียวกัน การเลือกสายพันธุ์ที่ทนแล้งหรือหนาว เช่น สายพันธุ์ คาร์ติมอร์, Ruiru 11 (เคนยา), Híbrido de Timor, Catuai, Caturra, SL34 (เคนยา), SL28 (เคนยา) และการจัดการน้ำหรือปลูกพืชร่วม ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการผลิต ท่ามกลางผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกาแฟโดยตรง ด้านสังคมการรวมกลุ่มและวางแผนใช้ที่ดินร่วมกันช่วยลดความขัดแย้งในชุมชน และเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการสนับสนุน การเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่และการอบรมเสริมทักษะช่วยให้เกษตรกรปรับตัวได้ดีในตลาดที่เปลี่ยนแปลง ขณะเดียวกัน การปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ถือเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้การปลูกกาแฟดำเนินไปอย่างยั่งยืนและเป็นที่ยอมรับจากภาครัฐ การปลูกไม้ยืนต้นร่วมกับกาแฟช่วยรักษาความชื้นและความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคนิคเกษตรอนุรักษ์ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักเศษวัชพืชและมูลสัตว์ ปุ๋ยอินทรีย์ตามท้องตลาดที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน และการจัดการศัตรูพืชแบบธรรมชาติ เช่น ใช้เศษใบไม้คลุมดินบริเวณโคนต้น การใช้กับดักแมลง ช่วยลดการใช้สารเคมีและฟื้นฟูดิน ขณะที่การจัดการดินน้ำ เช่น การทำชั้นบันไดและปลูกพืชคลุมดิน เช่น พืชตระกูลถั่ว หญ้าแฝก ช่วยลดการพังทลายและรักษาความชื้น ส่งผลดีต่อคุณภาพผลผลิตและความยั่งยืนในระยะยาว

ด้านการส่งเสริมการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการปลูกกาแฟในระบบวนเกษตรซึ่งประสบความสำเร็จในการฟื้นฟูหรือรักษาพื้นที่ป่า

การปลูกกาแฟในระบบวนเกษตรที่บ้านแม่หางจังหวัดเชียงราย เป็นตัวอย่างความสำเร็จในการฟื้นฟูป่าและสร้างรายได้อย่างยั่งยืน โดยมูลนิธิวนเกษตรอินทรีย์ร่วมกับชาวบ้านปรับเปลี่ยนจากเกษตรเชิงเดี่ยวเป็นการปลูกกาแฟอาราบิก้าอินทรีย์ร่วมกับพืชอื่น เช่น เมี่ยง พลับ และ อะโว

คาโด แม้ในช่วงแรกจะมีความกังวลเรื่องการใช้พื้นที่ แต่ด้วยการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง ชุมชนจึงเห็นประโยชน์ด้านระบบนิเวศและเศรษฐกิจ การปลูกกาแฟแบบ “ได้ร่มเงา” หรือระบบวนเกษตร ไม่เพียงช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิต แต่ยังส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ อนุรักษ์ดินและน้ำ ลดการใช้สารเคมี และช่วยดูดซับคาร์บอน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ เช่น วิสาหกิจชุมชนวนเกษตรป่าต้นน้ำแม่ลาว มีบทบาทสำคัญในการรับซื้อผลผลิตกาแฟ พลับ และน้ำผึ้งโพรงเลี้ยงในสวนกาแฟ ด้วยราคายุติธรรม ทำให้ชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิม 15% ต่อปี โดยคำนวณจากการขายกาแฟในราคาที่สูงกว่าตลาดทั่วไป และรวมรายได้เสริมจากการขายพลับ อะโวคาโด (ปลูกเป็นไม้ร่มเงากาแฟ) และน้ำผึ้ง (เลี้ยงในสวนกาแฟ) ทั้งนี้ แนวทางการปลูกกาแฟในระบบวนเกษตรยังส่งเสริมวัฒนธรรมท้องถิ่น และคุณภาพชีวิตของเกษตรกรอย่างยั่งยืน แต่การเปลี่ยนแปลงนี้จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและองค์กรต่างๆ ดังนั้น ภาครัฐต้องกำหนดนโยบาย สนับสนุนเงินทุน ส่งเสริมด้านการตลาด และพัฒนางานวิจัย เพื่อสร้างความมั่นใจว่าการปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตรสามารถดำเนินไปได้อย่างมีทิศทางและต่อเนื่อง สำหรับภาคเอกชนและชุมชนมีบทบาทในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตกาแฟ ในขณะที่องค์กรพัฒนาเอกชน (non-governmental organization: NGO) และองค์กรท้องถิ่นมีหน้าที่เสริมพลังให้กับชุมชน สนับสนุนการอบรมความรู้ด้านเกษตรยั่งยืน และร่วมกันฟื้นฟูป่าไม้ เพื่อสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตทางเศรษฐกิจกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนวทางในการส่งเสริมและสนับสนุนบทบาทของเกษตรกรในฐานะผู้จัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืนผ่านนโยบายหรือกลไกที่เหมาะสม

การพัฒนาพื้นที่สูงและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายหน่วยงานที่มีบทบาทเฉพาะด้าน ทั้งภาครัฐ สถาบันการศึกษา องค์กร

ระหว่างประเทศ และภาคสังคม ดังนี้ สำนักงานพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) และ กรมพัฒนาที่ดิน มีความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาพื้นที่สูง ส่งเสริมการใช้ดิน น้ำ และทรัพยากรอย่างยั่งยืน เชื่อมโยงเศรษฐกิจชุมชนกับการอนุรักษ์ ส่วนด้านการส่งเสริมเกษตรและการผลิต กรมส่งเสริมการเกษตร และ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีบทบาทหลักในการถ่ายทอดเทคโนโลยี พัฒนาความรู้และยกระดับคุณภาพผลผลิตกาแฟให้แข่งขันได้ สำหรับกรมป่าไม้ และ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช มุ่งเน้นการอนุรักษ์ป่า พื้นฟูต้นน้ำ และรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ ควบคู่การใช้ประโยชน์ป่าไม้อย่างยั่งยืน ส่วนองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และ มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ทำหน้าที่ประสานความร่วมมือระหว่างประเทศและองค์กรสังคม สนับสนุนองค์ความรู้ เทคโนโลยี เงินทุน และการพัฒนาชุมชน เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและอนุรักษ์ป่าพื้นที่สูง

การส่งเสริมการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนแบบบูรณาการเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะในเขตที่เปราะบางทางนิเวศและมีชุมชนอยู่อาศัย แนวทางหนึ่งคือการส่งเสริมเกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์ เช่น การปลูกพืชแบบผสมผสานร่วมกับต้นไม้ใหญ่ ซึ่งช่วยรักษาความชื้นในดิน ลดการชะล้างหน้าดิน และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ นอกจากนี้ การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การทำขั้นบันได การปลูกพืชคลุมดิน และการสร้างฝายชะลอน้ำ เป็นมาตรการที่ช่วยป้องกันการพังทลายของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควบคู่กับการจัดอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน การสนับสนุนทางการเงินและนโยบาย เช่น การให้ทุนหรือสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำแก่เกษตรกร และการออกนโยบายที่ส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ก็มีบทบาทสำคัญ การมีส่วนร่วมของชุมชนในการวางแผนการใช้ที่ดินยังช่วยให้เกิดความสอดคล้องกับวิถีชีวิตและความต้องการในพื้นที่ พร้อมทั้งการเฝ้าระวังและประเมินผลอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้สามารถปรับปรุงแนวทางให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป แนวทางเหล่านี้ล้วนสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจควบคู่กับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้เน้นถึงความสำคัญของแนวคิดการปลูกกาแฟแบบยั่งยืนในระบบวนเกษตรในการอนุรักษ์ป่าไม้ และทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนการเสริมสร้างบทบาทของเกษตรกรในการจัดการพื้นที่ป่าอย่างสมดุล ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยการเปลี่ยนจากเกษตรเชิงเดี่ยวสู่ระบบวนเกษตรช่วยลดผลกระทบทางนิเวศ เพิ่มความมั่นคงในชีวิตของเกษตรกร และสนับสนุนการผลิตกาแฟคุณภาพสูง โดยเฉพาะในพื้นที่สูงภาคเหนือที่เหมาะสมกับกาแฟอาราบิก้า การปลูกกาแฟได้ร่มเงาของไม้ยืนต้นมีบทบาทในการดูดซับคาร์บอน รักษาความชื้น และป้องกันการพังทลายของหน้าดิน พร้อมส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากผ่านการแปรรูปและสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีอัตลักษณ์ เกษตรกรมีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าผลผลิต ร่วมมือในชุมชน และปฏิบัติตามกฎหมายที่ลดความขัดแย้งด้านการใช้ที่ดิน ในด้านสิ่งแวดล้อม การใช้เทคนิคอนุรักษ์ เช่น การปลูกพืชคลุมดิน ปุ๋ยอินทรีย์ และการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศและสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ กรณีศึกษาที่บ้านแม่หาง จังหวัดเชียงราย และข้อมูลจาก FAO สะท้อนว่า ระบบวนเกษตรเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูป่าและสร้างรายได้อย่างยั่งยืน ผลการวิจัยชี้ว่า ความสำเร็จขึ้นอยู่กับความร่วมมือของชุมชน องค์กรพัฒนาเอกชน และการสนับสนุนเชิงนโยบาย ทั้งด้านองค์ความรู้ การเงิน และตลาดที่เป็นธรรม เพื่อผลักดันระบบวนเกษตรให้เป็นแนวทางหลักของการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติแบบมีส่วนร่วมของชุมชน (community-based natural resource management: CBNRM) เป็นแนวทางที่มุ่งเน้นให้คนเป็นศูนย์กลาง โดยผสมผสานการอนุรักษ์ฐานทรัพยากรธรรมชาติ (น้ำ ดิน ป่าไม้ และความหลากหลายทางชีวภาพท้องถิ่น) เข้ากับการพัฒนา เพื่อเอาชนะความยากจน ความหิวโหย และโรคภัย (World Neighbors, n.d.)

สรุปผล

เพื่อส่งเสริมบทบาทของเกษตรกรในการจัดการพื้นที่ป่าผ่านระบบการปลูกกาแฟแบบยั่งยืน ควรดำเนินการในหลายมิติ ได้แก่ การจัดทำแผนแม่บทการใช้ที่ดินตามศักยภาพพื้นที่ การสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และชุมชน เพื่อสนับสนุนองค์ความรู้ เทคโนโลยี และตลาดการใช้กลไกจูงใจ เช่น การจ่ายค่าตอบแทนบริการระบบนิเวศ (payment for ecosystem services: PES) เพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการอนุรักษ์ป่า การพัฒนามาตรฐานการผลิต เช่น มาตรฐานเกษตรอินทรีย์หรือการค้าสำหรับความเป็นธรรม (fair trade) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต การจัดตั้งศูนย์เรียนรู้หรือฟาร์มต้นแบบเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ การเสริมสร้างบทบาทของเกษตรกรให้เป็นผู้นำด้านการอนุรักษ์ทรัพยากร และการพัฒนาระบบติดตามผลด้วยเทคโนโลยีหรือการมีส่วนร่วมของชุมชน ทั้งนี้ แนวทางเหล่านี้จะช่วยยกระดับความสามารถของเกษตรกรให้เป็นผู้จัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน เสริมสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. (2568). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2567. <https://www.forest.go.th/land/>

กฤษฎา บุญชัย. (25 กุมภาพันธ์ 2564). ไร่หมุนเวียน สิทธิทางวัฒนธรรมเพื่อความเป็นธรรมทางนิเวศและสังคม. <https://www.ldi.or.th/2021/02/swidden/>

วลัญญา โสตา. (24 พฤษภาคม 2566). เปิดตัวโครงการคอฟฟี่ดับเบิลพลัส (Coffee++) ในประเทศไทย: เมื่อสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง การปลูกกาแฟต้องปรับเปลี่ยนอย่างไร. <https://www.thai-german-cooperation.info/th/the-coffee-project-in-thailand-has-been-launched-to->

[help-coffee-farmers-cope-with-climate-change/](https://www.thai-german-cooperation.info/th/the-coffee-project-in-thailand-has-been-launched-to-help-coffee-farmers-cope-with-climate-change/)

สถาบันชาและกาแฟ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. (2568). ประวัติของกาแฟ.

<https://teacoffee.mfu.ac.th/tc-tea-coffeeknowledge/tc-coffee/tc-coffeehistory.html>

สถาบันวิจัยพืชสวน. (2567). โครงการการประกวดสุดยอดกาแฟไทยภายใต้แนวคิด การผลิตอย่างยั่งยืน (Sustainable Coffee Production) กาแฟดูแลป่า รักษาต้นน้ำ และความหลากหลายทางชีวภาพ.

<https://www.doa.go.th/hort/?cat=93>

สมบัติ ลาอ่อน. (2568). การออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินในเขตป่าไม้.

<https://www.dol.go.th/train/OnlineEducation/y66clip18.pdf>

สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. (2567). กาแฟไทยร้อนแรง ตลาดโตต่อเนื่อง ดันส่งออกพุ่ง.

<https://tpso.go.th/news/2405-0000000010>

สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (17 กุมภาพันธ์ 2568). แหล่งปลูก Arabica ในประเทศไทย ที่สำคัญ มีที่ไหนบ้าง.

<https://www.opsmoac.go.th/news-preview-471991792943>

สำนักสงวนงานพระราชดำริ (2568). วัตถุประสงค์ของโครงการภายใต้สำนักสงวนงานพระราชดำริ. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

<https://portal.dnp.go.th/Content/RoyalProject?contentId=14599>

สิทธิเดช ร้อยกรอง และ สุมานี กันธิวี. (24 มีนาคม 2565). การปรับเปลี่ยนระบบการปลูกกาแฟภายใต้ระบบร่วมเงาไม้. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

<https://www.hrdi.or.th/articles/Detail/1506>

- สุนทร ค่ายอง. (2540). การออกแบบและการวิเคราะห์ระบบนิเวศวนเกษตรของกาแฟอะราบิก้าที่มีไม้ร่วมปลูก [รายงานการวิจัย]. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุภัชญา เตชะชูเชิด. (15 กุมภาพันธ์ 2564). ชูบชีวิตชุมชนไร่ป่า เป็นป่ากาแฟ จนได้เป็น ‘กาแฟป่า’. <https://adaymagazine.com/chiangrai-coffee/>
- อาภา วรรณฉวี. (13 สิงหาคม 2564). การวิจัยเอกสาร (Documentary research). <https://bsru.net/การวิจัยเอกสาร-documentary-research/>
- อนุชา เสมารัตน์. (2560). ศาสตร์พระราชา (The King’s Philosophy). *วารสารรัฐศาสตร์*, 59(1), 112–126.
- Craves, J.A. (2006, February 6). *What is shade-grown coffee?*. Coffee & Conservation. https://www.coffeehabitat.com/2006/02/what_is_shade_g/
- FAO. (2020). *Shade-grown coffee*. Food and Agriculture Organization of the United Nations <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1619095/>
- Funded Projects Resource Team. (n.d.). *Conceptualisation and theories of social capital*. In *CIIF – Social capital resource*. <https://www.ciif.gov.hk/en/sc-resource/sc-2.html>
- International Institute for Sustainable Development. (n.d.). *Sustainable development*. <https://www.iisd.org/mission-and-goals/sustainable-development>
- Jimenez-Soto, E. (2021). The political ecology of shaded coffee plantations: Conservation narratives and the everyday-lived-experience of farmworkers. *The Journal of Peasant Studies*, 48(6), 1284–1303. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1713109>
- Mogalakwe, M. (2006). The use of documentary research methods in social research. *African Sociological Review*, 10(1), 221–230.
- Natural Resources Defense Council. (2025, April 9). *Deforestation and forest degradation: The causes, effects, and solutions*. <https://www.nrdc.org/stories/deforestation-forest-degradation-causes-effects-solutions>
- Ogden, L. E. (2024, January 18). *How shade coffee lends conservation a hand*. <https://knowablemagazine.org/content/article/food-environment/2024/how-shade-coffee-lends-conservation-a-hand>
- Specialty Coffee Association. (2024). *What is specialty coffee?* <https://sca.coffee/research/what-is-specialty-coffee>
- U.S. Department of Agriculture. (2025). *Agroforestry*. <https://www.usda.gov/forestry/agroforestry>
- World Neighbors. (n.d.). *Community-based natural resource management*. <https://www.wn.org/what-we-do/community-based-natural-resources-management/>

การศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate ที่เหมาะสม

ต่อการเพาะพันธุ์และพัฒนาการของคัพพะปลาหางแดงวัยอ่อน

Studies on Suitable Concentrations of Buserelin Acetate for Breeding and

Embryonic Development of *Rasbora borapetensis*

สุชิน มิ่งไชย^{1*} และธีระชัย พงศ์จรรยากล¹

Suchin Mingchai^{1*} and Theerachai Pongjanyakul¹

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

¹ Ubon Ratchathani Inland Fisheries Research and Development Center, Ubon Ratchathani, Thailand 34000

บทคัดย่อ

การศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาหางแดง *Rasbora borapetensis* Smith, 1934 ได้ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี ในระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงกันยายน 2565 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate (Bus) ที่เหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์และพัฒนาการของคัพพะของปลาหางแดงวัยอ่อน โดยการฉีดกระตุ้นฮอร์โมนให้แม่พันธุ์ปลาหางแดงที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 2.53 ± 0.15 กรัม และมีความยาวเฉลี่ย 6.39 ± 0.45 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการวางไข่ของแม่พันธุ์ปลาที่ระดับความเข้มข้นของ Bus ต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Domperidone (Dom) 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พ่อพันธุ์ปลาหางแดงมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.44 ± 1.78 กรัม มีความยาวเฉลี่ย 5.20 ± 0.45 เซนติเมตร พ่อพันธุ์ในทุกชุดการทดลองฉีดด้วย Bus ความเข้มข้นที่ระดับ 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าการฉีดกระตุ้นด้วยฮอร์โมน Bus มีผลต่อการตกไข่ จำนวนไข่ อัตราการปฏิสนธิ และอัตราการฟัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการฉีดน้ำกลั่น ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของระดับ Bus ที่ใช้ฉีดแม่พันธุ์ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดตายของลูกปลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) การพัฒนาของคัพพะจนกระทั่งฟักเป็นตัวใช้เวลาเฉลี่ย 16 ชั่วโมง 55 นาที ที่อุณหภูมิ $27.0-30.0$ °C ผลการทดลองสรุปได้ว่าการใช้ Bus ที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการกระตุ้นแม่พันธุ์ปลาหางแดง

คำสำคัญ: ปลาชีวหางแดง การเพาะพันธุ์ ฮอโมนสังเคราะห์ (Bus) การพัฒนาของคัพภะ

*Corresponding author: suchinmingchai@gmail.com

Abstract

This study on the breeding of the blackline rasbora *Rasbora borapetensis* Smith, 1934 was conducted at the Ubon Ratchathani Inland Fisheries Research and Development Center from October 2021 to September 2022. The objective was to investigate the suitable concentrations of the synthetic hormone Buserelin acetate (Bus) for breeding performance and the embryonic development of early-stage larvae. Female broodfish, with an average weight of 2.53 ± 0.15 g and an average length of 6.39 ± 0.45 cm, were induced with Bus at four concentrations (0, 10, 20, and 30 $\mu\text{g/kg}$) combined with Domperidone (Dom) at 10 mg/kg following a completely randomized design (CRD) consisting of four treatments with three replications each. Male broodfish, averaging 1.44 ± 1.78 g in weight and 5.20 ± 0.45 cm in length, were injected with Bus at 10 $\mu\text{g/kg}$ together with Dom at 10 mg/kg across all treatments. The results showed that Bus administration significantly affected ovulation, total egg production, fertilization rate, and hatching rate when compared with the distilled-water control ($p < 0.05$). However, differences in Bus concentrations administered to females did not significantly influence larval survival ($p > 0.05$). Embryonic development from fertilization to hatching required an average of 16 hours and 55 minutes at a water temperature of 27.0–30.0 °C. The findings indicate that a Bus concentration of 10 $\mu\text{g/kg}$ combined with Dom at 10 mg/kg is the most suitable level for effective induction of blackline rasbora broodstock under the conditions of this study.

Keywords: *Rasbora borapetensis*, breeding, Buserelin acetate, embryonic development

บทนำ

ปลาชีวหางแดง (Blackline rasbora) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Rasbora borapetensis* เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในวงศ์ Cyprinidae ปลาชีวหางแดงมีลำตัวแบนข้างกว่าปลาชีวครีบแดง ตามีขนาดใหญ่และอยู่

ค่อนข้างทางด้านหน้าของส่วนหัว ปากมีขนาดเล็กและเฉียงลง มุมปากอยู่ตรงกับบริเวณขอบด้านหน้าของตา เกล็ดบริเวณลำตัวมีขนาดใหญ่เส้นข้างลำตัวไม่สมบูรณ์โดยทอดยาวไปสิ้นสุดบริเวณเหนือครีบท้องหรือเหนือจุดเริ่มต้นของครีบกัน เกล็ดในแนวเส้นข้างลำตัวมีจำนวน 10-15 เกล็ดครีบอกมีขนาดเล็ก แนวกลางของลำตัวมีแถบสีดำ

ทอดยาวจากบริเวณด้านหลังของแผ่นกระดูกปิดเหงือกไป
สิ้นสุด ที่บริเวณกึ่งกลางของฐานครีบทองและมีแถบยาวสี
น้ำตาลอ่อนทอดขนานอยู่เหนือแถบสีดำ ตอนล่างของ
ลำตัวมีแถบดำแคบ ๆ ทอดยาวจากบริเวณจุดเริ่มต้นของ
ฐานครีบทองไปสิ้นสุดที่บริเวณฐานครีบทอง ครีบทองมีสี
น้ำตาลอ่อน ครีบอก ครีบท้องและครีบทองใส ครีบทองมีสี
แดงเข้ม (ภาสกร แสงจันทร์, 2557) ปลาชีวาหางแดงพบ
แพร่กระจายในแม่น้ำโขงพื้นที่บริเวณประเทศไทย ไทย
กัมพูชา เวียดนาม และประเทศไทยแพร่กระจายตามหนอง
บึง ต่างๆ เช่น บึงบอระเพ็ด กว๊านพะเยา และหนองหาร
บริเวณแม่น้ำพับแพร่กระจายทั่วไป เช่น แม่น้ำยม แม่น้ำ
เจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำบางปะกง บริเวณที่
เป็นห้วย ลำธารจะพบแพร่กระจายบริเวณที่มีกระแสน้ำไหล
ช้าๆ ปลาชีวาหางแดงเป็นดัชนีชี้วัดถึงความอุดมสมบูรณ์และ
รักษาสสมดุลทางระบบนิเวศ โดยเฉพาะความเสื่อมโทรมของ
แหล่งน้ำทางด้านกายภาพและชีวภาพ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์
, 2564) อีกทั้งการนำมาใช้ประโยชน์นั้นปลาชีวาหางแดงยัง
เป็นที่นิยมนำมารับประทานเนื่องจากเป็นปลาขนาดเล็ก ซึ่ง
เป็นแหล่งโปรตีนและแคลเซียมสามารถนำมาประกอบ
อาหารบริโภคได้ทั้งตัว ซึ่งในปัจจุบันสภาพแวดล้อมและ
ระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ หรือสภาพพื้นที่กักเก็บน้ำที่
ต่างไปจากเดิมรวมทั้งสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้มี
ฤดูร้อนที่ยาวนานขึ้น เกิดสภาวะภัยแล้งต่อเนื่องยาวนาน
ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำเริ่มลดลง ส่งผลให้ระบบ
นิเวศวิทยาเสื่อมโทรมลง สัตว์น้ำหลายชนิดไม่สามารถที่จะ
ขยายพันธุ์ได้ตามฤดูกาล ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
อุบลราชธานี ได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงทำการศึกษา
การเพาะพันธุ์ปลาชีวาหางแดง ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษา
ความเข้มข้นของการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ที่เหมาะสม และ
พัฒนาการของคัพปลาชีวาหางแดงในครั้งนี้ เพื่อเป็นข้อมูล
ในการเพาะพันธุ์ปลาชนิดนี้ให้มีประสิทธิภาพ สามารถผลิต
พันธุ์ปลาชีวาหางแดงที่ได้จากการเพาะพันธุ์แล้วปล่อยคืนสู่
ธรรมชาติซึ่งจะเป็นการรักษาสมดุลในระบบห่วงโซ่อาหาร
ของปลากินเนื้อ รวมทั้งการฟื้นฟูและอนุรักษ์พันธุ์ปลาชีวา

หางแดงไม่ให้สูญพันธุ์ อันจะนำมาซึ่งการใช้ทรัพยากรให้เกิด
ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

1.1 การเพาะพันธุ์ปลาชีวาหางแดง

ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของฮอร์โมน
สังเคราะห์ Buserelin acetate (Bus) ใช้ระดับความเข้มข้น
ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ Domperidone
ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อฉีดกระตุ้นแม่พันธุ์
ปลาชีวาหางแดงให้วางไข่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่ม
สมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD)
กำหนดเป็น 4 ชุดการทดลอง(treatment) ชุดการทดลอง
ละ 3 ซ้ำ (replication) แต่ละซ้ำใช้แม่ปลาจำนวน 1 ตัว โดย
แม่พันธุ์ได้รับการฉีดกระตุ้นตามชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ฉีดกระตุ้นแม่พันธุ์ปลา (ชุด
ควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ความ
เข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 3 ฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ความ
เข้มข้น 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 4 ฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ความ
เข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

ทุกชุดการทดลองฉีดกระตุ้นพ่อพันธุ์ปลาด้วย
ฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อ
กิโลกรัม ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ Dom ความเข้มข้น 10
มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี
ซอยแจ้งสนิท 1 ถนนแจ้งสนิท ตำบลในเมือง
อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000 ระหว่างเดือน
มีนาคม 2565 ถึง กันยายน 2566

2. วิธีการศึกษา

2.1 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ปลาชีวทางแดง

พ่อแม่พันธุ์ปลาที่ใช้ในการทดลอง เป็นปลาที่รวบรวมได้จากแหล่งน้ำหนองเม็ก ตำบลช่องเม็ก อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี และรอบเขื่อนสิรินธร บริเวณบ้านแหลมสวรรค์ ตำบลนิคมสร้างตนเองลำโดมน้อย อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ในช่วงเดือนสิงหาคม 2564 จำนวน 500 ตัว มีความยาวประมาณ 4-7 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 0.5-3.0 กรัม นำมาเลี้ยงรวมกันในบ่อซีเมนต์ขนาด $2.0 \times 3.0 \times 1.5$ เมตร ระดับน้ำ 50 เซนติเมตร ให้อากาศตลอดเวลา ฝึกให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำขนาดเล็กพิเศษ (ไฮเกรด 9006T) โปรตีนไม่น้อยกว่า 42

เปอร์เซ็นต์ ให้ในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวปลา วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และเวลา 15.30 น. เปลี่ยนถ่ายทุก ๆ 15 วัน

2.2) การศึกษาความดกไข่ปลาชีวทางแดง

การศึกษาคความดกไข่ โดยคัดเลือกแม่พันธุ์จำนวน 10 ตัว มาชั่งน้ำหนักและวัดความยาว พร้อมทั้งผ่าท้องของแม่พันธุ์แต่ละตัวนำรังไข่มานับจำนวนไข่ทั้งหมด ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) โดยชั่งน้ำหนักไข่ทั้งหมด ชั่งน้ำหนักไข่ตัวอย่างและนับจำนวนไข่ตัวอย่าง และคำนวณหาจำนวนไข่ทั้งหมด (พงษ์พันธ์สุนทรวิภาต และคณะ, 2551)

$$\text{จำนวนไข่ทั้งหมด} = (\text{จำนวนไข่ในตัวอย่าง} \times \text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด}) / \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

2.3) การเพาะพันธุ์ปลาชีวทางแดง

2.3.1 การเตรียมชุดการทดลองและอุปกรณ์เพาะพันธุ์

ทดลองเพาะพันธุ์ปลาในกระชังโอลอนแก้วขนาด $20 \times 20 \times 30$ เซนติเมตร จำนวน 12 กระชัง (ต่อรอบการทดลอง) ซึ่งแขวนกระชังภายในบ่อซีเมนต์ขนาด 2×3 เมตร ระดับน้ำลึก 40 เซนติเมตร ใส่หัวทรายให้อากาศกระชังละ 1 หัว โดย ในกระชังโอลอนแก้วจะมีกรงตาข่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 18 เซนติเมตร รองอยู่ในอีกชั้นหนึ่ง

2.3.2 การเตรียมปลาทดลอง

คัดเลือกแม่พันธุ์ที่มีความสมบูรณ์เพศ ลักษณะท้องอูมเป่งและนิ่ม ช่องเพศมีสีแดงเรื่อๆ ส่วนพ่อพันธุ์ปลาเมื่อใช้มือกดบริเวณท้องเบาๆ มีน้ำเชื้อสีขาวขุ่นไหลออกมา คัดแม่พันธุ์ปลาจำนวน 12 ตัว มีน้ำหนักน้ำหนัเฉลี่ย 2.53 ± 0.15 กรัม และมีความยาวเฉลี่ย 6.39 ± 0.45 เซนติเมตร และพ่อพันธุ์มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.44 ± 1.78 กรัม มีความยาวเฉลี่ย 5.20 ± 0.45 เซนติเมตร จำนวน 24 ตัว นำมาทำการเพาะพันธุ์

2.3.3 การสุ่มพ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์เพศ

คัดพ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์เพศ แยกตามชุดการทดลอง ชุดละ 1 คู่ ในอัตราเพศเมียต่อเพศผู้ เท่ากับ 1: 2 จากนั้นฉีดสารละลายฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ Domperidone เข้ากล้ามเนื้อบริเวณโคนครีบท้องตามแผนการทดลอง และปล่อยลงในกระชังเพาะพันธุ์โดยการสุ่ม แล้วปล่อยปลาลงในคอกตาข่ายที่วางอยู่ภายในกระชังทดลอง อีกชั้นหนึ่ง เพื่อให้ปลาผสมพันธุ์วางไข่โดยวิธีเลียนแบบธรรมชาติ ใช้ระยะเวลาในการทดลองเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

2.3.4 การศึกษาประสิทธิภาพการเพาะพันธุ์

เมื่อครบระยะเวลาทดลอง 8 ชั่วโมง ทำการสุ่มไข่ปลาชีวทางแดง จากแต่ละชุดการทดลองจำนวน 100 ฟอง มาฟักในโหลแก้วขนาด 10×10 เซนติเมตร สูง 17 เซนติเมตร ให้อากาศผ่านหัวทราย 1 หัว ตลอดเวลาเพื่อศึกษาอัตราการปฏิสนธิ (fertilization rate) อัตราการฟัก (hatching rate) และอัตราการรอดตาย (survival rate) (อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2538)

อัตราการปฏิสนธิ นับจำนวนไข่ที่เปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์กับจำนวนไข่ทั้งหมดแล้วหาค่าเฉลี่ย โดยที่จำนวน

ไข่ที่นับเฉพาะไข่ที่มีการพัฒนามาถึงระยะแกสตรูลา (gastrula)

อัตราการปฏิสนธิ (เปอร์เซ็นต์) = (จำนวนไข่ที่เจริญถึงระยะ last gastrula)/(จำนวนไข่ทั้งหมด) $\times$ 100

อัตราการฟัก (เปอร์เซ็นต์) = (จำนวนลูกปลาที่ฟักเป็นตัว)/(จำนวนไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ) $\times$ 100

อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) = (จำนวนลูกปลาหลังถุงไข่แดงยุบ)/(จำนวนลูกปลาที่ฟักเป็นตัว) $\times$ 100

อัตราการฟัก นำไข่ที่ใช้ศึกษาอัตราการปฏิสนธิมาศึกษาอัตราการฟักต่อไปเมื่อไข่ฟักเป็นตัวนับจำนวนลูกปลาเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์กับจำนวนไข่ปลาที่ได้รับการปฏิสนธิ

2.4 การศึกษาคัพพะและพัฒนาลูกปลาชีวทางแดง

การศึกษาพัฒนาลูกปลาชีวทางแดง โดยการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาชีวทางแดงแยกจากชุดการทดลองโดยนำไข่ปลาชีวทางแดงที่ได้รับการปฏิสนธิ มาศึกษาพัฒนาการในระยะต่าง ๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า ติดตามพัฒนาการของคัพพะลูกปลาชีวทางแดงตามขั้นตอนต่าง ๆ จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวพร้อมบันทึกภาพและระยะเวลา (อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2538), (อภิชาติ เต็มวิชชากร, 2546), และ (Lagler, 1975)

2.5 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำ

การศึกษาสมบัติของน้ำในการทดลอง ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในบ่อคอนกรีตที่แขวนกระชังเพาะพันธุ์และในโหลแก้วฟักไข่ทุกวัน ในเวลา 08.00 น. โดยมีวิธีการดังนี้

- อุณหภูมิของน้ำ (temperature; องศาเซลเซียส) ด้วยเครื่องมือ Thermometer
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen; มิลลิกรัม/ลิตร) ด้วยเครื่องมือ DO meter ยี่ห้อ Lutron รุ่น Do - 5512 SD
- ความเป็นกรด - ด่าง (pH) โดยเครื่องวิเคราะห์น้ำยี่ห้อ Horiba scientific รุ่น PC 1100

- ความกระด้าง (Hardness; มิลลิกรัม/ลิตร ของ CaCO_3) โดยวิธี titration ตามวิธี Standard Method (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจรรวรณ์ สมศิริ, 2528)

- ความเป็นด่าง (Alkalinity; มิลลิกรัม/ลิตร ของ CaCO_3) โดยวิธี titration ตามวิธี Standard Method (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจรรวรณ์ สมศิริ, 2528)

- ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia; มิลลิกรัม/ลิตร) โดยใช้ชุดน้ำยาเคมีของ Aquacar 2000.4 PARA Ammonium Test

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลด้านการเพาะพันธุ์ ได้แก่ อัตราการวางไข่ จำนวนไข่ต่อแม่ปลาเฉลี่ย อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตาย มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนข้อมูลที่มีการกระจายแบบไม่ปกติ ทำการแปลงข้อมูลก่อนวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ตามข้อกำหนดของการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยแปลงข้อมูลทั้งหมดที่มีค่าสังเกตเป็นร้อยละด้วยวิธี angular transformation (จริญ จันทลักษณ์, 2534)

ผลการวิจัย

1. การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

พ่อแม่พันธุ์ปลาที่ใช้ในการทดลองเป็นปลาที่รวบรวมได้จากแหล่งน้ำหนองเม็ก ตำบลช่องเม็ก อำเภอสirin จังหัดอุบลราชธานี และจากรอบเขื่อนสิรินธร บริเวณบ้านแหลมสวรรค์ ตำบลนิคมสร้างตนเองลำโดมน้อย อำเภอ

สิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี จากนั้นทำการลำเลียงมาเลี้ยงทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี พบว่าปลาเริ่มมีความสมบูรณ์เพศในช่วงเดือนมีนาคม และเริ่มเพาะพันธุ์ได้ในเดือนเมษายน

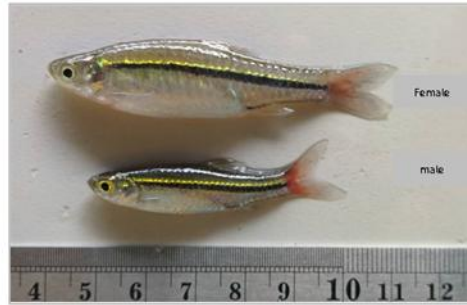


Figure 1 Mature female Blackline rasbora (*Rasbora borapetensis*)

2. ความคกของไข่

การศึกษาความคกของไข่ปลาชีวทางแดงจากตัวอย่างแม่พันธุ์ที่มีความสมบูรณ์เพศ จำนวน 10 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ย 2.53 ± 0.15 กรัม/ตัว และมีความยาวเฉลี่ย 6.39 ± 0.45

เซนติเมตร น้ำหนักไข่ต่อแม่เฉลี่ย 0.32 ± 0.09 กรัม และจำนวนไข่ต่อแม่เฉลี่ย $1,285.30 \pm 312.52$ ฟอง และจำนวนไข่ต่อน้ำหนักไข่ 1 กรัมเฉลี่ยเท่ากับ $4,061.34 \pm 308.66$ ฟอง (Table 1)

Table 1 Female weight, Female length, Egg weight per female, Total number of eggs per female and Number of eggs per gram of egg mass in the Blackline rasbora (*Rasbora borapetensis*) (Mean $\pm$ SD)

Index	Average
Female weight (g)	2.53 ± 0.15
Female length (cm)	6.39 ± 0.45
Egg weight per female (g)	0.32 ± 0.09
Total number of eggs per female (eggs)	$1,285.30 \pm 312.52$
Number of eggs per gram of egg mass (eggs)	$4,061.34 \pm 308.66$

3. การเพาะพันธุ์

ศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate (Bus) ต่อการเพาะพันธุ์ปลาชีวทางแดง 3.1 ผลการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของแม่พันธุ์ในแต่ละชุดการทดลองก่อนการฉีดกระตุ้นตามแผนการทดลองที่วาง

ไว้ พบว่าแม่พันธุ์มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.54 ± 0.21 , 2.56 ± 0.27 , 2.64 ± 0.29 และ 2.66 ± 0.17 กรัม ตามลำดับ และมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 6.55 ± 0.16 , 6.61 ± 0.33 , 6.67 ± 0.13 และ 6.63 ± 0.08 เซนติเมตร ตามลำดับ โดย

น้ำหนักและความยาวของแม่พันธุ์ในแต่ละชุดการทดลอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 2)

3.2 อัตราการตกไข่ จำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่ปลาเฉลี่ย อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตาย

ศึกษาอัตราการตกไข่ ของการเพาะพันธุ์ปลาชีวทางแดงด้วยการฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการตกไข่ โดยใช้ Bus ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชุดควบคุม (ไม่ฉีดฮอร์โมน) พบว่าพ่อแม่พันธุ์ปลาทุกชุดทดลองเริ่มผสมพันธุ์และวางไข่ภายใน 6-8 ชั่วโมงหลังการฉีดฮอร์โมน สำหรับแม่พันธุ์ปลาที่ได้รับการฉีดฮอร์โมนมีอัตราการตกไข่ 100% ยกเว้นชุดควบคุมที่ไม่พบการตกไข่ ($p<0.05$) (Table 2) ในส่วนจำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่พันธุ์ปลาเฉลี่ย พบว่าจำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่พันธุ์ปลาเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0 ± 0.00 , 729.40 ± 114.12 , 947.00 ± 78.90

และ $1,035.00\pm 130.00$ ฟอง ตามลำดับ ซึ่งแม่พันธุ์ที่ได้รับ การฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ในระดับความเข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ให้จำนวนไข่เฉลี่ยต่อแม่พันธุ์สูงที่สุด (Table 2) สำหรับอัตราการปฏิสนธิและอัตราการฟัก พบว่า อัตราการปฏิสนธิของไข่ปลาชีวทางแดงมีค่าเฉลี่ย 79.80 ± 5.17 , 63.20 ± 7.19 และ 48.80 ± 9.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอัตราการฟักมีค่าเฉลี่ย 92.54 ± 3.89 , 90.29 ± 3.66 และ 69.53 ± 11.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยแม่พันธุ์ปลาที่ได้รับการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ในระดับความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีอัตราการปฏิสนธิ และอัตราการฟักดีที่สุด ($p<0.05$) (Table 2) และอัตราการรอดตายของลูกปลา พบว่าอัตราการรอดตายของลูกปลาชีวทางแดงมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 77.59 ± 11.13 - 85.90 ± 4.39 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

Table 2 Average of Blackline rasbora (*Rasbora borapetensis*) breeding using hormone Buserelin acetate (Bus) injection different concentrations rates. (Mean $\pm$ SD)

Index	Experimental series ($\mu\text{g/kg}$)				
	T1	T2	T3	T4	P-value
Females weight (g/body)	2.56 ± 0.27	2.64 ± 0.29	2.66 ± 0.17	2.54 ± 0.21	0.8090
Females' length (cm)	6.61 ± 0.33	6.67 ± 0.13	6.63 ± 0.08	6.55 ± 0.16	0.9180
Ovulation rate (%)	0 ± 0.00^a	100.00 ± 0.00^b	100 ± 0.00^b	100 ± 0.00^b	0.0010**
Total eggs per female (eggs)	0 ± 0.00^a	729.40 ± 114.12^b	947.00 ± 78.90^c	$1,035\pm 130.00^c$	0.0030**
Fertilization rate (%)	-	79.80 ± 5.17^a	63.20 ± 7.19^b	48.80 ± 9.09^c	0.0010**
Incubation rate (%)	-	92.54 ± 3.89^a	90.29 ± 3.66^b	69.53 ± 11.36^b	0.0010**
Survival rate (%)	-	82.41 ± 4.15	85.90 ± 4.39	77.59 ± 11.13	0.2370

** Mean $\pm$ S.D. with the different superscripts are significantly different ($p<0.01$).

2. คุณสมบัติของน้ำระหว่างการเพาะพันธุ์และฟักไข่ปลาชีวทางแดง

คุณสมบัติของน้ำระหว่างการเพาะพันธุ์ปลาชีวทางแดง พบว่ามีอุณหภูมิ $26.0\text{-}28.0$ °C ปริมาณออกซิเจนที่

ละลายน้ำ $5.5\text{-}6.0$ mg/L ความเป็นกรดเป็นด่าง $7.5\text{-}8.0$ ความเป็นด่าง $75\text{-}90$ mg/L as CaCO_3 ความกระด้าง $78\text{-}85$ mg/L as CaCO_3 และปริมาณแอมโมเนียรวม 0.00 mg-N/L ในส่วนของคุณภาพน้ำระหว่างการฟักไข่ปลาชีวทาง

แดง พบว่ามีอุณหภูมิ 26.0-28.0 °C ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 5.0-7.5 mg/L ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0-8.0 ความเป็นด่าง 70-85 mg/L as CaCO₃ ความกระด้าง 75-80 mg/L as CaCO₃ และปริมาณแอมโมเนียรวม 0.00-0.20 mg N/L

Table 2 Features of the water used for breeding and of Blackline rasbora (*Rasbora borapetensis*)

Water properties	Breeding	Hatching
Temperature (°C)	26.0-28.0	26.0-28.0
Dissolved oxygen content in water (mg/L)	5.5-6.0	5.0-7.5
pH	7.5-8.0	7.0-8.0
Alkalinity (milligrams per liter of CaCO ₃)	75-90	70-85
Hardness (milligrams per liter of CaCO ₃)	78-85	75-80
Total Ammonia (mg N/L)	0.00	0.00-0.20

3. พัฒนาการของคัพพะปลาชีวทางแดง

ลักษณะของไข่ปลาชีวทางแดง เป็นไข่ประเภทจม ติดกับวัตถุ มีลักษณะกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.01 ± 0.81 มิลลิเมตร ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วมีสีน้ำตาล เปลือกบางและโปร่งใส ส่วนไข่ที่ไม่สมบูรณ์และไม่ได้รับการปฏิสนธิมีลักษณะทึบแสง สีขาวขุ่น โดยมีพัฒนาการคัพพะ ดังนี้ ระยะ Cleavage ใช้เวลา 2 ชั่วโมง 45 นาที ระยะ Blastula ใช้เวลา 3 ชั่วโมง 30 นาที ระยะ Gastrula ใช้เวลา 5 ชั่วโมง

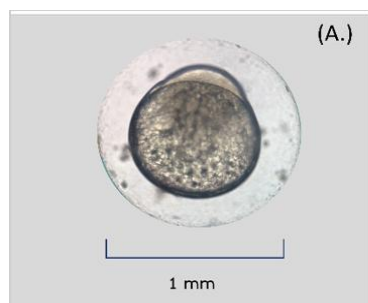
20 นาที ระยะ Head bud and tail bud ใช้เวลา 6 ชั่วโมง 15 นาที ระยะ Somite ใช้เวลา 7 ชั่วโมง ระยะ Head bud and tail bud ใช้เวลา 6 ชั่วโมง 15 นาที ระยะ Heart formation ใช้เวลา 9 ชั่วโมง 40 นาที และเริ่มฟักออกเป็นตัวใช้เวลา 16 ชั่วโมง 55 นาที ที่อุณหภูมิ น้ำ 26.0-28.0 องศาเซลเซียส ลูกปลาแรกฟัก มีความยาวเฉลี่ย 1.90 ± 0.14 มิลลิเมตร (Table 3 and Figure 2)

Table 3 Periods of Blackline rasbora (*Rasbora borapetensis*) embryo development.

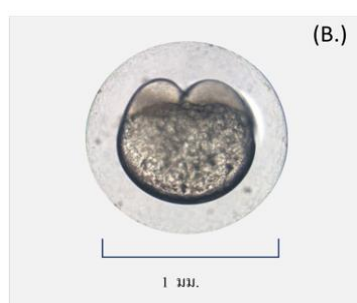
Phase	The period after the egg Fertilized	Figure	Development Stage
1 Cell	20 minutes	A.	One cell stage: After being mixed, it was found that the animal pole was a bulging cell that formed a blastodisc, with a size of 1.01 ± 0.81 mm.
Cleavage	25 minutes	B.	The first cleavage stage involves the division of blastodisc cells into 2 equal blastomere cells.
	55 minutes	C.	The second cleavage stage is divided into 4 blastomere cells, the same size, half smaller than the original cell.

Phase	The period after the egg Fertilized	Figure	Development Stage
	1 hour 20 minutes	D.	The third cleavage stage is divided into 8 blastomere cells, half smaller.
	1 hour 45 minutes	E.	The fourth cleavage stage has a blastomere cell division of 16 cells, halved in size.
	2 hours	F.	Fifth cleavage stage: The division of blastomere cells increases to 32 cells.
	2 hours 25 minutes	G.	The sixth cleavage stage is divided into 64 blastomeres, and the cell layer begins to thicken.
	2 hours 45 minutes	H.	The Morula stage, in which the blastomere divides into many small cells stacked thickly and tightly together, is the final stage of the cleavage stage.
Blastula	3 hours 30 minutes	I.	Blastula stage: The blastodisc begins to move down to cover the nucleus, with thickened aggregate cells, raised until convex, and an internal space (Blastocoel) is formed.
Gastrula	4 hours 10 minutes	J.	Early gastrula stage: The edges of the blastodiscs have a thicker arrangement around them, creating a ring-like appearance. It is called the Germ ring and it is found that the part that grows into the tail of the cup has dense clusters of cells.
	5 hours 20 minutes	K.	Late gastrula stage, the group of cells moves down to cover the Yolk almost completely. The cell group will move down to cover the yolk, which is the blastopores phase.
Head bud and tail bud	6 hours 15 minutes	L.	Close blastopore stage: The tissue grows more and forms an embryo shaped like a tail ring and the head of the embryo is raised. It is born as a head button and a tail button.
Somite	7 hours	M.	Somite stage: The ectoderm, mesoderm, endoderm are born into embryos, and the tip develops into head and tail buttons. The lateral body fold continues to develop into muscles.

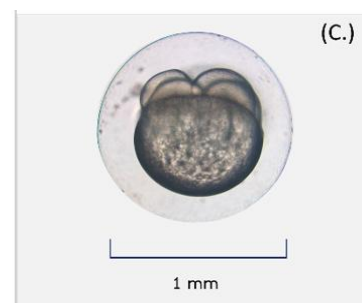
Phase	The period after the egg Fertilized	Figure	Development Stage
Optic bud	7 hours 25 minutes	N.	Optic bud stage: The area where the head is formed, the optic vesicle next and will grow into the eye of the fish.
Heart formation	9 hours 40 minutes	O.	Heart formation stage: A button-shaped heart is formed, and the heart and muscles begin to work. The larvae begin to move, sometimes the tail area has a thin stretch of flesh.
Hatch-out	16 hours 55 minutes	P.	Hatch-out stage: The fry hatch by using their tail to drill open the egg shell. When newly hatched, the head of the fry is still attached to the yolk sac, the mouth is not yet open, the body is transparent, and the fin folds are connected to form a sheet. The average length of newly hatched fry is 1.90 ± 0.14 mm.



1-Cell stage (0.2 h)



2-Cell stage (0.25 h)



4-Cell stage (0.55 h)



8-Cell (1.20 h)



16-Cell (1.45 h)



32- Cell stage (2 h)



Figure 2 (A-P) Embryonic development stages of Blackline rasbora (*Rasbora borapetensis*)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ต่อการเพาะพันธุ์ปลาชีวทางแดงที่ฉีดกระตุ้นแม่พันธุ์ด้วย Bus ในอัตรา 0, 10, 20 และ 30 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และฉีดด้วยน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) ร่วมกับ Dom อัตรา 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจากฉีดประมาณ 6-8 ชั่วโมงพบว่าแม่ปลาวางไข่ 100 เปอร์เซ็นต์ ทุกชุดการทดลอง ยกเว้นชุดการทดลองควบคุมแม่ปลาไม่วางไข่ สอดคล้องกับ ณัฐพงษ์ เพชรฤทธิ์ (2564) ศึกษาการเพาะพันธุ์และอนุบาลปลาชีวทอง พบว่าการฉีดกระตุ้นด้วยฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ที่ระดับความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัม เพียงครั้งเดียวแม่พันธุ์ปลาสามารถวางไข่ 100 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับ อำไพพรรณ ไกรสุรสีห์ และคณะ (2559) การเพาะและอนุบาลปลาชีวทางดอก พบว่าชุดการทดลองที่มีการฉีดกระตุ้นด้วยฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ที่ระดับความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัม เพียงครั้งเดียวแม่พันธุ์ปลาสามารถวางไข่ 100 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของประสิทธิภาพของการเพาะพันธุ์ปลาชีวทางแดงพบว่าชุดการทดลองที่ฉีดกระตุ้นด้วย Bus 10, 20 และ 30 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัม มีจำนวนไข่ต่อแม่ปลา 729.40 ± 114.12 , 947.00 ± 78.90 และ $1,035 \pm 130.00$ ฟอง อัตราการปฏิสนธิ 79.80 ± 5.17 , 63.20 ± 7.19 และ 48.80 ± 9.09 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการฟัก 92.54 ± 3.89 , 90.29 ± 3.66 และ 69.53 ± 11.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความสอดคล้องกับ นฤพล สุขุมสาวิณ (2537) รายงานการศึกษาผลของเข้มข้นที่สูงมาก ๆ ของ Buserelin ต่อการวางไข่ของปลาตะเพียนขาว ที่มีการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ Bus ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ Dom ให้กับปลาตะเพียนขาวในความเข้มข้นที่แตกต่างกันเป็น 100 เท่า ไม่ส่งผลต่ออัตราการปฏิสนธิและอัตราการฟักไข่ ซึ่งการใช้ฮอร์โมนในระดับที่สูงเกินความเหมาะสมไม่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพเพิ่มเติม ในส่วนปลาชีวทางแดงเมื่อเริ่มวางไข่ พบว่าไข่ปลามีลักษณะกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.01 ± 0.81 มิลลิเมตร ไม่มีสี

ขาวใสกระจายติดกับกระชังโอลอนแก้วที่ใช้ทำการทดลอง ซึ่งไข่ประเภทนี้มีสารเหนียวที่เปลือกไข่ทำให้ไข่เหนียวติดกับวัตถุ (Adhesive eggs) (วีระพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2536) สำหรับไข่ปลาชีวทางแดงที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วจะมีสีน้ำตาลเปลือกบางและโปร่งใส ส่วนไข่ที่ไม่สมบูรณ์และไม่ได้รับการปฏิสนธิมีลักษณะทึบแสง สีขาวขุ่น โดยไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะมีการพัฒนาในระยะ Cleavage ใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง เข้าสู่ระยะ Blastula ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ระยะ Gastrulas ใช้เวลา 5-6 ชั่วโมง และระยะ Somite ใช้เวลา 7-10 ชั่วโมง จนกระทั่งฟักออกเป็นตัว ใช้เวลา 16 ชั่วโมง 55 นาที ซึ่งสอดคล้องกับ กษมา ดำวันดี และคณะ (2565) ศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาชีวหนวดยาว พบว่าไข่ปลาชีวหนวดยาว เป็นไข่ประเภทจมติดวัตถุ (Adhesive eggs) มีรูปร่างกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.05 ± 0.05 มิลลิเมตร ซึ่งไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะมีสีขาวใส ส่วนไข่ที่ไม่ได้รับการปฏิสนธิ (ไข่เสีย) จะมีลักษณะสีขาวขุ่น ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะเริ่มพัฒนาคัพภะเข้าสู่ระยะ Cleavage, Morula และ Blastula ในเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ และเข้าสู่ระยะ Gastrula ในเวลา 5-6 ชั่วโมง ระยะ Somite ใช้เวลา 7-11 ชั่วโมง และฟักออกเป็นตัวในเวลา 14 ชั่วโมง และมีรายงานของ Retnoaji et al. (2023) ศึกษาการพัฒนาตัวอ่อนของปลาชีวเหลืองพื้นเมืองอินโดนีเซีย (*Rasbora lateristriata*) พบว่าหลังจากที่ไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว จะพัฒนาระยะ Cleavage ใช้เวลา 0.75-1.75 ชั่วโมง ระยะ Blastula ใช้เวลา 1.75-4.75 ชั่วโมง ระยะ Gastrula ใช้เวลา 4.75-7.75 ชั่วโมง ระยะ Somite ใช้เวลา 7.75-24.00 ชั่วโมง และฟักออกเป็นตัวในเวลา 24 ชั่วโมง ไข่ปลาชีวทางแดงมีการพัฒนาของคัพภะหลังการปฏิสนธิจนถึงฟักเป็นตัวใช้เวลา 16 ชั่วโมง 55 นาที ที่อุณหภูมิ 26-28 องศาเซลเซียส โดยมีรายงานการศึกษาในกลุ่มปลาที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเช่น สุชาติ ไกรสุรสีห์ และอำไพพรรณ ไกรสุรสีห์ (2551) รายงานการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาชีวข้างขวานเล็กโดยใช้วัสดุสำหรับวางไข่ต่างกัน พบว่าปลาชีวข้างขวานเล็กใช้เวลาฟักเป็นตัว 19 ชั่วโมง 29 นาที ที่อุณหภูมิ 28-29 องศาเซลเซียส ส่วน

พิมพา อุดมรัตน์ (2551) การศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาชิวควาย พบว่าพัฒนาการของคัพภะปลาชิวควายเริ่มจากไข่ได้รับการปฏิสนธิจนฟักออกเป็นตัวใช้เวลา 23 ชั่วโมง 25 นาที ที่อุณหภูมิ น้ำ 25.0-27.5 องศาเซลเซียส ณัฐชพงศ์ เพชรฤทธิ์ (2559) การเพาะพันธุ์ปลาชิวตาเขียวโดยใช้อัตราส่วนเพศที่ต่างกัน พบว่า ปลาชิวตาเขียวใช้เวลาฟักเป็นตัว 20 ชั่วโมง 9 นาที ที่อุณหภูมิ น้ำ 25-28 องศาเซลเซียส และยังสามารถคล้องกับ เชิดศักดิ์ วงษ์กมลชุนท์ และธนวัฒน์ ชัชวาลธาดรี (2538) การศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาแก้มช้ำ พบว่าปลาแก้มช้ำใช้เวลาฟักเป็นตัว 18-19 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ น้ำ 27-28 องศาเซลเซียส ในส่วนของคุณภาพน้ำในระหว่าง การทดลองพบว่า อุณหภูมิ น้ำมีค่า 26-28 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่า 5.0-7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่า 7.0-9.0 ความเป็นด่าง มีค่า 75-85 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้าง 75-85 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนียรวม 0.00-0.20 มิลลิกรัม-N/l โดยค่าคุณภาพน้ำดังกล่าวอยู่ในช่วงที่สัตว์น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจรรณ สมศิริ, 2528)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองเพาะพันธุ์ปลาชิวหางแดงโดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate (Bus) ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ Domperidone (Dom) พบว่าอัตราความเข้มข้นของ Bus 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นปริมาณที่ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น ๆ แต่ยังคงให้ผลการกระตุ้นการตกไข่ที่ดี ในการศึกษาพัฒนาการคัพภะของไข่ปลาชิวหางแดง พบว่าไข่เป็นชนิดจมและยึดเกาะวัตถุ (Adhesive eggs) มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.01 ± 0.81 มิลลิเมตร ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะพัฒนาเป็นระยะต่าง ๆ ได้แก่ ระยะ Cleavage ใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง ระยะ Blastula ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ระยะ Gastrula ใช้เวลา 5-6 ชั่วโมง และระยะ Somite ใช้เวลา

7-10 ชั่วโมง ก่อนจะฟักเป็นตัวอ่อนภายในเวลาเฉลี่ย 16 ชั่วโมง 55 นาที ที่อุณหภูมิ น้ำ 26.0-28.0 องศาเซลเซียส ข้อมูลที่ได้รับจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งด้านวิชาการและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อการอนุรักษ์พันธุ์ปลาท้องถิ่น การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) และการพัฒนาทรัพยากรประมงอย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณธีระชัย พงศ์จรรยากุล ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี ที่ให้คำปรึกษาพร้อมให้ความช่วยเหลือในระหว่างทำการทดลอง และขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี ที่ให้ความช่วยเหลือจนทำให้งานทดลองครั้งนี้ประสบผลสำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กษมา ด่านวันดี, กฤติมา กษมาวุฒิ และสำเนา เสาวกุล. (2565). การเพาะพันธุ์ปลาชิวหนวดยาว. *วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี*, 3(3), 71-80. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/atj/-article/view/256554>
- จรัญ จันทลักษณ์. (2534). *สถิติ: วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย*. ภาควิชาสถิติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2564). *จากต้นน้ำถึงปากแม่น้ำ บทบาททางนิเวศอุทกวิทยาและการจัดการเชิงอนุรักษ์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เชิดศักดิ์ วงษ์กมลชุนท์ และธนวัฒน์ ชัชวาลธาดรี. (2538). *การเพาะพันธุ์ปลาแก้มช้ำ*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15/2538 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี กองประมงน้ำจืด กรมประมง.

- ณัฐพงษ์ เพชรฤทธิ. (2559). การเพาะพันธุ์ปลาชีวาเขียว โดยใช้อัตราส่วนเพศที่ต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2559 กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.
- ณัฐพงษ์ เพชรฤทธิ. (2564). การเพาะพันธุ์และอนุบาลปลาชีวทอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2564 กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.
- นฤพล สุขุมาสวิน. (2537). ผลของเข้มข้นที่สูงมาก ๆ ของ Buserelin ต่อการวางไข่ของปลาตะเพียนขาว. *วารสารการประมง*, 47(5), 415-419.
- พงษ์พันธ์ สุนทรวิภาต, เมธา คชาภิชาติ, สิริฉัตร สุทรวิภาต, ชัยวัฒน์ รัตดาตาส และอภิชาติ เต็มวิชาการ. (2551). การเพาะและอนุบาลปลาตะเพียนทราย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 31/2551 สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.
- พิมพ์ อุดมรัตน์. (2551). การเพาะพันธุ์ปลาชีวควาย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 70/2551 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดนครสวรรค์ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.
- ภาสกร แสงจันทร์. (2557). *สารานุกรมปลาน้ำจืดของไทย*. ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. (2528). *คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง*. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง.
- วีระพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. (2536). การเพาะพันธุ์ปลา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สุชาติ ไกรสุรสีห์ และอำไพพรรณ ไกรสุรสีห์. (2551). การเพาะพันธุ์ปลาชีวข้างขวานเล็กโดยใช้วัสดุที่วางไข่ต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35/2551 สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.
- อภิชาติ เต็มวิชาการ. (2546). *ลูกปลาวัยอ่อน*. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.
- อำไพพรรณ ไกรสุรสีห์, ณัฐพงษ์ เพชรฤทธิ, ชไมพร แก้วสีทอง และสุชาติ ไกรสุรสีห์. (2559). การเพาะและอนุบาลปลาชีวหางดอก. *วารสารการประมง* 69(5), 450-466.
- อุทัยรัตน์ ณ นคร. (2538). *การเพาะขยายพันธุ์ปลา*. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Lagler, K. F. (1975). *Freshwater fishery biology* (2nd ed.). Brown.
- Retnoaji, B., Nurhidayat, L., Pratama, S. F., Anshori, K., Hananya, A., Sofyantoro, F., & Bessho, Y. (2023). Embryonic development of Indonesian native fish yellow rasbora (*Rasbora lateristriata*). *Journal of King Saud University-Science*, 35(7), 102810. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102810>

ผลของการเสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงในอาหารต่อการเจริญเติบโต

และอัตราการรอดของปลาตะเพียนขาว

Effects of Mango Peel Crude Extract Supplementation on Growth and Survival of Silver Barb

กิตติศักดิ์ พุชา^{1*} เสกสรร ชินวัง¹ สังวาล สมบูรณ์¹ สุจิตรา สืบบุญการณ¹ วิรุญา ครองยุดิ¹
นงลักษณ์ พยัคฆศิรินาวิน¹ ประภัสสร สมบัติศรี¹ และกิตติ วิรุณพันธุ์²

Kittisak Puycha^{1*} Sakesan Chinwang¹ Sangwan Somboon¹
Sujitra Subnugarn¹ Wiraya Krongyut¹ Nongluck Payakkasirinawin¹
Prapatsorn Sombudsri¹ and Kitti Wirunpun²

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี 34000

¹ Program in Agriculture, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani Province 34000

² สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี 34000

² Program in Animal Science, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani Province 34000

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมะม่วง (*Mangifera indica* L.) ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 32% ต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการรอดของปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) การทดลองวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ การเสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมะม่วงในอาหารที่ระดับ 0, 4, 8 และ 12% แต่ละชุดมี 3 ซ้ำ เลี้ยงปลาในตู้กระจกปริมาตรน้ำ 70 ลิตร อัตราการปล่อย 10 ตัวต่อตู้ โดยใช้ปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 4.50 ± 0.02 กรัม และความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 7.40 ± 0.13 เซนติเมตร ระยะเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่า ค่าเพิ่มน้ำหนัก ความยาวเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาตะเพียนขาวในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมะม่วงในระดับ 12% มีแนวโน้มให้อัตราการรอดสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า การเสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงในอาหารเม็ด

สำเร็จรูปสามารถใช้ได้ถึงระดับ 12% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลาดตะเพียนขาว และอาจช่วยเพิ่มอัตราการรอดของปลาได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ปลาดตะเพียนขาว สารสกัดหยาบเปลือกมะม่วง การเจริญเติบโต อัตราการรอด

*Corresponding author: bomfishery@gmail.com

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of dietary supplementation with crude mango peel extract (*Mangifera indica* L.) in a commercial pelleted diet containing 32% crude protein on growth performance, feed utilization efficiency, and survival rate of silver barb (*Barbonymus gonionotus*). The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) consisting of four dietary treatments with mango peel crude extract supplementation at levels of 0, 4, 8, and 12%, each with three replicates. Fish with an initial mean weight of 4.50 ± 0.02 g and an initial mean length of 7.40 ± 0.13 cm were stocked at a density of 10 fish per glass aquarium (70 L) and reared for 4 weeks. The results showed that weight gain, mean length, specific growth rate, and feed conversion ratio did not differ significantly among treatments ($P > 0.05$). However, fish fed the diet supplemented with 12% crude mango peel extract exhibited the highest tendency for survival rate compared with the control group. These findings indicate that crude mango peel extract can be incorporated into commercial pelleted diets at levels up to 12% without adverse effects on the growth performance of silver barb and may potentially enhance fish survival.

Keywords: Silver barb, Mango peel crude extract, Growth, Survival rate

บทนำ

ปลาดตะเพียนขาว (Silver barb; *Barbonymus gonionotus*) เป็นปลาน้ำจืดกินพืชที่มีการเพาะเลี้ยงแพร่หลายในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในประเทศไทย อินโดนีเซีย เวียดนาม และศรีลังกา ปลาชนิดนี้มีลำตัวป้อม สีเงิน เป็นที่นิยมบริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถนำมาประกอบอาหารหรือแปรรูปได้หลายรูปแบบ เช่น ปลาร้า ปลาส้ม และปลาจ่อม ทำให้เกิด

การพัฒนาการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์เพื่อเพิ่มผลผลิตและสร้างรายได้แก่เกษตรกร (คณนา อาจสูงเนิน, 2559) ปลาดตะเพียนขาวเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว ให้ลูกตกสามารถเพาะขยายพันธุ์ได้เกือบตลอดปีจัดเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยมีผลผลิตมากเป็นลำดับที่ 3 รองจากปลานิลและปลาดุกระหว่างปี พ.ศ. 2558 - 2562 มีผลผลิตปลาดตะเพียนขาวทั้งที่จับจากธรรมชาติและการเพาะเลี้ยงเฉลี่ย 47,740 ตันต่อปี คิดเป็น 8.29% ของปริมาณสัตว์น้ำจืดทั้งหมด มีมูลค่า

เฉลี่ย 2,146.02 ล้านบาทต่อปี (กรมประมง, 2564) ปัจจุบันมีเกษตรกรเลี้ยงปลาตะเพียนขาวในเชิงพาณิชย์แบบพัฒนาหรือการเลี้ยงแบบหนาแน่นอย่างแพร่หลาย โดยการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ บ่อดิน และในกระชัง เพื่อให้ได้ผลผลิตสอดคล้องกับความต้องการของตลาด แต่ในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวแบบหนาแน่นนั้น จะมีผลกระทบต่อปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมภายในบ่อเลี้ยงที่ไม่เหมาะสมทำให้ประสิทธิภาพการกินอาหาร และการใช้ประโยชน์จากอาหารของปลาตะเพียนขาวลดลง ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และระบบภูมิคุ้มกันลดลง มีผลให้ปลาตะเพียนขาวติดโรคน้ำขึ้น การแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นเกษตรกรจำนวนมากยังคงมีการใช้ยาและสารเคมี แต่การใช้ยา และสารเคมีอาจส่งผลกระทบต่อตกค้างในเนื้อสัตว์น้ำได้ (สุปราณี ชินบุตร และคณะ, 2543) เพื่อลดปัญหาการใช้ยา และสารเคมีในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงจำเป็นต้องใช้สารสำคัญที่พบในพืช เช่น วิตามินซี วิตามินเอ และสารโพลีฟีนอล (วัชรพล พรหมสุด และธนพร อัครพัฒนากุล, 2562) ที่มีคุณสมบัติช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำ เพื่อให้สัตว์น้ำที่เลี้ยงมีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูงขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตและแปรรูปผลไม้จำนวนมาก โดยเฉพาะมะม่วงเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่มีการแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย ส่งผลให้เกิดเศษเปลือกเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 15 ของน้ำหนักผลมะม่วงทั้งหมด อย่างไรก็ตาม เปลือกมะม่วงยังคงมีคุณค่าทางชีวภาพและโภชนาการสูง โดยเฉพาะในมะม่วงระยะผลแก่จัดซึ่งมีสีผิวเหลือง อันเป็นผลจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และการปรากฏของรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์ โดยมีเบตาแคโรทีนเป็นสารสำคัญชนิดหนึ่ง (ปวิวิทย์ ลอยพิมาย และคณะ, 2554) ซึ่งเบตาแคโรทีนจัดอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีบทบาทสำคัญในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว และทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอ โดยร่างกายสามารถเปลี่ยน 9-cis-beta-carotene เป็นวิตามินเอผ่านเอนไซม์ 15,15-beta-carotenoid dioxygenase ขณะที่ส่วนที่ไม่ถูกเปลี่ยนยังคงทำหน้าที่ลด

ความเสียหายของเซลล์จากภาวะออกซิเดชัน (ไมตรี สุทธจิตต์ และคณะ, 2555) นอกจากนี้ เปลือกมะม่วงยังเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด ได้แก่ สารฟลาโวนอยด์ สารโพลีฟีนอล แคโรทีนอยด์ เพคติน โยอาหาร วิตามินซี และวิตามินอี ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (ครองจิต วรรณวงศ์ และธัญนันท์ ฤทธิ์มณี, 2567) โดยมีรายงานค่าความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (IC50) เท่ากับ 2.32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมสูงถึง 72.8 มิลลิกรัมกรดแกลลิกเทียบเท่ากับน้ำหนักรากหนึ่งกรัม (ปวิวิทย์ ลอยพิมาย และคณะ, 2554) สำหรับสารโพลีฟีนอลและแคโรทีนอยด์ในเปลือกมะม่วงมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพของสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์น้ำ เนื่องจากสามารถลดความเครียดออกซิเดชันซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกันลดลงในสภาวะการเลี้ยงแบบหนาแน่น สารดังกล่าวช่วยเสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ เพิ่มความสามารถในการต้านทานเชื้อโรค ลดความเสียหายของเซลล์ และส่งผลให้อัตราการรอดของสัตว์น้ำสูงขึ้น (วัชรพล พรหมสุด และธนพร อัครพัฒนากุล, 2562) ด้วยเหตุนี้ เบตาแคโรทีนและสารต้านอนุมูลอิสระจากพืชจึงถูกนำมาใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อ และสุขภาพโดยรวมของสัตว์ ดังนั้น การนำเปลือกมะม่วงซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการแปรรูปผลไม้มาผ่านการสกัดหยาบด้วยเอทานอลและใช้เป็นส่วนผสมในอาหารปลาตะเพียนขาว จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณภาพของอาหารปลาให้มีคุณสมบัติส่งเสริมสุขภาพและการเจริญเติบโต รวมถึงช่วยลดการใช้สารเคมีในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อีกทั้งยังเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้เกิดมูลค่าเพิ่มและลดปริมาณขยะอินทรีย์ในชุมชน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากเปลือกมะม่วงในอาหารต่อการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์จากอาหาร และอัตราการรอดของลูกปลาตะเพียนขาว ซึ่งผลการวิจัยจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาอาหาร

ปลาที่มีประสิทธิภาพสูง ปลอดภัย และสอดคล้องกับแนวทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืนในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมวัตถุดิบเปลือกมะม่วง และการสกัดหยาบเปลือกมะม่วง

เปลือกมะม่วงรวบรวมจากร้านขายผลไม้ ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นบดให้ละเอียดแล้วนำไปสกัดด้วยวิธีนำเปลือกมะม่วงแห้งที่ซึ่งได้สกัดโดย ethanol ที่มีความเข้มข้น 70% ในอัตราส่วนเปลือกมะม่วงอบแห้ง 1 กรัม/ เอทานอล 50 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิทและเขย่าทิ้งไว้ 7 วัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการสกัด และนำสารละลายที่สกัดได้กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำไประเหยด้วยเครื่องกลั่นลำดับส่วนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสตามวิธีการของ อภิชาติ ภาวนา และคณะ (2560) ได้สารสกัดเปลือกหยาบเปลือกมะม่วงเพื่อนำไปผสมกับอาหารปริมาณ 100 กรัม

การวางแผนการทดลอง

การศึกษาการเสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงในอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลาตะเพียนขาว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) โดยมี 4 ชุดการทดลอง (treatments) แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ (replications) ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูปไม่ผสมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วง (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2-4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงที่ระดับ 4, 8 และ 12% ตามลำดับ

การเตรียมอาหาร และการให้อาหาร

อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 32% โดยทุกชุดการทดลองชั่งอาหารปริมาณ 100 กรัม ผสมสารสกัดหยาบ

เปลือกมะม่วงที่ 4 ระดับ คือ 0, 4, 8 และ 12% ด้วยวิธีการฉีดพ่นบนอาหารเม็ดสำเร็จรูปให้ทั่วถึงจากนั้นเคลือบอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ผสมแล้วด้วยสารละลายคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้น 1 % (carboxy methyl cellulose 1%, CMC 1%) หลังจากการเคลือบแล้วนำไปผึ่งลมให้แห้ง ใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกแช่ตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส อาหารที่ผสมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงมีการเตรียมใหม่ทุก 7 วัน นำลูกปลาตะเพียนขาวขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 4.50 ± 0.02 กรัม/ตัว และความยาวเฉลี่ย 7.40 ± 0.13 เซนติเมตร/ตัว ใส่ตู้กระจกขนาดความจุ 70 ลิตร โดยแต่ละตู้จะใส่ลูกปลาตะเพียนขาว 10 ตัว/ตู้ ที่ความหนาแน่น 1 ตัว/น้ำ 7 ลิตร มีการให้อาการตลอดระยะเวลาการทดลอง ให้อาหารทดลองวันละ 2 ครั้ง ที่เวลา 9.00 น. และ 16.00 น. โดยสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของปลาแต่ละตู้กระจกว่าสามารถกินอาหารได้หมดโดยให้กินจนอิ่มระหว่างทำการทดลองทำการดูตะกอนก่อนให้อาหารมือเข้าจากนั้นเติมน้ำใส่ตู้กระจกเพื่อให้มีน้ำในตู้กระจกอยู่ในระดับเดิม ตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลาทุก ๆ 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยงดให้อาหาร 1 วัน ก่อนทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาว เพื่อวิเคราะห์หาอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอด

การวัดการเจริญเติบโต

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้วยการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปลาก่อนเริ่มทำการทดลอง และทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุก 1 สัปดาห์ ระหว่างทำการทดลองจะเก็บน้ำหนักรวมและวัดความยาวทุกตัวในแต่ละชุดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่กินเพื่อศึกษาความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ โดยแสดงการคำนวณการเจริญเติบโตดังนี้

$$\begin{aligned}
\text{ความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น (average daily length)} &= \text{ความยาวปลาเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{ความยาวปลาเฉลี่ยเริ่มต้น} \\
\text{น้ำหนักเพิ่มขึ้น (weight gain)} &= \text{น้ำหนักปลาสุดท้าย} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น} \\
\text{อัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วัน (average daily gain; ADG)} &= \frac{(\text{น้ำหนักปลาสุดท้าย} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาทดลอง (วัน)}} \\
\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate; SGR)} &= \frac{(\ln \text{น้ำหนักปลาสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาการทดลอง (วัน)}} \times 100 \\
\text{อัตราการรอด (survival rate)} &= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}} \\
\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio)} &= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่ม}}
\end{aligned}$$

วิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (อนันต์ชัย เชื้อนธรรม, 2549)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปลาตะเพียนขาว (table 1) ที่ได้รับอาหารที่เสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงที่ระดับต่างกัน คือ 0, 4, 8 และ 12% ระดับโปรตีน 32% เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ในส่วนอัตราการรอดของปลาตะเพียนขาวพบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) โดยปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เสริมด้วยสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงที่ระดับ 12% มีค่าอัตราการรอดสูงที่สุดคือ 96.66% ดังนั้นการเสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงในอาหารเม็ดสำเร็จรูปไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต แต่การเสริมสารสกัดในระดับที่สูงขึ้น มี

ส่วนช่วยให้อัตราการรอดของปลาตะเพียนขาวดีขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Lizárraga-Velázquez et al. (2019) ศึกษาสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัดจากเปลือกมะม่วงต่อการเจริญเติบโต และการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระในปลาหมอสี (*Danio rerio*) พบว่า การเสริมสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมะม่วงในอาหารไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลา แต่ช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในกล้ามเนื้อ และกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์คาทาเลส ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในการกำจัดอนุมูลอิสระที่สามารถลดความเครียดและการเกิดอนุมูลอิสระในตัวปลาได้ Omojowo et al. (2012) ศึกษาผลของเปลือกมะม่วงต่อประสิทธิภาพของการเจริญเติบโตของต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus*) พบว่าอาหาร iso-nitrogenous ในระดับที่ 25% มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดที่สุด Macusi et al. (2025) รายงานการศึกษาเปลือกมะม่วง (*Mangifera indica*) และเปลือกกล้วย (*Musa acuminata*) เป็นแหล่งอาหารทางเลือกและยั่งยืนสำหรับปลานิลแดง (*Oreochromis spp.*) พบว่าการใช้เปลือกมะม่วงและเปลือกกล้วยเป็นส่วนผสมในอาหารปลา ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ แต่กลับช่วยลดอัตราการตายของปลาได้ ซึ่งบ่งชี้ว่าเปลือกผลไม้เหล่านี้อาจมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สารประกอบฟีนอลิก

และสารต้านอนุมูลอิสระ ที่ช่วยเสริมความแข็งแรงของระบบภูมิคุ้มกันและลดความเครียดออกซิเดชันในปลา Outama et al. (2022) รายงานการศึกษาการปรับเปลี่ยนการเจริญเติบโต การตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน และการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันและสารต้านอนุมูลอิสระของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในระบบไบโอฟล็อก โดยใช้ผงเปลือกมะม่วง พบว่า การเสริมผงเปลือกมะม่วงในระดับ 25 กรัม/กิโลกรัมอาหาร สามารถเสริมการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันได้อย่างมีนัยสำคัญ แม้จะไม่พบผลต่อการเจริญเติบโตหรือการแสดงออกของยีนต้านอนุมูลอิสระ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ผงเปลือกมะม่วงมีศักยภาพในการใช้เป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ในการเพาะเลี้ยงปลานิลได้จากรายงานดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเปลือกมะม่วงเป็นเศษเหลือจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lizárraga-Velázquez et al. (2018) ศึกษาประสิทธิภาพของเปลือกมะม่วงต่อผลของสารต้านอนุมูลอิสระและการเกิดออกซิเดชันของไขมันในน้ำมันปลา พบว่า สารประกอบฟีนอลิกที่ละลายน้ำ จากเปลือกมะม่วงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับใกล้เคียงกับสารสังเคราะห์ BHT ในขณะที่ สารแคโรทีนอยด์ที่ละลายในไขมัน ออกฤทธิ์ในทางตรงข้ามโดยมีลักษณะเป็น prooxidant หรือกระตุ้นการเกิดออกซิเดชัน แสดงให้เห็นว่า เปลือกมะม่วงเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติที่มีศักยภาพสูง โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีบทบาทในการลดการเกิด Lipid peroxidation Kucuk et al. (2024) รายงานการศึกษาเปลือกมะม่วงเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม ที่มีสารประกอบที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เอนไซม์ และต้านจุลชีพ โดยพบว่า สารสกัดจากเปลือกมะม่วงแห้งที่ได้จากกระบวนการ Soxhlet มีปริมาณสารฟีนอลิกรวมสูงสุด 25.0 มก. GAE/g DW และปริมาณสารฟีนอลิก 8 ชนิดรวม 829.92 $\mu\text{g/g}$ DW ขณะที่การสกัดด้วยของไหลความดันสูง ให้ปริมาณโพรแอนโธไซยานินสูงสุด 0.4 mg/g DW และ

การสกัดแบบอัลตราโซนิคด้วยเอทานอล ให้กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงสุด 82.4% (DPPH) และโปรตีนรวม 2.95 mg/g DW นอกจากนี้สารสกัดจากเปลือกมะม่วงยังแสดงกิจกรรมเอนไซม์ที่โดดเด่น ได้แก่ โพลีฟีนอลออกซิเดส, ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (SOD) และไลเปส และมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียทั้ง แกรมลบ (*E. coli*, *P. aeruginosa*) และ แกรมบวก (*B. cereus*, *S. aureus*) ดังนั้นการใช้เปลือกมะม่วงที่เป็นเศษเหลือจากร้านผลไม้ และเศษเหลือจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารที่อุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะวิตามินซี วิตามินอี วิตามินอี แคโรทีนอยด์ ฟีนอลิก และโพลีฟีนอล ที่ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายสัตว์น้ำได้ รวมถึงยังสามารถนำมาใช้ผสม หรือเสริมในอาหารสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นส่วนช่วยลดต้นทุนของอาหาร และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในอาหารสัตว์น้ำได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

ปลาตะเพียนขาวที่ได้รับอาหารที่เสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงที่ระดับต่างกัน คือ 0, 4, 8 และ 12% พบว่า ความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอด ของปลาตะเพียนขาวที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงที่ระดับต่างกัน 4 ระดับไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีความใกล้เคียงกันทุกกลุ่มทดลอง ถึงผลการทดลองจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปลาตะเพียนขาวที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงในระดับ 12% มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูงกว่ากลุ่มอื่นเล็กน้อย โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ดังนั้น การเสริมสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงในอาหารปลาตะเพียนขาวสามารถใช้ได้ถึงระดับ 12% โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลา

Table 1 Growth performance of silver barb fish fed with experimental diets for 4 weeks. (Mean $\pm$ SD)

Growth performance	Mango peel extract levels in experimental diets (%)				
	0	4	8	12	P-value
Initial standard length (cm)	7.26 $\pm$ 0.13	7.20 $\pm$ 0.09	7.20 $\pm$ 0.11	7.26 $\pm$ 0.15	0.8152
Final standard length (cm)	8.12 $\pm$ 0.11	8.34 $\pm$ 0.24	8.40 $\pm$ 0.14	8.37 $\pm$ 0.30	0.4020
Average daily length (cm)	0.85 $\pm$ 0.10	1.10 $\pm$ 0.32	1.21 $\pm$ 0.10	1.10 $\pm$ 0.41	0.4644
Initial weight (g)	4.53 $\pm$ 0.04	4.54 $\pm$ 0.04	4.53 $\pm$ 0.03	4.52 $\pm$ 0.02	0.8977
Final weight (g)	6.72 $\pm$ 0.62	6.94 $\pm$ 0.38	7.06 $\pm$ 0.32	7.10 $\pm$ 0.53	0.7667
weight gain (g)	2.18 $\pm$ 0.66	2.40 $\pm$ 0.35	2.53 $\pm$ 0.30	2.58 $\pm$ 0.52	0.7574
Average daily gain (g/fish/day)	0.07 $\pm$ 0.02	0.08 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.02	0.7721
Specific growth rate (%/day)	1.39 $\pm$ 0.37	1.51 $\pm$ 0.17	1.58 $\pm$ 0.15	1.61 $\pm$ 0.26	0.7486
Feed conversion ratio (FCR)	4.58 $\pm$ 2.89	3.66 $\pm$ 1.26	2.92 $\pm$ 0.41	2.77 $\pm$ 0.30	0.5252
Survival rate (%)	80.00 $\pm$ 26.45	90 $\pm$ 0.00	86.66 $\pm$ 15.27	96.66 $\pm$ 5.77	0.6342

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณและเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (2564). สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2562. เอกสารฉบับที่ 2/2564. กองนโยบายและยุทธศาสตร์ พัฒนาการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

คณนา อาจสูงเนิน. (2559). การสำรวจรูปแบบการเพาะเลี้ยงปลาเชิงพาณิชย์ในหมู่บ้านปงหลวง อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารเกษตร*, 32(3), 409-419.

ครองจิต วรณวงศ์ และธัญนันท์ ฤทธิมณี. (2567). ผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกมะม่วงที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต. *วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร*. 2(1), 35-44.

ปฐวิทย์ ลอยพิมาย, ทิพวรรณ ผาสกุล และราตรี มงคลไทย. (2554). เปรียบเทียบพฤติกรรมการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมของเปลือกผลไม้. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 42(2), 385-388.

ไมตรี สุทธิจิตต์, สุพัตรา จันทรา และพิชัย ชูศรี. (2555). บทบาทของแคโรทีนอยด์ต่อระบบต้านอนุมูลอิสระและสุขภาพ. *วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 26(1), 1-12.

วัชรพล พรหมสุด และธนพร อัครพัฒนากุล. (2562). การศึกษาพฤติกรรมการต้านอนุมูลอิสระในสมุนไพรไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 38(6), 81-88.

สุปราณี ชินบุตร, เต็มดวง สมศิริ และพรเลิศ จันทร์ รัชกุล. (2543). ยาและสารเคมีเพื่อการป้องกันและ

- รักษาโรคสัตว์น้ำ. สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ
กรมประมง.
- อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. (2549). *วิธีการทางสถิติและวิเคราะห์ข้อมูล*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิชาติ ภาวนา, นงนุช เลหาวิสุทธิ์ และสมชาย หวังวิบูลย์
กิจ. (2560). ผลของสารสกัดจากใบชะครามใน
อาหารต่อการเติบโตและต้านทานเชื้อ *vibrio*
parahaemolyticus ในการอนุบาลกุ้งขาวแวนนา
ไม. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 35(3), 36-41.
- Kucuk, N., Primožič, M., Kotnik, P., Knez, Ž., &
Leitgeb, M. (2024). Mango peels as an
industrial by-product: A sustainable source
of compounds with antioxidant, enzymatic,
and antimicrobial activity. *Foods*, 13(4),
553.
<https://doi.org/10.3390/foods13040553>
- Lizárraga-Velázquez, C. E., Hernández, C., González-
Aguilar, G. A., & Heredia, J. B. (2019). Effect
of dietary intake of phenolic compounds
from mango peel extract on growth, lipid
peroxidation and antioxidant enzyme
activities in zebrafish (*Danio rerio*). *Latin
American Journal of Aquatic Research*,
47(4), 602–611.
- Lizárraga-Velázquez, C. E., Hernández, C., González-
Aguilar, G. A., & Heredia, J. B. (2018). Effect
of hydrophilic and lipophilic antioxidants
from mango peel (*Mangifera indica* L. cv.
Ataulfo) on lipid peroxidation in fish oil.
CyTA - Journal of Food, 16(1), 1095–1101.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1513425>
- Macusi, D. A. S., Macusi, E. D. & Jimenes, J. E. M.
(2025). Mango (*Mangifera indica*) and
Banana (*Musa acuminata*) Peelings as
Alternative and Sustainable Feeds for Red
Tilapia (*Oreochromis* spp.). *Egyptian
Journal of Aquatic Biology & Fisheries*,
29(5), 531-550.
- Omojowo, T. M., Omojowo, F. S., & Alatise, P. S.
(2012). Growth response and nutritional
evaluation of mango peel-based diets on
Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Fingerlings.
Article in Researcher, 2(6), 44–49.
- Outama, P., Le Xuan, C., Wannavijit, S., Lumsangkul,
C., Linh, N. V., Montha, N., Tongsir, S.,
Chitmanat, C., & Van Doan, H. (2022).
Modulation of growth, immune response,
and immune-antioxidant related gene
expression of Nile tilapia (*Oreochromis
niloticus*) reared under biofloc system
using mango peel powder. *Fish & Shellfish
Immunology*, 131, 1136–1143.
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.09.031>

Vanilla Production System and Agricultural Extension Needs of Farmers in Bali, Indonesia

Aripnanata^{1*} Supat Isarangkool Na Ayutthaya¹ and Sukanlaya Choenkwan²

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

² Department of Agricultural Extension and Development, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

Abstract

Vanilla production in Indonesia has consistently fluctuated, with a downward trend in recent years. This study aims to identify key issues in the vanilla production system and assess farmers' needs for agricultural extension services to improve cultivation sustainability. The study was conducted in Jembrana Regency, Bali, from July to September 2024, involving 93 farmers selected from a population of 1,322 using the Taro Yamane method. Data were collected through structured interviews and analyzed using descriptive statistics.

The results showed that 77.42% of farmers had never received extension visits, a concern because frequent contact with extension workers would strengthen cultivation practices and help farmers address issues such as low mean planting preparation scores, with the majority below 2.50 on a predetermined scale. The majority of farmers reported a lack of training in modern cultivation techniques. Most farmers relied on traditional practices for land preparation, maintenance, and post-harvest handling, resulting in low productivity and product quality. The most pressing needs identified were technical training, pest and disease control, and marketing support for value-added products, with the majority of needs scores above 2.49 and even exceeding 3.49, indicating a high level of needs. These findings underscore the importance of strengthening agricultural extension programs, with a focus on practical, market-oriented training, to enhance farmer capacity and improve the sustainability and competitiveness of vanilla production systems in Bali, Indonesia. These findings underscore the impact of socio-demographic factors on agricultural awareness and recommend curriculum enhancements incorporating hands-on agricultural experiences.

Keywords: vanilla farming, modern cultivation farming, agrotourism, economic

*Corresponding author: aipranatasp@gmail.com

Introduction

Indonesia, especially Bali, is one of the world's top vanilla producers. Indonesian vanilla, particularly from Bali, is recognized for its high quality and unique scent (Baharuddin et al., 2023). Vanilla is a valuable spice that requires specific cultivation techniques and careful post-harvest processing. Despite its global popularity in food, beverage, and cosmetic industries, natural vanilla accounts for less than 1% of the global market, creating persistent supply shortages and high prices. Most of Indonesia's vanilla is sold domestically and internationally as a raw commodity, leaving smallholder farmers to face significant production and marketing challenges (Wahyudi et al., 2021).

Vanilla cultivation contributes not only to farmers' income but also to local employment, biodiversity conservation, and the maintenance of agricultural traditions. Its high global price and increasing demand in the food, perfume, and pharmaceutical sectors make it a strategic export commodity. In Bali, the integration of vanilla farming with agrotourism has the potential to strengthen rural economies while maintaining environmental sustainability (Armenta-Montero et al., 2022; Watteyn et al., 2020).

However, despite these advantages, the productivity and quality of Indonesian vanilla remain below potential. Declining vanilla quality, stem rot disease, theft, and price fluctuations are among the main challenges faced by farmers (Wulandari, 2021). To maintain sustainability,

these risks must be mitigated through stronger stakeholder collaboration and institutional support. The central and regional governments, together with private actors, have initiated efforts such as training, capital assistance, and marketing facilitation to develop competitive vanilla products (Setiawan et al., 2023).

Research and professional extension services play a pivotal role in addressing such challenges. They serve as platforms for knowledge exchange and innovation, helping to enhance capacities at both personal and institutional levels (Longley et al., 2007; Kamara et al., 2021). Agricultural extension officers act as key intermediaries linking farmers with new technologies and practices. To be effective, they must possess adequate, updated, and contextual knowledge before educating and training farmers (Wulandari, 2015). However, many extension workers still lack specific information related to the technical and socio-economic problems of vanilla farming, which limits their ability to support farmers effectively.

Although Bali holds great potential to meet global demand for natural vanilla, especially as global industry preferences shift from synthetic to natural sources, there is limited empirical research on the specific extension needs of vanilla farmers in this region. Previous studies have highlighted vanilla's economic value and market prospects (Dewi & Marhaeni, 2018), yet little is known about how extension services can be tailored to address farmers' real constraints in cultivation, disease management,

and post-harvest practices. This gap has resulted in fragmented support systems and underutilized potential. Understanding farmers' extension needs is therefore crucial to improving productivity and product quality, while fostering sustainable and environmentally friendly practices. Identifying these needs will also strengthen the accountability and effectiveness of private and public extension systems (Martin, 2023). Moreover, such findings can inform government strategies to enhance farmer empowerment and support the development of agrotourism-based vanilla industries in Bali.

Therefore, this study aims to identify and analyze the specific extension needs of vanilla farmers in Bali. By doing so, it seeks to provide evidence-based insights for improving extension programs, increasing farmer capacity, and promoting sustainable vanilla production that benefits both the local economy and the broader agricultural sector.

Research Methodology

Population and Samples

This research was conducted in Jembrana District, Bali, Indonesia, from July to September 2024. The basis for choosing Jembrana as the research location was that Jembrana is the area with the largest population of vanilla farmers in Bali. There are 1,322 farmers in the Jembrana District. The method used was simple random sampling, with the sample size determined using the Taro Yamane formula, with a tolerance level of 10% (Yamane, 1973). The number of respondents selected was 93 farmers.

Data Collection Methodology

The data collection technique used structured interviews with a questionnaire as the research instrument, with the Likert scale. Several questions were presented that contain the required knowledge about the things used in vanilla production, the format or method of promotion that should be carried out, the needs that farmers have in receiving agricultural extension services from institutions, and suggestions that farmers can be given for developing vanilla production. Other questions include an assessment of good planting practices in vanilla production systems.

This research was analyzed using a quantitative approach. Descriptive statistics were used to describe the characteristics of respondents and the variables of this research. Frequency distribution and summary statistics used mean, percentage, and standard deviation values. Respondent characteristics include gender, age, education, and agricultural problems that are often experienced by farmers, as well as measuring the information needed for agricultural extension.

Data Analysis

Data processing involved handling all information collected from respondents. This included conducting a thorough examination of the data and organizing it into Microsoft Excel. SPSS software measures validity with a significance value (Sig) of less than 0.05. In terms of reliability, the livelihood variable has a Cronbach's alpha of 0.8, the production system variable has a Cronbach's alpha of 0.7, and the agriculture extension needs variable has a Cronbach's alpha of 0.9. The results of this data processing were carefully examined and

explained to provide insight into the research findings.

The mean score (M) represents the assessment of variables related to extension needs such as knowledge, promotion, and extension services, as well as production systems, including preparation, planting, maintenance, harvesting, and post-harvest. Each variable is

scored on a scale of 1–5, with scores closer to 1 indicating a lower level of extension need and something that is never done for the production system, and scores closer to 5 indicating a higher level of need and something that is always done for the production system. The scoring system is summarized in Table 1

Table 1 Assessment scale on agricultural extension service needs and vanilla production system for good practice assessment

Agriculture Extension Needs		Vanilla Production System	
Average Score	Information	Average Score	Interpretation
4.50-5.00	Highest	4.50-5.00	Very often
3.50-4.49	High	3.50-4.49	Often
2.50-3.49	Moderate	2.50-3.49	Moderate
1.50-2.49	Low	1.50-2.49	Seldom
1.00-1.49	Lowest	1.00-1.49	Never

Results and Discussion

1 Socio-Economic Characteristics of Respondents

The majority of respondents were men (97.85%), as shown in Table 2, indicating that men are more involved in vanilla production than women in the area. Most farmers belong to older age groups, suggesting that generational renewal in vanilla cultivation remains limited. Older farmers often have greater farming experience but tend to adopt new practices more slowly, highlighting the need for targeted extension strategies that consider age-related learning

preferences. At the same time, the subsistence level of many farmers limits profit potential. Apart from vanilla farming, respondents also earn income from other sectors such as other crops, craftsmanship, livestock, business, and government services. This diversification helps sustain livelihoods but may reduce the time and investment farmers dedicate to vanilla production. Similar findings were reported by Minyiwab et al. (2024) and UNDP (2017), who noted that smallholders often rely on multiple income sources rather than a single agricultural activity.

Table 2 Distribution of respondents according to socio-economic characteristics (N=93)

Socio-economic characteristics	Frequency	Percentage (%)	Mean (M)
Sex			
Male	91	97.85	
Female	2	2.15	
Age (years)			
17-25	0	0	
26-45	17	18.28	53
46-65	76	81.72	
Level of education			
Not attending school	0	0	
Primary school	22	23.66	
Junior high school	19	20.43	
Senior high school	49	52.69	
University/College	3	3.23	
Vanilla farming is a major occupation			
No	62	66.67	
Yes	31	33.33	
Other occupations apart from Vanilla farming			
Civil service	16	17.20	
Artisan	15	16.13	
Craftsman	15	16.13	
Entrepreneur/Business	33	35.48	
Livestock	17	18.28	
Other farming	75	80.65	
The scale of farming (ha)			
Large scale (>1)	11	11.83	
Moderate scale (0.51-1)	17	18.28	
Small Scale (<0.51)	65	69.89	

About 66.67% of respondents were part-time farmers, while 69.89% were small-scale producers cultivating less than 0.5 ha of land. This aligns with national data showing a continued decline in Indonesia's vanilla production area (FAO, 2023) and reduced farmland in Bali. The limited landholding size constrains production

capacity and investment in improved technologies, emphasizing the importance of extension programs that promote efficient, low-cost management practices suited for small-scale systems.

In this study, vanilla farms were categorized as small (≤ 0.50 ha), medium (0.51–1.00 ha), and

large (>1.00 ha). Assuming a 2-meter spacing, 1 ha can accommodate about 2,500 vanilla plants. Profits from vanilla production at 1 ha can be quite promising; however, plots below 0.5 ha rarely yield significant profit because not all plants survive. This outcome relates to optimal light and air access needed for plant development at 1–3 m spacing between trees (Hänke et al., 2018).

2 Production System

2.1 Preparation

Table 3 shows that vanilla cultivation in Bali combines traditional and modern practices, with farmers favoring techniques that are familiar and easy to implement. The use of fertile, disease-free land and generative seeds remains uncommon, even though these practices are crucial for plant health. Farmers tend to avoid generative seeds because of biological and economic constraints, preferring vegetative cuttings that are more reliable and commercially efficient. This approach, also practiced in Madagascar and other producing regions, helps accelerate the harvesting period, an important advantage for smallholders (Bory et al., 2008; Medina et al., 2009). However, inadequate soil preparation and poor sanitation often expose cuttings to fungal pathogens such as *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* (vanilla stem rot). This condition suppresses productivity and shortens the economic lifespan of vanilla plantations, reflecting similar challenges found in regions with weak disease management systems.

2.2 Planting

Table 3 shows that vanilla farmers generally apply techniques related to planting timing and the preparation of support crops. Planting support crops several months before the rainy season and planting vanilla at the beginning of the rainy season are common practices to ensure optimal growth and water availability for the roots. However, soil management practices such as mulching remain rarely adopted, even though mulching is proven to maintain soil moisture, prevent erosion, and improve fertility. The low adoption of mulching among vanilla farmers stems from a conflict between agronomic needs and socio-economic risks, a pattern also observed in Madagascar. Farmers often practice calculated underinvestment, as high vanilla prices increase theft risk, visible investments such as thick mulch layers are avoided to keep plots inconspicuous (Hänke et al., 2018). This neglect exacerbates key technical problems because organic mulch recommended before and after the rainy season is crucial for stimulating actinomycetes, natural antagonists of the soil-borne pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* (vanilla stem rot) (Munshi & Kramer, 2020). Consequently, weak soil management sustains the high prevalence of this disease, directly contributing to Indonesia's persistent vanilla yield gap.

2.3 Maintenance

Table 3 shows that vanilla farmers generally perform moderate plant maintenance, including wrapping stems, weeding, pruning, managing drainage, pollinating, and protecting against pests. These practices are essential for healthy growth and good yields. However, organic

and chemical fertilization and mulching are rarely used, indicating that soil fertility and moisture management are not yet a priority. Overall, even

with basic maintenance, increased fertilizer and mulch use can improve vanilla crop quality and productivity.

Table 3 Assessment of farmers for vanilla cultivation

The process for vanilla cultivation	Mean±SD	Interpretation
Preparation		
1. Prepare land that is fertile and free from plant disease	2.33±0.88	Seldom
2. Preparing quality generative vanilla seeds	1.74±1.12	Seldom
3. Preparing quality vegetative vanilla seeds	3.88±1.08	Often
4. Using concentrations of root growth regulatory materials	1.66±0.97	Seldom
5. Using climbing plants to grow vanilla vines	4.32±1.02	Often
6. Using non-plant climbing media to grow vanilla vines	1.85±1.10	Seldom
7. Use a greenhouse	1.78±1.02	Seldom
Planting		
1. Plant climbing trees six months before the rainy season	4.21±1.22	Often
2. Planting vanilla early in the rainy season	4.16±1.22	Often
3. Plant vanilla plants with sufficient mulch	1.98±1.28	Seldom
Maintenance		
1. Twisting tendrils with a length of at least 1.5-2 m	3.17±0.77	Moderate
2. Apply mulch or soil to the bottom of the vanilla stem after turning it	2.81±0.69	Moderate
3. Carry out the scheduled wedding	2.97±1.45	Moderate
4. Fertilize using organic fertilizer	2.26±1.48	Seldom
5. Fertilize using chemical fertilizer	1.60±0.91	Seldom
6. Regularly provide mulch	1.77±1.02	Seldom
7. Carry out regular pruning	2.95±1.54	Moderate
8. Make drainage	2.69±1.37	Moderate
9. Successfully pollinate well and correctly	3.06±0.92	Moderate
10. Able to protect vanilla plants from pest and disease attacks	3.06±0.88	Moderate
Harvest and post-harvest		
1. Harvest within 8-9 months after pollination	2.95±0.89	Moderate
2. Know the characteristics of vanilla fruit that is ready to harvest	4.15±1.14	Often
3. Able to process green vanilla fruit into black	1.95±0.97	Seldom

The process for vanilla cultivation	Mean±SD	Interpretation
vanilla		
4. Selling green vanilla	4.53±0.87	Very often
5. Selling black vanilla	2.56±1.06	Moderate
6. Selling vanilla to collectors	4.35±0.98	Often
7. Selling vanilla direct to customers	2.30±0.88	Seldom
8. Exporting vanilla	1.08±0.28	Never

2.4 Harvest and Post-Harvest

Balinese vanilla farmers generally harvest several months after pollination and can identify mature pods, yet most still sell their produce as green vanilla. Processing into black vanilla remains rare due to limited technical skills and the labor-intensive nature of curing, which requires long drying periods and precise chemical handling. Economic pressures, particularly the immediate need for cash, drive farmers to sell unprocessed vanilla at lower prices rather than wait for delayed returns. The high market value of vanilla also heightens theft risks, discouraging farmers from allowing pods to fully ripen or investing in curing facilities. In addition, the absence of communal processing centers and labor constraints, especially among female-headed households, further reinforces dependence on collectors, who provide capital, security, and access to markets. These conditions collectively explain why green vanilla sales dominate, while direct marketing and export opportunities remain limited (Dhillon and Moncur, 2023; Ravier et al., 2024; Afriana & Khoiruman, 2025).

3 The Farmer Needs of Extension

3.1 Extension Contacts with Vanilla Farmers

Table 4 shows that 77.42% of respondents had no extension contact in the past year, reflecting a severe communication gap in Indonesia's agricultural extension system. The limited and irregular contact often occurring only once every 19 months or more restricts farmers' access to essential information on vanilla cultivation and marketing, even though the crop requires precise seasonal technical interventions. This low contact frequency stems from structural barriers, particularly a high farmer-to-extension ratio that limits field mobility and time allocation. As a result, critical knowledge gaps persist in time-sensitive practices such as vanilla flower pollination, which is receptive for only a short period, and proper pruning techniques are essential for flowering (Rokhani et al., 2021; Nyamweru et al., 2024). Sporadic contact also disrupts the persuasion and confirmation stages in the Diffusion of Innovation theory, hindering sustained adoption of complex practices. Therefore, strengthening change agents' competencies and prioritizing direct field visits and demonstration plots are crucial for effective and experience-based knowledge transfer, especially where digital outreach remains constrained by infrastructure and data costs (Dearing, 2009).

Table 4 Distribution of respondents according to socio-economic characteristics

Variables	Frequency	Percentage (%)	Mean (M)
Extension contact (n=93)			
No	72	77.42	
Yes	21	22.58	
Reception of useful information (n=21)			
No	0	0	
Yes	21	100	
Frequency of reception (n=21)			
Once every 1-6 months	4	19.05	
Once every 7-12 months	6	28.57	
Once every 13-18 months	3	14.29	5.25
Once every 19 months or above	8	38.10	
Specific areas farmers received extension services (n=21)			
Management practices	21	100	
Planting and post-planting techniques	21	100	
Sourcing appropriate marketing channel	21	100	

3.2 Knowledge Needs for Farmers

Despite limited consulting services, some farmers seek advice through informal networks, though the information obtained is often inaccurate and can lead to ineffective innovations (Koutsouris and Zarokosta, 2022). Therefore, agricultural extension services are essential to provide farmers with accurate and sustainable knowledge. Recognizing farmers' local knowledge alongside researchers' expertise supports more interactive agricultural models (Cruz et al., 2022). As shown in Table 5, farmers generally need adequate knowledge for sustainable vanilla farming, with only the indicator of water provision scoring low (2.44). This supports the need for continuous extension services to ensure reliable information and adaptability to future challenges

3.3 Promotion Needs for Farmers

Dynamic price changes and promotions can have long-term impacts, as repeated discounts lower the reference price and discourage consumers from purchasing at the regular price (Kim et al., 2018). Promotion is an important strategy for attracting customers and facilitating the sale of agricultural products (Mishra et al., 2024). Promotion can be conducted in person, in groups, or through mass media; farmers tend to prefer personal promotions, while group promotions allow for the exchange of ideas and collaborative learning (Hailemichael and Haug, 2020). Mass media, particularly government and social media, are effective in building brands and increasing revenue, although radio usage is declining (Hoken and Su, 2018; Laradi et al., 2023). Without effective marketing,

farmers' bargaining power weakens, necessitating the improvement of marketing systems, including e-marketing, to increase income (Setiadi et al., 2020; Al Zarliani et al., 2023). Overall, various forms of promotion are essential for farmers to increase agricultural productivity.

Effective promotion is crucial for connecting farmers with markets and strengthening their bargaining power. While direct and group-based promotion remain crucial for sharing cultivation knowledge, social media has become an increasingly powerful tool for marketing vanilla products. Through digital platforms, farmers can expand market access, build brand identity, and attract premium buyers. Therefore, combining traditional extension approaches with digital promotion can increase the visibility and competitiveness of the Balinese vanilla sector.

Information from extension services is frequently hampered by farmers' low level of literacy and their lack of time for the quantity and complexity of the courses given (Nazarzadehzare & Dorrani, 2012). However, with comprehensive management of the time and knowledge needed by farmers, providing agricultural training will be easier (Elliott-Engel, 2024). Promotional services from agricultural extension workers held in groups or individually will certainly have several obstacles. One additional promotion that is currently effective, according to Laradi et al. (2023), is a social media promotion. Other research reveals that social media is very effective in influencing sales and services (Kalra et al.,

2023). Apart from being the main thing that farmers need, other promotional media fulfill moderate needs that farmers still want to need because they are inseparable in terms of complementing each other.

Conclusion

Vanilla production in Bali has been declining due to challenges in the production system, limited farmer knowledge, inadequate post-harvest marketing, and irregular extension contact. Farmers demonstrate moderate to high needs for support in technical knowledge, marketing facilitation, and regular extension services, yet current extension practices remain sporadic and insufficient for addressing time-sensitive and labor-intensive tasks critical to productivity. To improve outcomes, extension programs should prioritize structured and continuous training on practical activities such as planting methods, pollination, pruning, and post-harvest handling. In addition, facilitating access to marketing channels and promotional media can help farmers achieve competitive pricing and reduce dependence on intermediaries. Local governments and extension offices are encouraged to strengthen field visits, demonstration plots, and targeted capacity-building initiatives, which collectively can enhance both vanilla productivity and farmer welfare, ultimately contributing positively to Bali's agricultural sector and regional economy.

Table 5 Identified extension needs of vanilla farmers

Extension needs in vanilla farming	Mean±SD	Information
Knowledge		
1. Soil preparation	3.47±0.68	Moderate
2. Selection of varieties to be planted	3.77±0.57	High
3. How to plant	3.44±0.80	Moderate
4. The process of multiplying plants	3.43±0.61	Moderate
5. Planting cuttings seeds	4.11±0.58	High
6. Pruning climbing plants	4.30±0.46	High
7. Pruning vanilla plants	4.29±0.46	High
8. The good and correct way to twist the tendrils	4.01±0.50	High
9. The good and correct way to pollinate	3.90±0.63	High
10. Determining fruit that is ready to be harvested	3.40±0.72	Moderate
11. Prevention and eradication of disease	3.80±0.95	High
12. Prevention and eradication of pests	3.60±0.92	High
13. Weed prevention and eradication	3.82±0.78	High
14. Use of chemical fertilizers	2.57±0.88	Moderate
15. Giving water	2.44±0.83	Low
16. How to store harvested vanilla pods	2.74±0.94	Moderate
17. How to wither and ferment harvested vanilla fruit	2.73±1.07	Moderate
18. How to choose packaging and package black beans vanilla	2.65±1.13	Moderate
19. Distribution channel	3.40±1.34	Moderate
20. Marketing news source	3.37±1.39	Moderate
21. Credit sources	3±1.17	Moderate
Promotion needs for farmers		
<i>Individual promotion</i>		
1. Visit and provide advice in the area	3.32±1.15	Moderate
2. Using services and broadcast centers	3.43±0.71	Moderate
3. Transmitted through agricultural figures in the community	3.35±0.56	Moderate
<i>Group promotion</i>		
4. Training	3.88±1.14	High
5. Field visit to see the work	3.81±1.12	High
6. Organize all farmer groups in the area	3.60±1.03	High
7. Providing advice to farming units in the region	3.42±1.09	Moderate
<i>Promotion through mass media</i>		
8. On television	3.32±0.78	Moderate
9. On Radio	2.77±0.94	Moderate

Extension needs in vanilla farming	Mean±SD	Information
10. On the government website	3.46±0.72	Moderate
11. On social media	3.68±0.92	High
12. Academic articles	3.19±1.07	Moderate

Recommendations

This research recommends targeted extension programs addressing key needs of vanilla farmers, including cultivation techniques, pest control, and post-harvest management.

For Extension Workers: Conduct regular field visits, farmer field schools, and demonstration plots for practical training.

For Government and Institutions: Develop training modules, allocate budgets for extension, and improve market access.

For Farmer Groups: Encourage collective processing and shared marketing to increase efficiency and bargaining power.

For Researchers: Focus on simple curing technologies and effective disease management strategies.

Additionally, continuous training supported by mobile applications can update farmers' knowledge, while regular monitoring and evaluation ensure program effectiveness. Implementation may be influenced by local conditions, limited resources, and the study's constraints, including sample size, research duration, and secondary data availability.

Ethical Approval

This research was approved by the Human Research Ethics Committee of Khon Kaen University, HE673178, and by the Ethics Research

Committee of State University of Malang, 2.4.5/UN32.14.2.8/LT/2024.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest was reported by the authors.

Acknowledgment

This work comes from the hard and smart work of various parties, including my advisor and my co-advisor, who always provide input, ideas, and direction. This article is also one of the requirements for a master's graduation, and thanks also to Khon Kaen University and the Faculty of Agriculture for providing the ASEAN & GMS Scholarship to the first author.

References

- Afriana, L., & Khoiruman, A. M. (2025). Perbanyakan Tanaman Vanili (*Vanilla Planifolia*) secara Konvensional dengan Variasi Waktu Perendaman Auksin (*Rootone-F*). *Jurnal Agrokompleks Tolis*, 5(2), 138-143.
<https://doi.org/10.56630/jago.v5i2.793>
- Al Zarliani, W. O., Muzuna, & Sugianto, S. (2023). Behavior and marketing analysis of pepper (*Piper nigrum* L.): A comparative study of farmers, trading districts and

- retailers in southeast sulawesi, Indonesia. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 38(1), 14-25.
<https://doi.org/10.20961/carakatani.v38i1.59193>
- Armenta-Montero, S., Menchaca-García, R., Pérez-Silva, A., & Velázquez-Rosas, N. (2022). Changes in the potential distribution of *Vanilla planifolia* Andrews under different climate change projections in Mexico. *Sustainability*, 14(5), 1-13.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14052881>
- Baharuddin, A., Dzaki, M., Erlangga, R., & Ernah, D. (2023). Kajian potensi komoditas vanilla Indonesia di pasar internasional. *Prosiding Hasil Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian*, 2(2023), 108-121.
- Bory, S., Lubinsky, P., Risterucci, A., Noyer, J., Grisoni, M., Duval, M., & Besse, P. (2008). Patterns of introduction and diversification of *Vanilla planifolia* (Orchidaceae) in Reunion Island (Indian Ocean). *American Journal of Botany*, 95(7), 805-815.
<https://doi.org/10.3732/ajb.2007332>
- Cruz, J. L., Albisu, L. M., Zamorano, J. P., & Sayadi, S. (2022). Agricultural interactive knowledge models: researchers' perceptions about farmers' knowledges and information sources in Spain. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 28(3), 325-340.
<https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.1932537>
- Dearing, J. W. (2009). Applying diffusion of innovation theory to intervention development. *Research on Social Work Practice*, 19(5), 503-518.
<https://doi.org/10.1177/1049731509335569>
- Dewi, N. M. K., & Marhaeni, A. A. I. N. (2018). Factors affecting vanilla farm productivity in Bali. *Quantitative Economics Research*, 1(1), 32-38.
- Dhillon, R., & Moncur, Q. (2023). Small-scale farming: A review of challenges and potential opportunities offered by technological advancements. *Sustainability*, 15(21), 15478.
<https://doi.org/10.3390/su152115478>
- Elliott-Engel, J. (2024). A writing retreat for extension professional development capacity building: A case study of arizona cooperative extension's 4-H youth development program. *Journal of Extension*, 62(1).
<https://doi.org/10.34068/joe.62.01.10>
- FAO. (2023). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations
<https://www.fao.org/faostat/en/#compare>
- Hailemichael, S., & Haug, R. (2020). The use and abuse of the 'model farmer' approach in agricultural extension in Ethiopia. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 26(5), 465-484.
<https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1757475>
- Hänke, H., Barkmann, J., Blum, L., Franke, Y., Martin, D. A., Niens, J., Osen, K., Uruena, V., Witherspoon, S. A., & Wurz, A. (2018). *Socio-economic, land use and value chain perspectives on vanilla farming in the SAVA Region (north-eastern*

- Madagascar): The Diversity Turn Baseline Study (DTBS)*. Department of Agricultural Economics and Rural Development, University of Goettingen.
- Hoken, H., & Su, Q. (2018). Measuring the effect of agricultural cooperatives on household income: Case study of a rice-producing cooperative in China. *Agribusiness*, 34(4), 831-846. <https://doi.org/10.1002/agr.21554>
- Kalra, A., Itani, O. S., & Rostami, A. (2023). Can salespeople use social media to enhance brand awareness and sales performance? The role of manager empowerment and creativity. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 38(8), 1738-1753. <https://doi.org/10.1108/JBIM-01-2022-0056>
- Kamara, L. I., Van Hulst, F., & Dorward, P. (2021). Using improved understanding of research and extension professionals' attitudes and beliefs to inform design of AIS approaches. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 27(2), 175-192. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1828114>
- Kim, H., Zansler, M., & House, L. A. (2018). Retail promotion with price cut and the imperfect price responses of orange juice demand in the U.S. *Agribusiness*, 34(2), 363-376. <https://doi.org/10.1002/agr.21523>
- Koutsouris, A., & Zarokosta, E. (2022). Farmers' networks and the quest for reliable advice: Innovating in Greece. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 28(5), 625-651. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.2012215>
- Laradi, S., Berber, N., Rehman, H. M., Hossain, M. B., Hiew, L., & Illés, C. B. (2023). Unlocking the power of social media marketing: Investigating the role of posting, interaction, and monitoring capabilities in building brand equity. *Cogent Business & Management*, 10(3), 2273601. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2273601>
- Longley, C., Christoplos, I., Slaymaker, T. & Meseka, S. (2007). *Rural recovery in fragile states: Agricultural Support in Countries Emerging from Conflict*. Overseas Development Institute. <https://media.odi.org/documents/10.pdf>
- Martin, R. (2023). Reconsidering home or farm visits extension method for improving impact of agricultural extension in Tanzania. *Journal of Agricultural Extension*, 27(4), 41-52. <https://doi.org/10.4314/jae.v27i4.5>
- Medina, J. D. L. C., Jiménez, G. C. R. & Garcia, H. S. (2009). *Vanilla: Post-harvest Operations*. FAO. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendium_-_Vanilla.pdf
- Minyiwab, A. D., Mengistu, Y. A., & Tefera, T. D. (2024). The effect of livelihood diversification on food security: evidence from Ethiopia. *Cogent Economics and Finance*, 12(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/23322039.2024.2345304>
- Mishra, M., Kushwaha, R., & Gupta, N. (2024). Impact of sales promotion on consumer

- buying behavior in the apparel industry. *Cogent Business and Management*, 11(1), 2310552.
<https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2310552>
- Munshi, E., & Kramer, R. (2020). *Framework for sustainable vanilla cultivation in Madagascar*. Duke University.
- Nazarzadehzare, M., & Dorrani, K. (2012). Study obstacles and problems of agriculture extension training courses from extension workers points of view participating in the extension training courses dezful city. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 5707-5713.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.502>
- Nyamweru, J. C., Ndayitwayeko, W. M., Kessler, A., & Biemans, H. (2024). Fostering sustainable agriculture in Burundi: Which competencies for change-agents should vocational agriculture education prioritize? *Journal of Agricultural Education and Extension*, 30(3), 341-361.
<https://doi.org/10.1080/1389224X.2023.2205395>
- Ravier, A., Chalut, P., Belarbi, S., Santerre, C., Vallet, N., & Nhouchi, Z. (2024). Impact of the post-harvest period on the chemical and sensorial properties of *planifolia* and *pompona* Vanillas. *Molecules*, 29(4), 839.
<https://doi.org/10.3390/molecules29040839>
- Rokhani, R., Asrofi, A., Adi, A. H., Khasan, A. F., & Rondhi, M. (2021). The effect of agricultural extension access on the performance of smallholder sugarcane farmers in Indonesia. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 7(2), 142-159.
<https://doi.org/10.18196/AGRARIS.V7I2.11224>
- Setiadi, A., Santoso, S. I., Nurfadillah, S., Prayoga, K., & Prasetyo, E. (2020). Production and marketing system of kampung chicken in Batang Regency, Central Java, Indonesia. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 35(2), 326-336.
<https://doi.org/10.20961/carakatani.v35i2.40907>
- Setiawan, D., Setiawan, I., & Wulandari, E. (2023). Keberlanjutan agribisnis vanili di Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 21(1), 97-110.
<https://doi.org/10.21082/akp.v21i1.97-110>
- UNDP. (2017). *Guidance note: application of the sustainable livelihoods framework in development projects*. United Nations Development Programme (UNDP).
- Wahyudi, A., Sujianto, S., & Kurniasari, I. (2021). Strategy for developing Indonesian vanilla products to improve the added value. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 892(1), 012042.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/892/1/012042>
- Watteyn, C., Fremout, T., Karremans, A. P., Huarcaya, R. P., Azofeifa Bolaños, J. B., Reubens, B., & Muys, B. (2020). Vanilla distribution modeling for conservation and sustainable cultivation in a joint land sparing/sharing concept. *Ecosphere*, 11(3), 1-18.
<https://doi.org/10.1002/ecs2.3056>

- Wulandari, R. (2015). Information needs and source information of agricultural extension workers in DIY. *AGRARIS. Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 1(2), 85-87. <https://doi.org/10.18196/agr.1212>
- Wulandari, S. (2021). Investment risk management for vanilla agribusiness development in Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 232, 1-9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123202022>
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis* (3rd ed.). Harper and Row.

Beyond Awareness: Using Generative Artificial Intelligence (AI) to Bridge the Career Interest Gap in Agricultural Education—A Conceptual Framework Based on a Systematic Scoping Review

Lancer P. Agravante^{1*}

¹Pangasinan State University–Open University Systems, Lingayen Pangasinan, Philippines, 2401

Abstract

This study aimed to: (1) explore how generative artificial intelligence (AI) can be leveraged to create engaging educational content that modernizes the image of agriculture, and (2) identify narrative-based strategies to reframe student perceptions of the field from a traditional practice to a high-tech “Agri-Tech” sector. A systematic scoping review was conducted, synthesizing foundational literature to establish a robust proof-of-concept. The analysis highlights a critical perception gap, reflecting trends in the Thai context, such as a documented 90% lack of career interest among students at Benchama Maharat School despite moderate awareness. Generative AI was characterized as a pedagogical tool capable of producing personalized learning pathways and immersive simulations. Thematic analysis underscored Narrative Transportation Theory as a key persuasive framework for shifting beliefs by reducing counterargument and fostering emotional engagement. Synthesizing these insights, the study proposes a conceptual framework that positions generative AI as a “machine of narrative transportation,” capable of immersing students in authentic Agri-Tech case studies. These findings support a transformative model for agricultural education and recommend the implementation of pilot programs, curriculum reform, and strategic policy support.

Keywords: Generative AI, Education, Narrative Transportation, Bridge the Career Interest Gap, Agri-Tech Perception, Youth Engagement

*Corresponding author: agравantelancerp@gmail.com

Introduction

A critical challenge shaping the trajectory of global food security is the widening gap between agricultural awareness and career interest among youth populations. Recent data indicate a troubling paradox: although students exhibit moderate familiarity with agricultural principles, a vast majority report no intention of pursuing a career in the sector. This pattern is localized in studies like that at Benchama Maharat School, Thailand (Agravante and Yap, 2025), where over 90 percent of students report no intention of entering the field. It must be clarified that while this institution provides critical data on student disinterest, the application of Generative AI is a proposed intervention designed to address this specific gap, rather than an existing practice currently implemented at the school. The prevailing challenge is not a cognitive deficit or a lack of exposure, but a persistent perception crisis wherein the field is viewed as professionally unappealing.

This perception is reinforced by dominant societal narratives that depict agriculture as outdated, physically demanding, and economically limited, especially when contrasted with more prestigious disciplines such as technology, business, engineering, and medicine (Esters, 2007; Henning et al., 2022). Henning et al. (2022), in a South African case study, confirmed that even well-informed students tend to maintain low aspirations for agricultural careers, largely due to the influence of negative stereotypes and restricted exposure to innovation. These narratives are further

exacerbated by structural constraints such as restricted access to land, limited financial resources, and heightened risk aversion among young people, factors documented consistently in both global and regional scholarship (Bezu and Holden, 2014; Heifer International, 2021; Njeru et al., 2015). Specific to the Thai context, programs attempting to create "New Farmers" often face significant hurdles related to these structural barriers and the need for modernized support systems (Kaewkhata, 2025; Tikum and Ahmad, 2024). The cumulative effect of these conditions is a declining interest in agricultural professions, even among informed students, resulting in a societal vulnerability as talent shifts away from a sector critical to sustainable development (Agravante and Yap, 2025).

The emergence of generative artificial intelligence (AI) offers a novel opportunity to revitalize agricultural education and shift prevailing perceptions of the field (Baidoo-Anu and Owusu Ansah, 2023). Unlike traditional methods, generative AI has the capacity to produce original text, visual media, and interactive simulations that reposition agriculture as a technologically advanced domain. By facilitating engaging, contextually relevant, and individualized learning experiences, AI-based systems can align agricultural education with SDG 4 (Quality Education) and SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure), directly addressing the perception barriers that hinder progress toward SDG 2 (Zero Hunger) (United Nations General Assembly, 2015).

Guided by this framing, the study investigates the intersection of generative AI and narrative strategy as a means to reorient youth perceptions of agriculture. To address these challenges, the research is guided by two core questions:

- 1) In what ways can generative AI be utilized to design educational content that is engaging, modernized, and reflective of the scientific and technological dimensions of agriculture?
- 2) What narrative and communication strategies, grounded in educational and marketing literature, can effectively reposition agriculture as a cutting-edge and innovation-driven "Agri-Tech" sector among youth audiences?

Research Methodology

This study employed a systematic scoping review design, a form of qualitative secondary data analysis, to synthesize existing knowledge and establish a foundational proof-of-concept. Unlike a traditional systematic review, which often aggregates quantitative outcomes, a scoping review is designed to map key concepts within a research area and clarify working definitions, making it the appropriate methodology for examining the nascent and rapidly evolving intersection of Generative AI and agricultural perception (Techasermwattanakul and Suwannattachote, 2025).

Data Collection and Selection

The data collection process employed an AI-assisted discovery strategy to identify potential sources within academic databases, specifically Google Scholar and ERIC. This approach utilized AI algorithms to scan for semantic relevance across broad keyword sets. Following this initial retrieval, every AI-suggested reference underwent manual verification and full-text review by the researcher. This human-in-the-loop validation process ensured that all included sources met the study's inclusion criteria for accuracy, academic rigor, and thematic relevance, thereby mitigating the risk of AI hallucination or irrelevance. Targeted searches of institutional websites (FAO, World Bank, ETDA) were also conducted manually to supplement the academic literature.

It is acknowledged that this review utilized a targeted search strategy focused on Google Scholar and ERIC, rather than a comprehensive search of subscription-based indexes like Scopus or Web of Science. This decision aligns with the foundational and scoping nature of the study, which aims to establish a theoretical proof-of-concept rather than an exhaustive bibliometric analysis.

Search terms included combinations of keywords such as "generative AI," "educational technology," "student engagement," "agricultural education," "youth perception," "Agri-Tech," "narrative marketing," and "Gen Z." Inclusion criteria prioritized peer-reviewed journal articles, high-impact conference proceedings, and official reports

published within the last decade. A total of thirty high-quality sources were selected for final analysis.

Data Analysis

The data were synthesized using a thematic analysis approach. Key concepts were extracted and coded thematically to identify recurring patterns such as personalization, simulation, and narrative persuasion. To ensure the rigor and traceability of findings, data extraction was documented in a thematic coding matrix, linking identifying codes directly to source literature and following established protocols for AI-assisted thematic analysis (Naeem et al., 2025).

To further ensure analytical rigor, a methodological triangulation strategy was employed, as visualized in Figure 1. This structure ensures that findings are validated through three converging perspectives:

- **Source Triangulation:** The integration of distinct data types, cross-referencing findings from peer-reviewed academic articles with institutional reports from bodies like the FAO and World Bank to ensure trends are robust across different literature types.
- **Theoretical Triangulation:** The synthesis of disparate disciplinary frameworks, specifically combining Educational Technology (AI

capabilities) with Psychology (Narrative Transportation Theory) to validate the "persuasive" mechanism of the proposed framework.

- **Contextual Triangulation:** The anchoring of broad global insights (SDGs, food security) within the specific, localized data realities of the Thai educational context (Benchama Maharat School), ensuring the global solution fits the local problem.

Operational Definitions

To ensure clarity and consistency, the following operational definitions are established:

- **Generative AI:** Artificial intelligence systems capable of generating new content, including text, images, and simulations, in response to user prompts.
- **Narrative Transportation:** A state of immersion where a reader or viewer becomes absorbed in a story, leading to reduced counter-arguing and increased susceptibility to belief change.
- **Agri-Tech:** The application of technology and digital innovation to improve efficiency and output in agriculture.

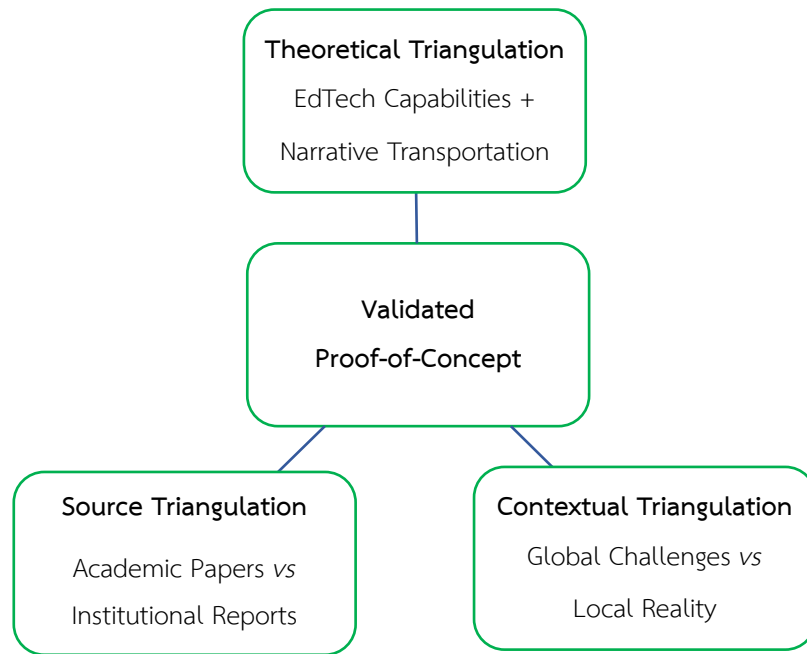


Figure 1. Visual Representation of Methodological Triangulation demonstrating the convergence of Sources, Theories, and Contexts.

Conceptual Framework

To guide the investigation and synthesize the findings, this study established a conceptual framework (Figure 2) that visualizes the theoretical mechanism by which Generative AI can influence student perception. This model positions Generative AI not merely as a content tool, but as a "Narrative Engine."

- Input: Contextual data (policy anchors, local agricultural challenges).
- Process: The AI generates adaptive, personalized simulations that utilize Narrative Transportation.

- Output: A reframed perception of agriculture among students.

Results

Thematic analysis generated substantial insights across the intersecting domains of educational technology and strategic communication. The following findings provide the theoretical and empirical grounding for the components of the framework presented in Figure 2.

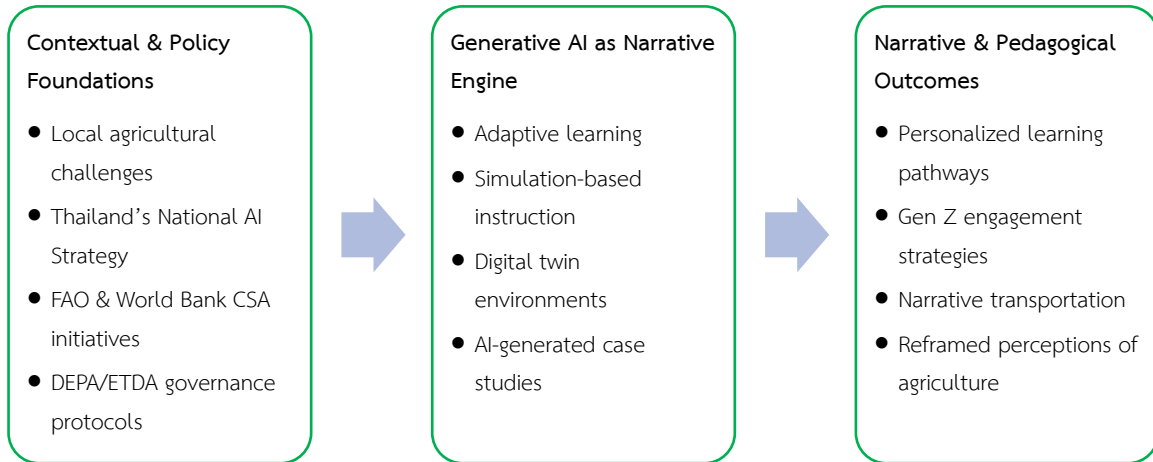


Figure 2. Conceptual framework positioning generative AI as a narrative engine linking contextual anchors to pedagogical and narrative outcomes.

Leveraging Generative AI for Engaging Agricultural Education Content

The literature supports the integration of generative AI into agricultural pedagogy to transform conventional approaches.

- **Personalized and Adaptive Learning:** Generative AI enhances personalization by adjusting content, format, and pacing to meet learners' individual needs (Hwang et al., 2020; Xie et al., 2019). It allows educators to create multiple versions of a lesson tailored to different learning preferences (Pesovski et al., 2024). Adaptive platforms modify learning difficulty in real-time, helping remediate complex topics (Akavova et al., 2023).
- **Dynamic Content Creation and Simulation:** Generative AI is

capable of producing immersive simulations and "digital twins" that replicate real-world environments (Chen et al., 2024). Students can engage in complex scenarios—such as managing precision farming operations—within risk-free virtual settings (Hnatiienko et al., 2024; Stenard et al., 2024).

Strategies for Reframing the Perception of Agriculture

The second dimension examines how storytelling can shift negative perceptions.

- **Narrative Transportation as a Persuasive Mechanism:** Narrative Transportation Theory posits that immersion in compelling stories leads to belief and attitude changes by reducing counter-

arguments and fostering emotional engagement (Chen et al., 2024; Green and Brock, 2000; Thomas and Grigsby, 2024).

- Tailoring Narratives for Generation Z: Effective engagement requires aligning with Gen Z's digital habits. This includes visual delivery via platforms like TikTok and Instagram (Imran and Ferdous,

2025; Theocharis et al., 2025) and, crucially, authenticity. For example, the commercial success of a Gen Z-focused rebranding campaign for Chickita underscores the potential of digital, relatable content to achieve high organic reach, suggesting similar strategies could be adapted for educational marketing (Rice Content & Media, 2025).

Table 1. Summary of Thematic Analysis Results

Thematic Cluster	Core Themes	Representative Sources
1. Pedagogical Affordances of Generative AI	- Personalized and adaptive learning - Simulation-based instruction - Digital twin technologies - AI-generated curriculum design - Scenario-based problem solving	Xie et al. (2019); Hwang et al. (2020); Pesovski et al. (2024); Akavova et al. (2023); Baidoo-Anu and Owusu Ansah (2023); Kasneci et al. (2023); Chen et al. (2024); Hnatiienko et al. (2024); Stenard et al. (2024)
2. Narrative Strategies for Reframing Perceptions	- Narrative Transportation Theory - Emotional engagement and authenticity - Role model representation - Gen Z media habits (TikTok, Instagram) - Innovation and sustainability framing	Green and Brock (2000); van Laer et al. (2014); Thomas and Grigsby (2024); Coker et al. (2021); Imran and Ferdous (2025); Rice Content & Media (2025); Theocharis et al. (2025)

Note: Table 1 includes sources contributing to mechanisms.

Table 2. Contextual and Policy Anchors

Source	Role in Framework
Agravante and Yap (2025)	Local perception data (Thailand)
FAO (2021, 2022)	Climate-smart agriculture case studies and Thai initiatives
World Bank (2022, 2024)	Youth engagement and CSA implementation
DEPA (2023); Electronic Transactions Development Agency (2024)	Thai digital infrastructure and AI governance
Piyatumrong (2024)	Thailand's National AI Strategy
Tikum and Ahmad (2024); Kaewkhata (2025)	Youth career pathways and structural constraints

Note: Table 2 lists sources providing the localized and policy context for the framework's application.

Discussion

The findings suggest a promising synergy between generative AI and narrative design. By enabling students to simulate roles such as high-tech farm managers, AI creates experiential touchpoints that reinforce a modern image of the sector (Coker et al., 2021).

Pedagogical and Narrative Synergy

Authenticity remains a critical factor. Instructional content must be rooted in real-world case studies, such as the FAO's climate-smart agriculture (CSA) initiatives. In Thailand, programs like SCALA illustrate localized strategies (FAO, 2022). Through generative AI, educators can prompt systems to convert these technical reports into immersive, first-person narratives, allowing students to "experience" the success of innovation firsthand.

Ethical Implications: Attribution and Transparency

A critical dimension of this framework is the ethics of persuasion. While Narrative Transportation is effective, the use of AI to generate these stories raises concerns regarding Algorithmic Transparency and AI Attribution (Al-Kfairy et al., 2024; UNESCO, 2023). Transparency is vital, particularly in communication contexts where the source of information influences its credibility (Messingschlager and Appel, 2022). If a student believes they are reading a human testimonial when it is synthetic, the persuasive outcome may be deemed deceptive. Therefore, to preserve ethical integrity and maintain trust, the framework must mandate explicit AI attribution for all generated narratives. Furthermore, educators must be vigilant against algorithmic bias, as seemingly neutral algorithms can inadvertently reinforce societal inequalities and biases against low-status professions (O'Neil, 2016), ensuring that AI models

do not reproduce outdated stereotypes about rural life but instead reflect diverse, modern agricultural realities (Kasneci et al., 2023).

Limitations

This study acknowledges several limitations. First, as a scoping review, the search strategy was targeted (Google Scholar, ERIC) rather than exhaustive, which may exclude some sources available in paid indices. Second, this is a conceptual framework based on secondary data; the "Machine of Narrative Transportation" has not yet been empirically tested in a classroom setting to measure the durability of belief shifts.

Future Research Directions and Policy Implications

Importantly, narrative and technology alone cannot dismantle structural barriers. Issues related to land ownership, financial accessibility, and aging rural demographics continue to constrain youth participation in agriculture. Long-term transformation requires integrated educational strategies and policy reforms targeting these persistent inequities (Agravante and Yap, 2025; Kaewkhata, 2025; Njeru et al., 2015; Obisesan, 2019; Tikum and Ahmad, 2024). Future research should specifically investigate how AI-driven narratives can be coupled with structural support programs to provide a holistic pathway for youth entry into the sector.

Conclusion

This study directly addressed the critical issue of declining youth interest in agricultural

careers. By positioning GenAI as a "machine of narrative transportation," the study concludes that its true efficacy lies in its adaptive system capability. This capability allows for continuous profiling and evaluation of student affective states, enabling the machine to dynamically adjust the narrative variables (e.g., protagonist similarity, plot complexity) in real-time, thereby maximizing emotional engagement and belief shift toward Agri-Tech careers.

However, technology alone is insufficient. The framework relies on the integration of localized content and robust ethical guardrails. Ultimately, this research offers a foundational model for cultivating the next generation of agricultural innovators, moving beyond mere awareness toward deep, narrative-driven vocational engagement.

Recommendations

To translate this conceptual framework into practice, the following actionable recommendations are proposed:

1. **Educator Training on Accessible AI Tools and Prompt Engineering:** Rather than general AI literacy, professional development must focus on "Prompt Engineering for Narrative Transportation" using accessible, low-cost, or open-source Generative AI models. This ensures that resource-constrained institutions can implement the framework without prohibitive software costs. Educators need specific training on how to instruct these

accessible models to generate stories that contain high emotional resonance, relatable protagonists, and accurate Agri-Tech details.

2. Establishment of an Ethical AI Content

Repository: To mitigate the risks of hallucination and bias, institutions should collaborate to create a "National Agri-Tech Narrative Repository." This database would contain ethically vetted, AI-generated scenarios that are fact-checked against FAO and World Bank data. Crucially, this repository must adhere to the principle of AI Attribution, ensuring all content is clearly labeled as AI-assisted to maintain student trust.

3. Mandate for Longitudinal Pilot Studies:

Policy makers should fund a longitudinal pilot study specifically designed to measure the post-intervention retention of career interest. Unlike one-off awareness campaigns, this study should utilize established psychological scales for narrative transportation (Slater and Rouner, 2002) and track student career choices over 1–2 years to validate the long-term impact of the framework.

Acknowledgment

The author is grateful to God for His divine providence. "There is time for everything." Ecclesiastes 3:1. Special thanks to his wife, Virgie and their children for their support and understanding. Sincere appreciation to Dr. Eleazar

C. De Jesus of Pangasinan State University for his encouragement and guidance in EDED301.

References

- Agravante, L. P., & Yap, K. L. P. (2025). Agricultural awareness among high school students and teachers in Benchama Maharat School, Ubon Ratchathani, Thailand. *Rajabhat Agriculture Journal*, 24(1), 1–11. <https://www.academia.edu/130265743>
- Akavova, A., Temirkhanova, Z., & Lorsanova, Z. (2023). Adaptive learning and artificial intelligence in the educational space. *E3S Web of Conferences*, 451, 06011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345106011>
- Al-kfairy, M., Mustafa, D., Kshetri, N., Insiew, M., & Alfandi, O. (2024). Ethical Challenges and Solutions of Generative AI: An Interdisciplinary Perspective. *Informatics*, 11(3), 58. <https://doi.org/10.3390/informatics11030058>
- Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Journal of AI*, 7(1), 52–62. <https://doi.org/10.61969/jai.133-7500>
- Bezu, S., & Holden, S. (2014). Are Rural Youth in Ethiopia Abandoning Agriculture? *World Development*, 64, 259–272. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.06.013>
- Chen, M., Dong, Y., & Wang, J. (2024). A Meta-Analysis Examining the Role of Character-

- Recipient Similarity in Narrative Persuasion. *Communication Research*, 51(1), 56–82. <https://doi.org/10.1177/00936502231204834>
- Chen, Z., Walsman, A., Memmel, M., Mo, K., Fang, A., Vemuri, K., Wu, A., Fox, D., & Gupta, A. (2024). *Urdformer: A pipeline for constructing articulated simulation environments from real-world images*. <http://arxiv.org/abs/2405.11656>.
- Coker, K. K., Flight, R. L., & Baima, D. M. (2021). Video storytelling ads vs argumentative ads: How hooking viewers enhances consumer engagement. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 15(4), 607–622.
- DEPA. (2023). *Investment bulletin: Agricultural landscape in Thailand*. Digital Economy Promotion Agency. <https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/investment-bulletin.pdf>
- Electronic Transactions Development Agency. (2024, October 30). *Guidelines for the application of generative AI with good governance for organizations*. <https://www.etda.or.th/th/Our-Service/AIGC/index.aspx>
- Esters, L. T. (2007). Factors influencing postsecondary education enrollment behaviors of urban agricultural education students. *Career and Technical Education Research*, 32(2), 79–98.
- FAO. (2021). *Climate-smart agriculture case studies 2021 – Projects from around the world*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cb5359en>
- FAO. (2022). *Thailand focuses on climate-smart agriculture to transform its climate action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/in-action/scala/news/news/news-detail/thailand-focuses-on-climate-smart-agriculture-to-transform-its-climate-action/en>
- Green, M. C., & Brock, T. C. (2000). The role of transportation in the persuasiveness of public narratives. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(5), 701–721.
- Heifer International. (2021). *The future of Africa's agriculture: An assessment of the role of youth and technology*. https://media.heifer.org/About_Us/Africa-Agriculture-Tech-2021.pdf
- Henning, J. I. F., Matthews, N., August, M., & Madende, P. (2022). Youths' perceptions and aspiration towards participating in the agricultural sector: A South African case study. *Social Sciences*, 11(5), 215. <https://doi.org/10.3390/socsci11050215>
- Hnatiienko, H., Hnatiienko, V., Zozulya, O., Ilarionov, O., & Sysak, K. (2024). *Some aspects and prospects of artificial intelligence application in educational processes of the agricultural sector of the economy*. https://ceur-ws.org/Vol-3942/S_03_Hnatiienko.pdf
- Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in

- Education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Imran, M. N. U., & Ferdous, J. (2025). *Cultivating connections: Leveraging digital innovation to engage Gen Z in agricultural marketing*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5171775>
- Kaewkhata, C. (2025). *Agricultural occupation development guidelines for new generation farmers based on young smart farmer project in Northeastern Thailand*. [Doctoral Degree]. Chiang Mai University. <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/info/item/dc:187859>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Messingschlager, T. V., & Appel, M. (2022). Creative artificial intelligence and narrative transportation. *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts*, 18(5), 848–857. <https://doi.org/10.1037/aca0000495>
- Naeem, M., Smith, T., & Thomas, L. (2025). Thematic Analysis and Artificial intelligence: A Step-by-Step process for using ChatGPT in thematic analysis. *International Journal of Qualitative Methods*, 24, 1-18. <https://doi.org/10.1177/16094069251333886>
- Njeru, L. K., Gichimu, B. M., Lopokoityit, M. C., & Mwangi, J. G. (2015). Influence of Kenyan youth's perception towards agriculture and necessary interventions: A review. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 5(1), 40–45.
- Obisesan, A. A. (2019). *What drives youth participation and labour demand in agriculture? Evidence from rural Nigeria*. <https://ageconsearch.umn.edu/record/295766/files/202.%20Youth%20participation%20in%20Nigeria.pdf>
- O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown Publishers.
- Pesovski, I., Santos, R., Henriques, R., & Trajkovic, V. (2024). Generative AI for customizable learning experiences. *Sustainability*, 16(7), 3034. <https://doi.org/10.3390/su16073034>
- Piyatumrong, A. (2024). Building a responsible AI ecosystem: Thailand's journey towards ethical AI. In R. M. Davison & D. Kreps (Eds.), *Human Choice and Computers* (pp. 9–11). Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-031-67535-5_2
- Rice Content & Media. (2025, May 13). *Campaign case study: Chickita – Rebranding to target Gen Z*. <https://ricecontent.com/campaign-case-study/chickita-rebranding-to-target-gen-z/>
- Slater, M. D., & Rouner, D. (2002). Entertainment-education and elaboration likelihood:

- Understanding the processing of narrative persuasion. *Communication Theory*, 12(2), 173–191. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2002.tb00265.x>
- Stenard, B., Sisk, F., Brennan, L., & Williams, G. (2024, June 17). *Teaching AI skills through capstone simulations*. AACSB Insights. <https://www.aacsb.edu/insights/articles/2024/06/teaching-ai-skills-through-capstone-simulations>
- Techasermwattanakul, P., & Suwannatthachote, P. (2025). The application of generative AI in educational research: A systematic literature review. *Journal of Education and Innovation*, 27(1), 160–174. <https://doi.org/10.71185/jeiejournals.v27i1.278408>
- Theocharis, D., Tsekouropoulos, G., & Athanasios, G. (2025). The digital generation: Branding and consumer behavior in tech adoption. *Rural and Regional Development*, 3(3), 10009. <https://doi.org/10.70322/-rrd.2025.10009>
- Thomas, V. L., & Grigsby, J. L. (2024). Narrative transportation: A systematic literature review and future research agenda. *Psychology & Marketing*, 41(8), 1805–1819. <https://doi.org/10.1002/mar.22011>
- Tikum, K., & Ahmad, M. M. (2024). Challenges of making a new farmer: A case study of Thailand's Young Smart Farmer program. *Development Studies Research*, 11(1), 2414014. <https://doi.org/10.1080/-21665095.2024.2414014>
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- United Nations General Assembly. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- van Laer, T., De Ruyter, K., Visconti, L. M., & Wetzels, M. (2014). The extended transportation-imagery model: A meta-analysis of the antecedents and consequences of consumers' narrative transportation. *Journal of Consumer Research*, 40(5), 797–817. <https://doi.org/10.1086/673383>
- World Bank. (2022). *Thailand rural income diagnostic: Challenges and opportunities for rural farmers*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099005010202299399/pdf/P1775991e5f180ee130cf14572184e61f60735628d80.pdf>
- World Bank. (2024, December 5). *Climate-smart agriculture: From knowledge to implementation*. <https://www.worldbank.org/en/results/2024/12/05/climate-smart-agriculture-from-knowledge-to-implementation>
- Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J., & Wang, C. C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/-personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 103599.