วารสาร ISSN 3057-1588 (Online)

การเกษตรราชภัฏ

RAJABHAT AGRICULTURE JOURNAL

ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2568

AGRICULTURE

คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

การเกษตรราชภัฏ
RAJABHAT AGRICULTURE JOURNAL

"บ้านเมืองไทยของเรานี้ 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

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	จันทร์ถิระติกุล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย	กัลยาณรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (เกษียณอายุราชการ)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร	ดวนใหญ่	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี (เกษียณอายุราชการ)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทรีพร	ดวนใหญ่	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี (เกษียณอายุราชการ)	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. วีรเวทย์	อุทโธ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. สมัคร	แก้วสุกแสง	มหาวิทยาลัยทักษิณ	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. เกียรติสุดา	เหลืองวิลัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. ปรเมศ	บันเทิง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล	ไกลกลาง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย	ดวงใจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. เสาวลักษณ์	แย้มหมื่นอาจ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีระยศ	แข็งขัน	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิรญา	ครองยุติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุธิดา	ผายพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	กรรมการ

กรรมการประเมินบทความผู้ทรงคุณวุฒิประจำปีที่ 24 ฉบับที่ 1 [มกราคม – มิถุนายน 2568]

รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร	ดวนใหญ่	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี (เกษียณอายุราชการ)
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทรีพร	ดวนใหญ่	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี (เกษียณอายุราชการ)
รองศาสตราจารย์ ดร.เกชา	คูหา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.ไกรเลิศ	ทวีกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.สมัคร	แก้วสุกแสง	มหาวิทยาลัยทักษิณ
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร	วิทยาคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
รองศาสตราจารย์ ดร.ชิติ	ศรีตนทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา	ศิริแสน	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภาพันธ์	ศิริขันธ์แสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กษมา	ชารีโคตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริสุดา	ทองเฉลิม	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สังวาล	สมบูรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรญา	ครองยุติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร	ชินวัง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ	วิรุณพันธุ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	คราม ชะโอ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา	เวียงสมุทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญฤทธิ์	สินค้างาม	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประภัสรา	ศิริขันธ์แสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติศักดิ์	ผุยชา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

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 1 มกราคม – มิถุนายน 2568 VOL. 24 NO. 1 JAN-JUN 2025

Agricultural Awareness among High School Students and Teachers in Benchama Maharat School, Ubon Ratchathani, Thailand **1**

Lancer P. Agravante and Karen Luz P. Yap

ผลผลิตและคุณภาพของมันเทศญี่ปุ่น 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่จำกัด **12**

ภัทร์ลดา สุธรรมวงศ์ อนุกูล ศรีไสล อังศุชวาล คำดี ทรงเกียรติ เพ็ญจันทร์ สุพัตรา คำเรียง ธัญญารัตน์ แตงสีนวล นนทวัฒน์ มากดี ฆนาลัย เข็มเอี่ยม ปรมาภรณ์ วงค์คำชาญ และเพชฎา พุทสาเดช1

Yield and Quality of Four Varieties of Japanese Sweet Potatoes [*Ipomoea batatas* L.] Grown in Limited Space

Patlada Suthamwong, Anukul Srisalai, Aungsuchawan Khamdee, Songkaid Penchan, Supatra Khamriang, Thanyarat Taengseenual, Nontawat Makdee, Kanalai Khemiam, Paramaporn Wongkamchan and Phetchada Phutsadet

ผลของการเสริมดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่นในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพไข่และสีไข่แดง **24**

พรนภา พันโบ วรัญญา มหามาตย์ ศุภชัย เวียงคำ และเกชา คูหา

Effects of Marigold Flower and Peacock Flower Meal Supplementation in Layer Diet on Egg Quality and Yolk Color

Pornnapa Punbo, Warunya Mahamatr, Supachai Wiengkham and Kecha Kuha

การแยกเชื้อและศึกษาลักษณะแบคทีเรียที่ก่อโรคเหี่ยวกระชาย (*Boesenbergia rotunda* L.) ในจังหวัดพิจิตร **34**

บุณยาพร ภาคภูมิ วาสนา สุภาพรหม และเกษร แช่มชื่น

Isolation and Characterization of Bacteria Causing Bacterial Wilt in Fingerroot (*Boesenbergia rotunda* L.) in Phichit Province

Boonyaporn Parkpoom, Watsana Supaprom and Kesorn Chaemcheun

การเกษตรราชภัฏ

RAJABHAT AGRICULTURE JOURNAL

ISSN 3057-1588 (Online)

ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2568 VOL. 24 NO. 1 JAN-JUN 2025

การประเมินชีพลักษณ์เบื้องต้นของดอกบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานี.....44

สุรพงษ์ อนุตธโต วาสนา สุภาพรหม และอนุรักษ์ สุขขารมย์

Preliminary Assessment of the Flower phenology of *Centella asiatica* (L.) Urb. 'Ubon Ratchathani

Surapong Anuttato, Watsana Supaprom and Anurak Sukkarom

การใช้เทคโนโลยีแบบผสมผสานในการจัดการโรคเหี่ยวของข่าตาแดง (*Alpinia galanga*) ที่เกิดจาก *Ralstonia solanacearum* ในจังหวัดพิจิตร 52

มนัสชญา สายพนัส วราพงษ์ ภิระบรรณ์ และบูรณี พั่ววงษ์แพทย์

Integrated Technology Approach for Managing Wilt Disease of Galangal (*Alpinia galanga*) Caused by *Ralstonia solanacearum* in Phichit Province

Manuschaya Saipanus, Warapong Priraban and Buranee Puawongphat

การวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมันพื้นบ้านในภาคเหนือ 64

บรรจง อูปแก้ว อนุชา จันทรบูรณ์ วราวุฒิ โล๊ะสุข วสุธร บัวคอม วิโรจน์ มงคลเทพ ณัฐกร ไชยแสน กัลยา พงสะพัง4 และกัญญ์ณพัชญ์ ดวงแก้ว

Analysis of Active Compounds and Antioxidant Activity of Northern Local Yams

Bunjong Oupkaew, Anucha Chantaraboon, Waravut Losuk, Wasuthorn Buakom, Wiroj Mongkolthep, Natthakorn Chaiyasaen, Kanlaya Pongsapang and Kannaphat Duangkaew

ผลของการใช้ข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วยเชื้อ *Pleurotus ostreatus* ต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตในไก่เนื้อโคราช 81

กิตติ วิรุณพันธุ์ กฤษฎา บูรณารมย์ สุรีรัตน์ บุตรพรหม รัชตาภรณ์ ลุนสิน จุฑามาศ สิทธิวงศ์ กิตติศักดิ์ ผุยชา และเสกสรร ชินวัง

Effects of Germinated Paddy Rice inoculated with *Pleurotus ostreatus* on Productive Performance of Korat Chicken

Kitti Wirunpan, Khitsada Buranarom, Sureerat Butprom, Ratchataporn Lunsin, Jutamas Sitthiwong, Kittisak Puycha and Sakesan Chinwang

Received: February 18, 2025 **Revised:** May 10, 2025 **Accepted:** May 26, 2025

Agricultural Awareness among High School Students and Teachers in Benchama Maharat School, Ubon Ratchathani, Thailand

Lancer P. Agravante[1*] and Karen Luz P. Yap[2]

[1]English Program Benchama Maharat School, Ubon Ratchathani, Thailand, 34000

[2]Department of Agricultural Education and Extension, Visayas State University, Visca Baybay City, Leyte, Philippines, 6521

Abstract

This study aimed to: (1) determine socio-demographic and socio-economic characteristics of students (Grades 7–9) and teachers at Benchama Maharat School in Ubon Ratchathani, Thailand, and (2) assess the level of agricultural awareness among the respondents. A quantitative survey collected data from 521 students and 95 teachers via online questionnaires. Descriptive statistics and inferential analyses (chi-square, Tukey Honestly Significant Difference [HSD]) were conducted using XLSTAT. The student respondents (balanced by gender) were predominantly under 15 years old, with parents employed in the government or private sectors. Parental education was generally at the tertiary level, and monthly household incomes averaged ฿32,600–฿34,600. Teacher participants (aged 21–59) mostly held master's degrees and earned approximately ฿36,800 per month. Students demonstrated moderate agricultural knowledge (weighted mean [WM] = 3.09–3.29), whereas teachers scored higher (WM = 3.60). Attitudinal measures were slightly positive: students ranged from WM = 3.54–3.82, and teachers at WM = 4.21. Behavior levels varied by grade: Grades 7 and 8 showed moderate involvement (WM = 3.25 and 3.24), while Grade 9 and teachers were more active (WM = 3.44 and 3.83). Chi-square analyses revealed that students' awareness was significantly influenced by age, gender, grade level, residence location, and access to information. Teachers' awareness correlated significantly with socio-economic factors. Tukey HSD post-hoc tests confirmed that teachers' awareness surpassed that of students, and that Grade 9 students differed significantly in attitude from Grade 7. These findings underscore the impact of socio-demographic factors on agricultural awareness and recommend curriculum enhancements incorporating hands-on agricultural experiences.

Keywords: Awareness, Education, Experience, Student, Teacher

*Corresponding author: agravantelancerp@gmail.com

Introduction

Agricultural awareness, defined as the understanding of fundamental agricultural concepts and their societal implications (Akgul and Macaroglu, 2011), plays a pivotal role in fostering sustainable development, environmental stewardship, and food security. In Thailand, agriculture remains a cornerstone of the economy and cultural identity (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2021; Pongsrihadulchai, 2019), yet challenges such as climate change, resource degradation (Boonkhao et al., 2022; Wongsasuluk et al., 2014), and shifting economic priorities threaten its sustainability (Poungsuk and Junlek, 2021; Traimongkolkul and Tanpichai, 2005). The integration of agricultural education into Thailand's basic education curriculum reflects efforts to cultivate awareness among younger generations (Ministry of Education, 2008). However, constraints such as limited instructional hours and inconsistent policy implementation hinder the effective delivery of agricultural content (Siriwan et al., 2018). Assessing agricultural awareness among students and educators is thus critical to identify gaps and align educational strategies with contemporary needs.

This study focused on Benchama Maharat School in Ubon Ratchathani, Thailand—a region renowned for its agricultural heritage but facing environmental challenges such as pesticide residues and water contamination (Boonkhao et al., 2022; Wongsasuluk et al., 2014). The necessity of this research arose from the need to evaluate how socio-demographic factors and educational practices shape agricultural awareness, particularly in a setting where urbanization and shifting career aspirations might have been diminishing youth engagement in agriculture. By examining these dynamics, the study aimed to provide actionable insights for curriculum enhancement and community engagement.

The research aimed to:

1) Determine socio-demographic and socio-economic characteristics of students (Grades 7–9) and teachers.
2) Assess the level of agricultural awareness among the respondents.

Conducted through a cross-sectional survey, the study employed quantitative methods to assess knowledge, attitudes, and behaviors related to agriculture. It was limited to the response of the students and teachers in Benchama Maharat School. It may not represent the whole population in Northeast Thailand or Thailand.

The findings contributed to the discourse on agricultural education by highlighting actionable pathways to strengthen awareness and were intended to ensure students would emerge as informed citizens capable of addressing future agricultural challenges.

Research Methodology

This research was carried out at Benchama Maharat School, Ubon Ratchathani, Thailand, in accordance with ethical guidelines for human-subject research. The target population comprised Thai students in grades 7 to 9 and their teachers. A total of 616 participants were sampled: 172 grade 7 students, 174 grade 8 students, 175 grade 9 students, and 95 teachers.

Sample sizes for each group were calculated using Cochran's formula at a 95% confidence level, based on the population sizes of 564 (grade 7), 582 (grade 8), 599 (grade 9), and 149 (teachers). Participants were selected through simple random sampling to ensure an unbiased and representative sample.

The study employed a quantitative survey design to measure agricultural awareness among the respondents. The survey instrument consisted of two parts: (1) socio-demographic and socio-economic items, and (2) a 24-item agricultural awareness scale developed by the researchers. This scale was aligned with the Thai Basic Education Curriculum and assessed respondents' knowledge, attitudes, and behaviors related to agriculture. Each item was rated on a 5-point Likert scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). The questionnaire was translated into Thai and back-translated to ensure linguistic accuracy and cultural appropriateness.

Data were collected via an anonymous online survey administered through Google Forms, chosen for its convenience, cost-effectiveness, and ability to maintain respondent anonymity. The survey was conducted between January and February 2024.

Data analysis was performed using XLSTAT software. Descriptive statistics, including frequencies and percentages, summarized the socio-demographic characteristics and response distributions. Inferential statistics comprised Chi-square tests to examine associations between categorical variables and agricultural awareness, and analysis of variance (ANOVA) was used to identify significant differences in agricultural awareness across groups. When ANOVA results indicated significant differences, Tukey HSD (Tukey, 1949) post hoc test was applied to determine which specific groups differed. The Tukey HSD test effectively controlled Type I error in multiple comparisons, providing reliable pairwise group comparisons.

The agricultural awareness scale was interpreted based on mean scores: values closer to 1 indicated strong disagreement or low awareness, while values near 5 indicated strong agreement or high awareness. This interpretation allowed for a nuanced understanding of respondents' levels of agricultural knowledge, attitudes, and behaviors.

Results

A. Socio-Demographic and Socio-Economic Characteristics

The study included 616 participants: 521 students (Grades 7–9) and 95 teachers. Students exhibited a balanced gender distribution in Grade 7 (49.42% male, 50.58% female); however, Grades 8 and 9 showed a higher proportion of female students (56.90% and 65.71%, respectively), with 1.15% of Grade 8 students identifying their gender as "other" at the time of the survey. A female majority (61.05%) was observed among teachers

compared to males (38.95%). Urban residency was predominant across all groups (67.44%–72.00% of students; 64.21% of teachers), a characteristic that reflected Thailand's urbanization trends. Parents of students were primarily employed in government (42.29%–48.85%) or business sectors (25.00%–36.57%), with monthly household incomes that averaged ฿ 32,598.54 to ฿ 34,562.86. Teachers, predominantly holding master's degrees (47.37%), earned an average of ฿ 36,815.30 per month; their parents were primarily engaged in teaching (28.42%), farming (22.11%), or government roles (22.11%).

Other Social Factors

Both students and teachers relied heavily on digital platforms for agricultural information. Students prioritized the internet (20.69%–25.00%) and social media (12.21%–16.57%), while teachers supplemented these with professional networks (e.g., fellow teachers: 3.16%). Traditional sources like extension agents were underutilized (<3.43% among students). Most students accessed information occasionally (67.44%–72.00%), whereas teachers demonstrated slightly higher daily engagement (15.79%). Notably, 3.45%–6.40% of students never sought agricultural information, a finding that underscored gaps in proactive learning.

Over 90% of students expressed no interest in agriculture, with fewer than 10% considering agricultural careers at that time. Teachers reported higher interest (25.26%), yet only 8.42% had concrete plans to engage with the sector. This disparity highlighted persistent perceptions of agriculture as a low-status occupation among youth, which was consistent with Durongkaveroj (2022) observations on shifting career aspirations in Thailand.

B. Levels of Agricultural Awareness

Students displayed moderate knowledge (WM = 3.09–3.29), while teachers scored higher (WM = 3.60, categorized as "Knowledgeable") (Table 1); this difference aligned with their advanced education and professional exposure. Grade 9 students marginally outperformed younger peers in mean scores, a finding that suggested potential incremental curricular impact, although all student groups fell within the "Moderately knowledgeable" category.

Attitudes were slightly positive among students (WM = 3.54–3.82), with Grade 9 students showing the most favorable mean score within this category. Teachers also exhibited a "Slightly positive attitude" (WM = 4.21), though their mean score indicated stronger positivity compared to student groups (Table 2). This difference was possibly influenced by their roles as educators and broader environmental awareness.

Table 1 Respondents' Agricultural Awareness-Knowledge Level

RESPONDENTS	OVERALL SCORE FREQUENCY					WEIGHTED MEAN	DESCRIPTION*
	1	2	3	4	5		
Grade 7	3	21	89	47	12	3.26	Moderately knowledgeable
Grade 8	6	34	80	46	8	3.09	Moderately knowledgeable
Grade 9	1	23	92	43	16	3.29	Moderately knowledgeable
Teachers	1	10	32	35	17	3.60	Knowledgeable

*1-1.80 = Not Knowledgeable; 1.81-2.61 = Slightly Knowledgeable; 2.62-3.42 = Moderately Knowledgeable;
3.43-4.23 = Knowledgeable; 4.24-5.04 = Extremely Knowledgeable

Table 2 Respondents' Agricultural Awareness-Attitude Level

RESPONDENTS	OVERALL SCORE FREQUENCY					WEIGHTED MEAN	DESCRIPTION*
	1	2	3	4	5		
Grade 7	2	10	74	65	21	3.54	Slightly positive attitude
Grade 8	0	11	63	70	30	3.68	Slightly positive attitude
Grade 9	1	6	51	86	31	3.82	Slightly positive attitude
Teachers	0	1	16	40	38	4.21	Slightly positive attitude

*1-1.80 = Extremely Negative Attitude; 1.81-2.61 = Slightly Negative Attitude; 2.62-3.42 = Neutral Attitude
3.43-4.23 = Slightly Positive Attitude; 4.24-5.04 = Extremely Positive Attitude

Table 3 Respondents' Agricultural Awareness-Behavior Level

RESPONDENTS	OVERALL SCORE FREQUENCY					WEIGHTED MEAN	DESCRIPTION*
	1	2	3	4	5		
Grade 7	2	25	86	46	13	3.25	Moderately engaged
Grade 8	4	26	85	42	17	3.24	Moderately engaged
Grade 9	1	15	86	56	17	3.44	Engaged
Teachers	0	5	26	44	20	3.83	Engaged

*1-1.80 = Not Engaged; 1.81-2.61 = Slightly Engaged; 2.62-3.42 = Moderately Engaged; 3.43-4.23 = Engaged
4.24-5.04 = Highly Engaged

Behavior levels varied (Table 3). Grade 7–8 students were moderately engaged (WM=3.24–3.25), whereas Grade 9 students (WM=3.44, categorized as "Engaged") and teachers (WM=3.83, categorized as "Engaged") demonstrated higher participation in agricultural practices. This observation potentially emphasized the role of maturity and institutional support in fostering proactive behaviors.

C. Relationships Between Factors and Awareness

Chi-square analyses revealed key associations:

- Students: Age (knowledge: $p = 0.004$; behavior: $p < 0.0001$), gender (attitude: $p < 0.0001$), residence location (attitude: $p = 0.003$), and frequency of information access (knowledge: $p < 0.0001$; attitude: $p = 0.008$; behavior: $p = 0.0003$) significantly influenced awareness (Table 4).
- Teachers: Parental occupation (knowledge: $p = 0.0002$), parental education (attitude: $p < 0.0001$; behavior: $p = 0.006$), educational attainment (attitude: $p <0.0001$; behavior: $p < 0.0001$), and monthly personal income (behavior: $p = 0.014$) shaped awareness; these relationships underscored socio-economic stratification (Table 5).

Table 4 Social Factors and Students' Agricultural Awareness

FACTORS	AGRICULTURAL AWARENESS (*P*-VALUES)		
	KNOWLEDGE	ATTITUDE	BEHAVIOR
Age	**0.004**	0.582	**<0.0001**
Gender	0.583	**<0.0001**	0.505
Grade level	**0.026**	0.122	0.756
Parents' Occupation	0.160	0.450	0.618
Parents' Education	0.062	0.923	0.747
Family Monthly Income	0.679	0.249	0.360
Sources of Agricultural Info	1.000	0.995	0.917
Residence location	0.877	**0.003**	0.574
Family Size	0.831	0.609	0.872
Frequency of access to Agricultural Info	**<0.0001**	**0.008**	**0.0003**
Mode of access to Agricultural Info	0.978	0.431	**0.0002**
Interest in Agriculture	0.609	0.128	0.187
Plans	0.254	0.331	0.151

Table 5 Social Factors and Teachers' Agricultural Awareness

FACTORS	AGRICULTURAL AWARENESS (*P*-VALUES)		
	KNOWLEDGE	ATTITUDE	BEHAVIOR
Age	**0.024**	0.788	0.360
Gender	0.219	0.110	0.508
Marital Status	0.973	0.808	0.665
Grade Level Taught	0.279	0.122	0.989
Subjects Taught	0.347	0.283	0.777
Parents' Occupation	**0.0002**	0.449	0.287
Parents' Education	0.696	**<0.0001**	**0.006**
Educational Attainment	0.469	**<0.0001**	**<0.0001**
Monthly Income	0.312	0.796	**0.014**
Sources of Agricultural Info	0.245	0.151	**0.013**
Residence location	0.788	**0.010**	0.123
Family Size	0.252	0.229	0.836
Frequency of access to Agricultural Info	0.105	0.597	0.898
Mode of access to Agricultural Info	0.672	**0.024**	**0.002**
Interest in Agriculture	0.291	0.296	0.595
Plans	0.213	0.361	0.297

Tukey HSD post-hoc tests (Table 6) confirmed teachers' superior awareness means compared to all student groups (knowledge: p = 0.007–0.014; attitude: p < 0.0001–0.001; behavior: p < 0.0001–0.0003). Grade 9 students' attitudes diverged significantly from Grade 7 (p = 0.020), which suggested curricular or developmental influences.

Table 6 Agricultural Awareness Tukey HSD Summary (*p*-values)

CONTRAST	KNOWLEDGE	ATTITUDE	BEHAVIOR
Grade 7 vs Grade 8	0.566	0.600	0.967
Grade 9 vs Grade 7	0.993	**0.020**	0.096
Grade 9 vs Grade 8	0.391	0.343	0.248
Teachers' vs Grade 7	**0.007**	**<0.0001**	**<0.0001**
Teachers' vs Grade 8	**0.0001**	**<0.0001**	**<0.0001**
Teachers' vs Grade 9	**0.014**	**0.001**	**0.0003**

Discussion

Students exhibited moderate agricultural knowledge (WM = 3.09–3.29), which reflected the foundational but potentially limited emphasis on agriculture in Thailand's basic education curriculum at the time. Teachers, however, demonstrated higher expertise (WM = 3.60, "Knowledgeable"), a finding that aligned with their advanced education and professional roles. These results resonated with Akgul and Macaroglu (2011) assertion that educators' qualifications critically shaped agricultural literacy dissemination.

Attitudinal disparities emerged, with teachers' mean scores indicating stronger positivity (WM = 4.21) compared to students (WM = 3.54–3.82), although both groups generally had fallen within a "Slightly positive attitude" range. This divergence in mean scores might have underscored the influence of maturity and professional exposure, as teachers were perhaps more likely to recognize agriculture's societal and environmental significance. Student behavior levels varied, with Grade 7 and 8 students having shown moderate engagement (WM = 3.24–3.25), while Grade 9 students demonstrated higher engagement (WM = 3.44). This difference, and the overall student engagement levels, could have signaled a disconnect between theoretical knowledge and practical application, which echoed Siriwan et al.'s (2018) critique of Thailand's agriculture education model.

Socio-demographic factors played a pivotal role in the awareness levels observed in this study. For students, factors such as urban residency significantly correlated with attitudes towards agriculture (Table 4, p = 0.003), a finding that mirrored Thailand's urbanization trends. Teachers' awareness was significantly associated with factors like their own educational attainment, parental socio-economic background (occupation and education), and monthly personal income, which highlighted potential systemic influences and socio-economic stratification. These findings from the current study generally aligned with OECD (2021) reports that had discussed Thailand's education policy challenges, where rural-urban divides and curriculum gaps appeared to persist.

To address the gaps in awareness and engagement identified in this study, several strategies were considered for recommendation. An action plan that focused on integrating experiential learning (e.g., school gardens), enhancing teacher training in agricultural education, and fostering community partnerships was proposed to potentially prove beneficial. However, for such initiatives to have been sustainable and impactful, broader policy reforms, including considerations for instructional hours and resource allocation for agricultural education, also seemed essential.

Conclusion

A. Key Findings

This study clearly demonstrated that students at Benchama Maharat School possessed moderate agricultural knowledge (WM = 3.09–3.29), while teachers exhibited higher expertise (WM = 3.60 for knowledge) and more positive attitudes (WM = 4.21 for attitude). Students' attitudes were generally slightly positive (WM = 3.54–3.82), and their behavioral engagement

varied by grade, with Grade 9 students and teachers having shown greater involvement (WM = 3.44 and 3.83, respectively). Chi-square and ANOVA analyses confirmed significant differences in awareness levels between students and teachers, as well as influences from various socio-demographic factors such as age, gender, and information access.

B. Socio-Demographic Insights

The findings indicated that socio-demographic factors—including age, grade level, residence location, and frequency/mode of information access—significantly shaped aspects of agricultural awareness among the participants. For instance, this study found that factors such as urban residency correlated with student attitudes towards agriculture, while the frequency of online access to agricultural content appeared to enhance their knowledge. Teachers' awareness levels were further influenced by their parents' occupation, their own educational attainment, and personal income. These results underscored the need for tailored educational strategies that addressed the diverse backgrounds of both students and educators.

C. Curricular Implications

The findings suggested that the existing curriculum may have inadequately bridged theoretical knowledge with practical application for many students. To address this, the following curricular adjustments were recommended:

- Integrate practical agricultural experiences—such as school gardens, farm visits, and project-based learning—to deepen students' understanding.
- Align lessons with local agricultural challenges (e.g., climate resilience, organic farming) to enhance relevance and engagement.

D. Action Plan Highlights

Based on the study's findings, a proposed action plan was developed, prioritizing the following key areas:

- Curriculum Revision: Embed hands-on activities and interdisciplinary projects related to agriculture.
- Teacher Development: Train educators in modern agricultural techniques and participatory teaching methodologies.
- Experiential Learning: Establish and utilize school gardens and partner with local farms for immersive learning experiences.
- Community Partnerships: Collaborate with agricultural cooperatives and local experts to expose students to real-world agricultural practices and career pathways.
- Inclusivity Initiatives: Develop strategies to ensure equitable access to agricultural education resources and opportunities for students from diverse backgrounds, including both rural and urban settings.

E. Long-Term Vision

Ultimately, the implementation of these integrated strategies will empower students and teachers to become knowledgeable advocates for, and active participants in, agriculture as a vital pillar of community well-being and sustainable development. By fostering a generation that

values and understands agriculture's multifaceted socio-economic and environmental roles, Benchama Maharat School can contribute significantly to Thailand's agricultural resilience and food security goals, particularly within the Ubon Ratchathani region.

Acknowledgment

Heartfelt gratitude to God for the blessings and guidance that made the realization of this paper possible. There is a time for everything and a season for every activity under the heavens (Ecclesiastes 3:1)

The author extends his appreciation to his wife, Virgie, and their children, whose understanding and patience were the bedrock of his focus and perseverance throughout his academic journey.

Special thanks to Sir Fred Baldos for his wisdom and positive outlook from onboarding in 2021 to the dawn of the comprehensive exam in 2023; he is one of the inspirations in pursuing and completing the MAgDEv at VSU.

The author expresses profound gratitude to his mentors: Dr. Lijueraj J Cuadra for her unparalleled tutelage from Principles and Methods of Teaching to coining the appropriate title of the SP; Dr. Milagros C Bales for paving the way to understanding the different realms of education vis-a-vis development; Sir Vergilio C Dargantes Jr. for imparting his wisdom on Rural Development and Approaches; Dr. Lorina A Galvez for her relevant and timely FST teachings; Dr. Karen Luz P Yap for her encouragement, insights, and full-support to complete the SP, and Sir Daniel A. Catibo for his collaborative efforts during the comprehensive exam up to the completion of the manuscript.

Sincere thanks to Ms. Me-an Villas, Ms. Aira Oraño, Mr. Mark Joshua Quevedo, Ms. Claudette Meli Hoff Garduce, Dr. Deejay M Lumanao, Dr. Anabella B Tulin, and Dr. Catherine C Arradaza, for their assistance with administrative duties and their contributions to enhancing the manuscript.

The author is grateful to the Benchama Maharat School community—students, EP and FLAP teachers, faculty, and administrators alike, particularly Ms. Tatiyaporn "Wan" Yingyuen, Ms. Nichaporn "Paeng" Sonsaart, Ms. Premmika "Jess" Donpatcha, Ms. Jirawan "Am" Thani, Ms. Jittima "Nok" Thangkham, and Dr. Aongarj Joomsima—for their active participation and support during the data gathering phase.

References

Akgul, H. C., & Macaroglu, E. (2011). Agricultural awareness for prospective teachers. *Scientific research and essays*, *6*(16), 3371–3377.

Boonkhao, L., Phonkaew, S., Kwonpongsagoon, S., & Rattanachaikunsopon, P. (2022). Carbofuran residues in soil and consumption risks among farmers growing vegetables in Ubon Ratchathani Province, Thailand. *AIMS environmental science*, *9*(5), 593–602. https://doi.org/-10.3934/environsci.2022035

Durongkaveroj, W. (2022). *Recent developments in basic education in Thailand: Issues and challenges* (ADBI Working Paper No. 1322). Asian Development Bank Institute. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4204181

Ministry of Education (Thailand). (2008). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. https://neqmap.bangkok.unesco.org/wp-content/uploads/2019/06/-Basic-Education-Core-Curriculum.pdf

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *OECD Investment Policy Reviews: Thailand* (OECD Investment Policy Reviews). https://doi.org/10.1787/c4eeee1c-en

Pongsrihadulchai, A. (2019). *Thailand agricultural policies and development*. https://ap.fftc.org.tw/article/1393

Poungsuk, P., & Junlek, P. (2021). *Agricultural education system in Thailand: Policy and direction towards sustainable development goals*. https://ap.fftc.org.tw/article/2762.

Siriwan, N., Intorrathed, S., & Satiansiriwiwat, S. (2018). Integration of agricultural knowledge with the Thai Language, Mathematics, and Science subjects for first-year elementary school of Thailand. *The new educational review*, *51*, 41–52.

Traimongkolkul, P., & Tanpichai, P. (2005). Lessons learned and present prospects: a critical review of agricultural education in Thailand. *Journal of international agricultural and extension education*, *12*(3), 53-65.

Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, *5*(2), 99–114. https://doi.org/10.2307-/3001913

Wongsasuluk, P., Chotpantarat, S., Siriwong, W., & Robson, M. (2014). Heavy metal contamination and human health risk assessment in drinking water from shallow groundwater wells in an agricultural area in Ubon Ratchathani province, Thailand. *Environmental geochemistry and health*, *36*(1), 169–182. https://doi.org/10.1007/s10653-013-9537-8

Received: January 30, 2025 **Revised:** June 4, 2025 **Accepted:** June 13, 2025

ผลผลิตและคุณภาพของมันเทศญี่ปุ่น 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่จำกัด

Yield and Quality of Four Varieties of Japanese Sweet Potatoes [*Ipomoea batatas* L.] Grown in Limited Space

ภัทร์ลดา สุธรรมวงศ์[1]* อนุกูล ศรีไสล[1] อังศุชวาล คำดี[1] ทรงเกียรติ เพ็ญจันทร์[1] สุพัตรา คำเรียง[1]
ธัญญารัตน์ แตงสีนวล[1] นนทวัฒน์ มากดี[1] ฆนาลัย เข็มเอี่ยม[1] ปรมาภรณ์ วงค์คำชาญ[1]
และเพชฎา พุทสาเดช[1]

Patlada Suthamwong[1]* Anukul Srisalai[1] Aungsuchawan Khamdee[1] Songkaid Penchan[1]
Supatra Khamriang[1] Thanyarat Taengseenual[1] Nontawat Makdee[1]
Kanalai Khemiam[1] Paramaporn Wongkamchan[1] and Phetchada Phutsadet[1]

[1] ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand 34190

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของมันเทศญี่ปุ่น 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่จำกัดเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานส่งเสริมด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 4 ซ้ำ ในพื้นที่แปลงสำนักงานไร่ฝึก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์–พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2564 ศึกษามันเทศญี่ปุ่น 4 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด สายพันธุ์ซิลสวีท สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ ทดสอบในชุดดินร้อยเอ็ด ผลการทดลองพบว่า มันเทศทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างกัน ปริมาณความร้อนสะสมตลอดฤดูปลูกอยู่ในช่วง 1,372.60–1,377.70 GDD (Growing Degree Days) สายพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อพื้นที่ปลูกได้ดีคือ สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด ให้ผลผลิตหัวสูงสุด ถึง 2,348.80 กรัมต่อกระถาง ส่วนการประเมินด้านกายภาพพบว่ารูปร่างขนาดหัวทรงรียาว ความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 12–13 นิวตัน และประเมินด้านค่าสีทั้งเปลือกและเนื้อของมันเทศทั้ง 4 สายพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ามันเทศสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด ลักษณะด้านสีเปลือกสีแดงและสีเนื้อเป็นสีม่วงอ่อนซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพผลผลิตบางประการตามความต้องการของตลาด และนอกจากนี้ยังมีศักยภาพในการให้ผลผลิตหัวที่สูงแม้ในพื้นที่ปลูกที่จำกัด ในขณะที่สายพันธุ์อื่นให้ผลผลิตที่ค่อนข้างต่ำเฉลี่ยอยู่ที่ 52–717 กรัมต่อกระถาง

คำสำคัญ: มันเทศ ผลผลิต ปริมาณความร้อนสะสม

*Corresponding author: phatlada.s@ubu.ac.th

Abstract

The objective of this study was to assess the yield and quality of four Japanese sweet potato varieties grown in a limited area, serving as foundational data to enhance growth and productivity. A randomized complete block design with four replications was conducted in the field training farm, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, from February 2021 to May 2021. The study focused on four Japanese sweet potato varieties: Purple Sweet Load, Silk Sweet, Purple Okinawa Kugami Imo, and Yellow Kiaro Imo. These varieties were tested in the Roi Et soil series. The results showed that the sweet potato varieties exhibited different yields. The accumulated heat units ranged from 1372.60 to 1377.70 GDD (Growing Degree Days). Among the varieties, Purple Sweet Load responded best to the planting area, producing the highest tuber yield of 2348.80 grams per pot. Regarding physical evaluation, the tubers had an elongated shape and size, with firmness values ranging from 12 to 13 Newtons. The skin and flesh color values differed significantly among the four sweet potato varieties. The findings suggest that Purple Sweet Load, which is color of the skin is bright red, and the color of the flesh is bright purple, which are some of the product's characteristics according to market demand. It has the potential to achieve high yields even in a limited planting area. Moreover, the other varieties have a lower yield of 52–717 grams per pot.

Keywords: Sweet potatoes, yields, growing degree days

บทนำ

มันเทศ (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) อยู่ในวงศ์ Convolvulaceae เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 16 ของโลก (FAO, 2016) เป็นพืชหัวที่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต ในมันเทศเนื้อสีขาวมีปริมาณแป้งสูงถึง ร้อยละ 21.3–30.7 (นรินทร์ พูลเพิ่ม, 2542) มันเทศสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี นอกจากนี้มันเทศยังมีสรรพคุณทางด้านการรักษาโรค เช่น ภาวะขาดวิตามินเอ ป้องกันโรคท้องผูก และรักษาโรคเบาหวาน ในมันเทศอุดมไปด้วยเส้นใยอาหาร น้ำ และวิตามินเอ มีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพ ช่วยบำรุงสายตาและผิวพรรณ เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน ช่วยป้องกันการเจ็บป่วยด้วยโรคและอาการบางชนิด หากร่างกายขาดวิตามินเอ อาจเสี่ยงเผชิญภาวะอาการป่วยที่เป็นอันตรายได้ สารเบต้าแคโรทีนที่ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ โดยเฉพาะมันเทศสีเหลือง แคโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycoside) หรือเอซิลไกลโคไซด์ (Acyl-glycoside) จัดอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ โดยทั่วไปพบได้ในส่วนที่มีสีแดง และสีส้มของธัญพืชชนิดต่างๆ ลักษณะสีที่ปรากฏความเข้มของสีมันเทศแตกต่างกัน เช่น สีเหลือง สีขาว ซึ่งขึ้นกับองค์ประกอบ ชนิดและปริมาณของรงควัตถุรวมถึงความแตกต่างของสายพันธุ์ การเขตกรรม ระยะการเจริญเติบโต อายุเก็บเกี่ยว และสภาพแวดล้อม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนแต่มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ในมันเทศ เบต้าแคโรทีน (Beta-carotene) เป็นสาร

แคโรทีนอยด์ประเภทหนึ่ง และเป็นวิตามินเม็ดสี ธรรมชาติที่สามารถละลายได้ในไขมัน ซึ่งมักพบได้ในผักผลไม้สีแดง ส้ม และสีเหลืองเป็นส่วนใหญ่ และเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ หากอยู่ในร่างกายของคนเราจะสามารถเปลี่ยนเบต้าแคโรทีนอยด์ เป็นวิตามินเอได้เมื่อร่างกายอยู่ในภาวะขาดวิตามินเอและช่วยให้มีสุขภาพสายตาและการมองเห็นที่ดี มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ และมะเร็งได้ (อังคณา วงษ์สกุล, 2562) สารต้านอนุมูลอิสระแอนโทไซยานิน ที่พบในมันเทศเนื้อม่วง (Lebot, 2010) นอกจากนี้ มันเทศยังมีค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index, GI) ที่อยู่ในระดับต่ำ จึงส่งผลให้ผู้บริโภคนิยมทานเพื่อลดน้ำหนัก และเป็นอาหารสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวานได้ เพราะค่า GI ที่วัดได้จากมันเทศญี่ปุ่นนั้น ต่ำกว่า 55 น้อยกว่าข้าวสวยเกือบเท่าตัว (GI = 98) อีกทั้งยังอุดมไปด้วยวิตามินซี ที่เทียบเท่าแอปเปิ้ลถึง 7 ลูก นอกจากนี้ยังมีเส้นใย หรือ Fiber ซึ่งทำให้ลำไส้สะอาดปราศจากของเสียตกค้าง (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2565) จึงทำให้มันเทศเป็นพืชทางเลือกสำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional food) และมันเทศเนื้อสีแตกต่างกันสามารถเป็นทางเลือกของอาหารเพื่อสุขภาพ อีกชนิดหนึ่งกล่าวคือเมื่อบริโภคมันเทศแล้วจะได้รับสารอื่นที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ

ความต้องการบริโภคมันเทศที่มีคุณภาพสูงของไทยมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการนำเข้ามันเทศในปี 2558 สูงถึง 18.31 ล้านบาท (ณรงค์ แดงเปี่ยม และคณะ, 2558) ในปี 2568 ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ประเทศไทยนำเข้ามันเทศเพิ่มขึ้นเป็น 28.23 ล้านบาท มันเทศที่มีคุณภาพสูงเหล่านี้จะราคาสูงมาก ระหว่าง 80–900 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นกับคุณภาพและแหล่งผลิต แต่ส่วนใหญ่มี ราคาประมาณ 100 บาทต่อกิโลกรัม มันเทศเหล่านี้เกือบทั้งหมดผลิตจากสายพันธุ์มันเทศของญี่ปุ่นซึ่งมีรสหวาน เนื้อละเอียด ในปี 2568 ประเทศไทยยังส่งออกมันเทศช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ในมูลค่า 1.83 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2568) ซึ่งในปัจจุบันการปลูกมันเทศจะเป็นระบบแปลงใหญ่และได้พบปัญหาในเรื่องการจัดการปลูกและคุณภาพผลผลิตที่ไม่ตรงตามความต้องการของตลาด โดยลักษณะผลผลิตของตลาดต่างประเทศต้องการมันเทศที่มีลักษะผิวหัวสีแดง เนื้อสีเหลือง หัวค่อนข้างยาว เนื้อเหนียวแน่นละเอียด มีเส้นใยน้อย และมีรสหวาน (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559) การปลูกมันเทศบางพื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่มีน้ำท่วมขังจึงส่งผลต่อผลผลิตมันเทศได้ จึงได้มีการแก้ไขปัญหาพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม โดยปลูกในพื้นที่จำกัด เนื่องจากใช้พื้นที่น้อยและเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อย (น้อยกว่า 1,000 ลบ.ม/ไร่/ฤดูกาลผลิต) (ศิริลักษณ์ กมล และคณะ, 2563) และนอกจากนี้ช่วยให้ประหยัดเวลาในการดูแลรักษา คือการปลูกพืชในระบบกระถางหรือกระสอบซึ่งเหมาะสำหรับคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่จำกัด จึงเป็นแนวทางและทางเลือกในการผลิตมันเทศญี่ปุ่นเทศ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และไม่มีสารพิษตกค้างปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของมันเทศญี่ปุ่น 4 สายพันธุ์ ด้วยวิธีการปลูกในบ่อปูน เพื่อหาพันธุ์ที่มีศักยภาพในการส่งเสริมเป็นฐานข้อมูลการปลูกและยังสามารถเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อการบริโภคในครัวเรือนบริเวณรอบบ้านที่มีพื้นที่จำกัด หรือในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมได้

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมพื้นที่และปลูกมันเทศ

เตรียมบ่อปูนซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ความสูงบ่อ 40 เซนติเมตร บรรจุดิน 250 กิโลกรัมเป็นพื้นที่ 0.44 ตารางเมตร ไว้ในวงบ่อซีเมนต์แต่ละบ่อ โดยดินที่ใช้ปลูกเป็นชุดดินร้อยเอ็ดมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) โดยวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในดินก่อนปลูกพืชทดสอบ รายงานดังนี้ ค่าปฏิกิริยาดินเป็นด่างอ่อนเท่ากับ 7.1 (1:5, ดิน:น้ำ) มีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.29% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.0 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 5.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ธัญญารัตน์ แตงสีนวล และคณะ, 2567) และเตรียมยอดมันเทศสำหรับปลูกคัดเลือกโดยตัดยอดมันเทศยาวประมาณ 30 เซนติเมตร แช่ด้วยสารเร่งราก อัตรา 30 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร แช่ท่อนพันธุ์เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อเร่งให้มันเทศเกิดรากได้เร็วขึ้น การดูแลรักษารดน้ำอย่าง

สม่ำเสมอด้วยระบบน้ำหยด การให้น้ำโดยให้น้ำหลังปลูกเช้า-เย็น ในช่วงสัปดาห์แรกหลังปลูกจากนั้นให้น้ำวันละครั้งในช่วงเช้า จนเถามันเทศเลื้อยคลุมเต็มแล้วจึงเปลี่ยนการให้น้ำเป็นสัปดาห์ละ 2 ครั้ง และงดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 1 เดือน การใส่ปุ๋ยเคมีตามกรมวิชาการเกษตรแนะนำโดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งคือเมื่อมันเทศมีอายุได้ 14 วันหลังปลูกและ 45 วันหลังปลูก และการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13–13–21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งที่มันเทศอายุ 60 วันหลังปลูกและ 80 วันหลังปลูก การกำจัดวัชพืชโดยวิธีกลตามความเหมาะสม 2–3 ครั้งต่อสัปดาห์

ศึกษาการเจริญเติบโตของมันเทศ

ทดลองปลูกมันเทศ ณ แปลงฝึกงาน สำนักงานไร่ฝึก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (N15°8´17.211´´, E104°55´24.658´´) โดยดำเนินการทดลองเดือนกุมภาพันธ์–พฤษภาคม 2564 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก โดยมีพันธุ์มันเทศญี่ปุ่น 4 สายพันธุ์คือ สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด (Purple Sweet Load) สายพันธุ์ซิลสวีท (Silk Sweet) สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (Purple Okinawa Kugami Imo) สายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (Yellow Kiaro Imo) ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น ทั้งหมด 32 ต้น ประเมินผลผลิตโดยตรวจวัดที่อายุเก็บเกี่ยว 104–110 วันขึ้นอยู่กับแต่ละสายพันธุ์ บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ (อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเชิงตัวเลขของการระเหยของน้ำระหว่างการวิจัยไม่ได้นำมาเสนอในบทความนี้) ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิสูงสุด (Maximum temperature; max. temp.) และอุณหภูมิต่ำสุด (Minimum temperature; min. temp.) เป็นรายวัน ตลอดระยะเวลาปลูก จากสถานีอุตุนิยมวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี หลังจากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณความร้อนสะสม (Growing Degree Days; GDD) จากสูตร GDD = ∑(max. temp. + min. temp.)/2- Base line temperature (Robinson, 1971; เฉลิมพล แซมเพชร, 2542) ซึ่ง Base line temperature ของมันเทศเท่ากับ 4.5 องศาเซลเซียส (Khan et al., 2011; Amina et al., 2021*)* ข้อมูลด้านผลผลิตประกอบด้วย จำนวนหัว/ต้น ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางหัว น้ำหนักหัวแห้ง น้ำหนักแห้งทั้งหมด คือน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งใต้ดิน ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvest Index; H.I.) คำนวณจากน้ำหนักแห้งหัว (กรัม) ต่อน้ำหนักแห้งรวม (กรัม) และผลผลิตของหัวมันเทศโดยบันทึกน้ำหนักหัวสดทั้งหมดต่อกระถาง

ศึกษาคุณภาพผลผลิตด้านกายภาพของมันเทศ

คัดเลือกหัวมันเทศที่มีขนาดตามมาตรฐานมันเทศเอเชียน (Association of Southeast Asian Nations for sweet potato) โดยน้ำหนักหัวมันเทศตามมาตรฐานมันเทศเอเชียน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ 1) น้ำหนักหัวมันเทศมากกว่า 400 กรัม 2) น้ำหนักหัวมันเทศที่ 300–400 กรัม 3) น้ำหนักหัวมันเทศที่ 200–300 กรัม 4) น้ำหนักหัวมันเทศ 100–200 กรัม 5) น้ำหนักหัวมันเทศน้อยกว่า 100 กรัม (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงสุ่มหัวมันเทศที่มีน้ำหนักหัวมันเทศมากกว่า 100 กรัม/หัว สุ่มจำนวน 10 หัวในแต่ละหน่วยทดลอง ปอกเปลือก ตัดหัวและท้ายของหัวมันเทศออกประมาณ 5 เซนติเมตร ฝานเอาเฉพาะเนื้อจากทั้ง 10 หัวรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง นำมันเทศแต่ละตัวอย่างบันทึกข้อมูลด้านกายภาพดังนี้ 1) ชั่งน้ำหนักน้ำหนักเปลือกและน้ำหนักเนื้อ ด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง 2) สีผิวบริเวณกึ่งกลางผลและเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดสี (Portable Colorimeter รุ่น NH 310, China) แสดงค่าเป็น L*, a* และ b* 3) วัดความแน่นเนื้อ (Firmness) วัดตำแหน่งกึ่งกลางหัวมันเทศโดยใช้ Fruit pressure tester (FT 327, TR-Tuoni, Italy) หัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ตารางเซนติเมตร 4) ความหนาเนื้อ (Thickness) ดำเนินการโดยผ่าหัวมันเทศตามยาว จากนั้นวัดความหนาของเนื้อโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลการทดลอง โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม STATISTIX 8 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ผลและวิจารณ์ผล

มันเทศญี่ปุ่นต่างสายพันธุ์กันเมื่อนำมาปลูกในบ่อซีเมนต์ที่ใช้ดินปลูกชุดร้อยเอ็ด ในช่วงการดำเนินการวิจัยพบว่าสภาพอากาศของจังหวัดอุบลราชธานีในเดือนกุมภาพันธ์–พฤษภาคมมีฝนตกเล็กน้อย มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนพฤษภาคม เท่ากับ 4.40 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ช่วงเดือนพฤษภาคม มีความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุดเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเดือนเมษายน เท่ากับ 65 เปอร์เซ็นต์ และเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดคือเดือนมีนาคมและเดือนกุมภาพันธ์ตามลำดับ และยังพบว่าข้อมูลการระเหยของน้ำและความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กัน สำหรับสภาพอุณหภูมิอากาศ พบว่าเดือนกุมภาพันธ์เป็นเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 20.39 องศาเซลเซียส รองลงมาคือเดือนเมษายน เท่ากับ 21.66 องศาเซลเซียส และเดือนมีนาคมพบว่าเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 36.65 องศาเซลเซียส โดยคาดว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Figure 1) จากการศึกษาปริมาณความร้อนสะสม (growing degree days; GDD) ของการเก็บเกี่ยวมันเทศญี่ปุ่น 4 สายพันธุ์ เมื่อนำอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละวันไปคำนวณหาปริมาณความร้อนสะสมโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 4.5 องศาเซลเซียส พบว่าช่วงเก็บเกี่ยวที่อายุ 104–110 วัน มีปริมาณความร้อนสะสมเดือนกุมภาพันธ์ที่ 486.75 GDD และเพิ่มขึ้นเมื่อเดือนมีนาคม (1,372.6 GDD) เดือนเมษายน (1,148.25 GDD) เดือนพฤษภาคม (1,377.7 GDD) ตามลำดับ (Table 1) จากการศึกษาพบว่า ปริมาณความร้อนสะสมในช่วงการเจริญเติบโตของมันเทศจนถึงระยะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงค่ามากกว่า 1,000 GDD ซึ่งสอดคล้องจากรายงาน Khan et al. (2011) ปริมาณความร้อนสะสมของมันฝรั่งจนถึงระยะเก็บเกี่ยวต้องสูงกว่า 800 GDD จึงสามารถให้ผลผลิตได้

Table 1 Temperature and growing degree days (GDD) for each month

	Minimum Temperature (°C)	Maximum Temperature (°C)	Rainfall (mm)	GDD (°Cd)
16–28 February	20.39	34.87	0.00	486.75
1–31 March	24.26	36.65	0.26	1,372.60
1–30 April	21.66	31.95	0.00	1,148.25
1–31 May	26.06	35.91	4.40	1,377.70
Mean	23.09	34.84	1.17	-

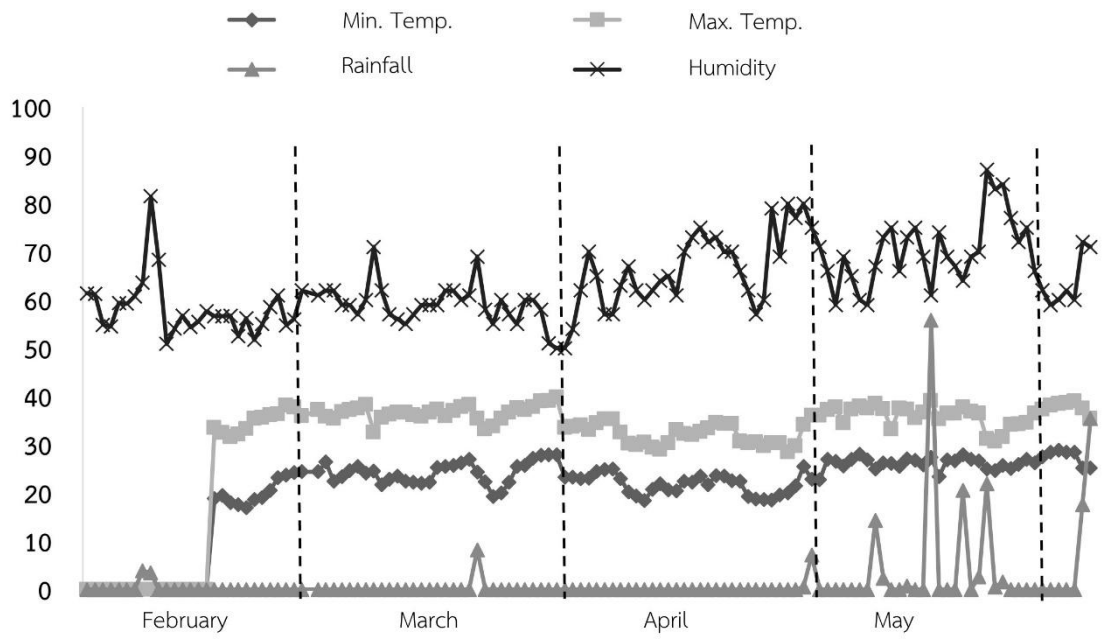


Figure 1 Daily temperature, rainfall, and humidity during the sweet potato study priod in Ubon Ratchathani

เมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยวของมันเทศญี่ปุ่นทั้ง 4 สายพันธุ์พบว่ามันเทศต่างสายพันธุ์ส่งผลต่อจำนวนหัวต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติโดยมันเทศสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด (Purple Sweet Load) ให้จำนวนหัวสูงสุดที่ 14.00 หัวต่อต้น รองลงมาสายพันธุ์ซิลสวีท (Silk Sweet) (11.75 หัว) สายพันธุ์โอกินาวา (Purple Okinawa Kugami Imo) (6.25 หัว) และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (Yellow Kiaro Imo) (2.75 หัว) และเมื่อพิจารณาถึงเส้นผ่าศูนย์กลางหัวของมันเทศและความยาวของหัวมันเทศญี่ปุ่นพบว่ามันเทศต่างสายพันธุ์ส่งผลต่อความยาวหัวและเส้นผ่าศูนย์กลางหัวของมันเทศแตกต่างกันทางสถิติโดยสายพันธุ์เหลืองคิเอโระให้ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางหัวของมันเทศสูงสุดที่ 241.25 มิลลิเมตร และ 60.15 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา และสายพันธุ์ซิลสวีท (Table 2)

จากการพิจารณาน้ำหนักหัวแห้งเฉลี่ยต่อต้นพบว่าสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ดมีน้ำหนักหัวแห้งสูงสุดที่ 710 กรัมต่อต้น รองลงมาคือสายพันธุ์ซิลสวีท (197 กรัมต่อต้น) สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (166.25 กรัมต่อต้น) และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (27.50 กรัมต่อต้น) ด้านน้ำหนักแห้งทั้งหมดพบว่าสายพันธุ์ซิลสวีทให้น้ำหนักแห้งสูงสุดที่ 1.04 กรัมต่อต้น รองลงมาคือสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา และสายพันธุ์คิเอโระ ตามลำดับ ส่วนดัชนีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ (Table 3) ด้านผลผลิต พบว่ามันเทศญี่ปุ่นต่างสายพันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติโดยสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ดให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดที่ 2,348.80 กรัมต่อกระถาง รองลงมาคือสายพันธุ์ซิลสวีท (717.50 กรัม) สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (667.50 กรัม) และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (52.80 กรัม) ตามลำดับ (Table 3) จะเห็นได้ว่ามันเทศสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ดส่งผลให้จำนวนหัวต่อต้น และผลผลิตหัวสดสูงที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ซิลสวีท สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่มันเทศญี่ปุ่นกลุ่มนี้มีการตอบสนองการเจริญเติบโตได้ดี แต่ลักษณะหัวเป็นรูปรียาว (long elliptic) (Figure 2) เมื่อจัดผลผลิตตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขนาดดังนี้ ขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางหัว

ที่มากกว่า 5 เซนติเมตร ขนาดกลางที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 2–5 เซนติเมตรและขนาดเล็กที่เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร ขนาดที่ตลาดต้องการอยู่ในช่วงขนาดหัวกลางถึงขนาดหัวใหญ่ (อำนวย อรรถลัง และคณะ, 2556) จาก Table 2 และ Figure 2 เมื่อพิจารณาเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวมันเทศสามารถจำแนกขนาดของผลผลิตมันเทศสายพันธุ์เหลืองคิเอโระจัดอยู่ในกลุ่มขนาดใหญ่ แต่ผลผลิตมันเทศสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ดและสายพันธุ์ม่วงโอกินาวาจัดในกลุ่มผลผลิตขนาดกลาง และมันเทศสายพันธุ์ซิลสวีทจัดอยู่ในกลุ่มผลผลิตขนาดเล็ก จากการศึกษาครั้งนี้พบลักษณะหัวที่เกิดขึ้นในแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน (Kowyama et al., 2008; วราพงษ์ ภิระบรรณ์ และมนัสชญา สายพนัส, 2562) นอกจากพันธุกรรม ยังมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการติดเมล็ดและผลผลิต ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20–25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 62–75 เปอร์เซ็นต์ (Lebot, 2010) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ปลูกทดสอบที่อุณหภูมิเฉลี่ย 20–29 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง แต่มันเทศยังสามารถมีศักยภาพในการให้ผลผลิตได้

Table 2 Numbers of tuber, length of tuber, and width of tuber in sweet potatoes

Varieties	Number of tubers	Length of tubers	Width of tubers
	(no./tubers)	(mm)	(mm)
Purple Sweet Load	14.00[a]	133.95[b]	41.52[b]
Silk Sweet	11.75[b]	27.38[c]	8.22[c]
Purple Okinawa Kugami Imo	6.25[c]	100.15[b]	28.67[b]
Yellow Kiaro Imo	2.75[c]	241.25[a]	60.15[a]
F-test	**	**	**
CV. (%)	25.32	29.44	25.92

Means in the same column followed by the same lowercase letters are not significantly different at the 0.01 probability lever by DMRT **: Highly significant at the 0.01 probability level

คุณภาพผลผลิตของมันเทศญี่ปุ่น

ด้านน้ำหนักเปลือกของหัวมันเทศ พบว่าสายพันธุ์ที่ให้น้ำหนักเปลือกสูงสุดคือสายพันธุ์ซิลสวีทที่ 13.62 กรัม รองลงมา คือ สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด (12.78 กรัม) สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (10.90 กรัม) และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (3.15 กรัม) ตามลำดับ (Table 4) ความหนาเปลือกพบว่า สายพันธุ์ที่ให้ความหนาเปลือกสูงสุดคือ สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีท ลอร์ดที่ 0.21 มิลลิเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ซิลสวีท (0.17 มิลลิเมตร) สายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (0.07 มิลลิเมตร) และสายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (0.06 มิลลิเมตร) ตามลำดับ (Table 4) ด้านน้ำหนักเนื้อพบว่าสายพันธุ์ที่ให้น้ำหนักเนื้อมันเทศญี่ปุ่นสูงสุดคือสายพันธุ์ม่วงโอกินาวาที่ 201.63 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ซิลสวีท (150.95 กรัม) สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีท ลอร์ด (150.15 กรัม) และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (38.51 กรัม) ตามลำดับ (Table 4) และด้านความแน่นเนื้อพบว่าสายพันธุ์ที่ให้ความหนาแน่นเนื้อสูงสุดคือสายพันธุ์ซิลสวีทที่ 13.00 นิวตัน รองลงมาคือสายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (12.98 นิวตัน) สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด (12.01 นิวตัน) และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (5.90 นิวตัน) ตามลำดับ (Table 4) ซึ่งความแน่นเนื้อเป็นดัชนีบ่งบอกของอาหารสะสมและผนังเซลล์ ได้แก่ สารประกอบจำพวกเพคติน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เมื่อผลอายุมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการยึดตัวของเซลล์และความแข็งแรงของเนื้อเยื่อลดลง (ดนัย บุณย

เกียรติ, 2556) จากการศึกษานี้ ตรวจสอบความแน่นเนื้อเมื่อถึงการเก็บเกี่ยวจึงส่งผลให้ความแน่นเนื้อไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

Table 3 Tuber dry weight, total dry weight, harvest index (H.I.), and yields of sweet potatoes

Varieties	Tuber dry weight	Total dry weight	Harvest Index	Yields
	(g/plant)	(g/plant)		(g/pot)
Purple Sweet Load	710.00[a]	0.95[b]	0.92	2,348.80[a]
Silk Sweet	197.00[b]	1.04[a]	0.68	717.50[b]
Purple Okinawa Kugami Imo	166.25b[c]	0.70[b]	0.89	667.50[b]
Yellow Kiaro Imo	27.50[c]	0.52[c]	0.76	52.80[c]
F-test	**	**	ns	**
CV. (%)	36.32	18.88	37.30	24.95

Means in the same column followed by the same lowercase letters are not significantly different at the 0.01 probability level by DMRT, ns: non-significant, **: Highly significant at the 0.01 probability level

Table 4 Quality components of skin and flesh in sweet potatoes varieties

Varieties	Skin weight	Skin thickness	Fresh weight	Flesh firmness
	(g)	(mm)	(g)	(N)
Purple Sweet Load	12.78[a]	0.21[a]	150.15[a]	12.01[a]
Silk Sweet	13.62[a]	0.17[a]	150.96[a]	13.00[a]
Purple Okinawa Kugami Imo	10.90[a]	0.06[b]	201.63[a]	12.98[a]
Yellow Kiaro Imo	3.15[b]	0.07[b]	38.51[b]	5.90[b]
F-test	**	**	**	**
CV%	37.18	35.41	27.78	31.44

Means in the same column followed by the same lowercase letters are not significantly different at the 0.01 probability lever by DMRT, **: Highly significant at the 0.01 probability level

ในส่วนของค่าสี (L* a* และ b*) ที่เป็นค่าที่นิยมในการประเมินลักษณะปรากฏของตัวอย่างที่ทำการศึกษาโดยค่า L* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ส่วนค่า a* ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ค่า a* ที่เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และในค่า b* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง แต่ถ้าค่า b* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน (สุนทรี สมแสง, 2550; อรุณทิพย์ เหมะธุลิน และคณะ, 2555) ซึ่งผลการทดลองพบว่าการวัดค่าสีเปลือกและสีเนื้อของมันเทศมีค่า L* a* และ b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยในลักษณะค่า L* เปลือกของมันเทศสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด มีค่า L* สูงที่สุด (L* = 68.76) อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือสาย

พันธุ์ซิลสวีท (L* = 45.71) สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (L* = 37.72) และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (L* = 33.11) อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนลักษณะค่า L* เนื้อมันเทศของสายพันธุ์ซิลสวีทมีค่า L* สูงที่สุด (L* = 93.00) อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด (L* = 60.99) สายพันธุ์เหลือง คิเอโระ (L* = 60.08) และสายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (L* = 41.59) อย่างมีนัยสำคัญ (Table 5 and Figure 2)

ค่า a* ของเปลือกของมันเทศญี่ปุ่นสายพันธุ์ม่วงโอกินาวามีค่า a* = 47.79 ซึ่งมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อเทียบกับสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด มีค่า a* น้อยกว่าสายพันธุ์อื่น (a* = 7.02) ส่วนสีเนื้อให้ลักษณะค่า a* สูงที่สุด สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด (a* = 42.42) อย่างมีนัยสำคัญ (Table 5 and Figure 2)

ค่า b* ของเปลือกของมันเทศทุกสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่า b* ของสีเนื้อของมันเทศสายพันธุ์ซิลสวีทที่ b* = 29.94 รองลงมาคือสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (b* = 23.72) สายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ด (b* = -8.00) และ สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (b* = -15.58) อย่างมีนัยสำคัญ (Table 5 and Figure 2)

จากรายงาน อรุณทิพย์ เหมะธุลิน และคณะ (2555) ศึกษาความสัมพันธ์ของการประเมินค่าสีและปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวโพด 31 สายพันธุ์ พบว่าลักษณะปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางลบกับค่าสี L* และ b* แต่ลักษณะปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าสี a* ปิ่น โลหะวิทยากุล และคณะ (2557) รายงานสารเบต้าแคโรทีนเป็นลักษณะปริมาณ โดยสารเบต้าแคโรทีนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าสี a* แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าสี L* ซึ่งการทดลองนี้กลุ่มพืชทดสอบเป็นกลุ่มมันเทศเปลือกม่วงแต่ลักษณะสีเนื้อแตกต่างกันให้ค่าสี L* และ b* แตกต่างกัน จึงมีความเป็นไปได้ที่มันเทศสายพันธุ์ซิลสวีทมีแนวโน้มปริมาณแอนโทไซยานินสูง และนอกจากนี้ ค่า b* ที่แสดงถึงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยเมื่อค่า b* เป็นลบจะแสดงสีน้ำเงินมาก การทดสอบนี้แสดงให้เห็นถึงสายพันธุ์ม่วงโอกินาวา แสดงค่า b* ที่ –15.58 แสดงถึงสีเนื้อมีความเป็นสีน้ำเงินมาก ซึ่งมีแนวโน้มถึงปริมาณแอนโทไซยานินที่สะสมในมันเทศ แต่ทั้งนี้การทดสอบครั้งนี้ไม่ได้ทดสอบด้านปริมาณแอนโทไซยานิน

Table 5 Skin and flesh color value (L*, a* and b*) of sweet potatoes varieties

Varieties	Skin color			Flesh color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Purple Sweet Load	68.76^{a}	7.02^{b}	-1.98	63.99^{a}	42.12^{a}	-8.00^{b}
Silk Sweet	45.71^{b}	40.75^{a}	-2.74	63.00^{a}	-6.24^{d}	29.94^{a}
Purple Okinawa Kugami Imo	37.72^{b}	47.79^{a}	-4.42	41.59^{b}	34.01^{b}	-15.58^{b}
Yellow Kiaro Imo	33.11^{b}	38.10^{a}	-5.26	60.80^{b}	2.25^{c}	23.72^{a}
F-test	**	*	ns	*	**	**
CV. (%)	24.59	27.84	10.19	32.43	15.30	17.22

Means in the same column followed by the same lowercase letters are not significantly different at the 0.05 and 0.01 probability lever by DMRT, ns: non-significant, *: Significant at the 0.05 probability level, **: Highly significant at 0.01 probability level

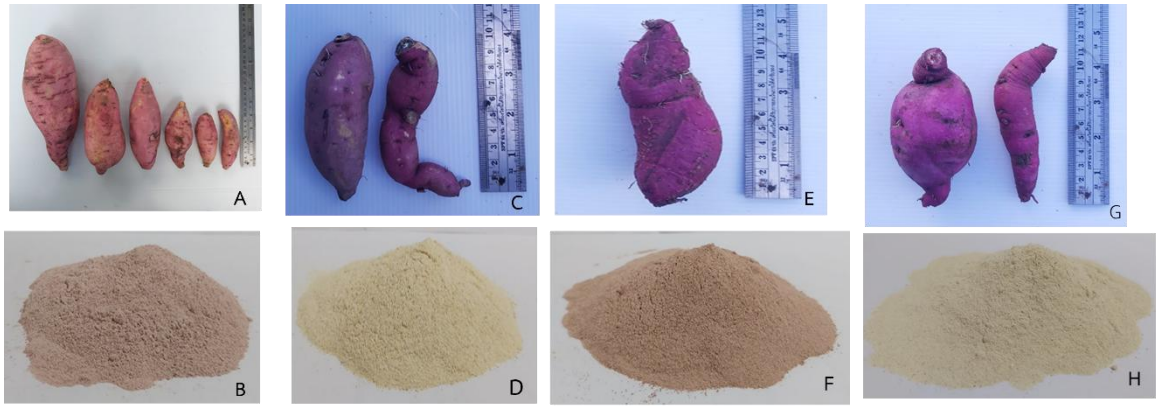


Figure 2 Flesh and powder color of (A-B) Purple Sweet Load; (C-D) Silk Sweet; (E-F) Purple Okinawa Kugami Imo and; (G-H) Yellow Kiaro Imo

สรุปผล

ผลการศึกษาศักยภาพในการปลูกมันเทศญี่ปุ่นในพื้นที่จำกัดพบว่ามันเทศสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ดให้จำนวนหัวต่อต้นสูงถึง 14 หัว และให้ผลผลิตหัวสูงสุดถึง 2,348.80 กรัมต่อกระถาง รองลงมาคือ สายพันธุ์ซิลสวีท (717.50 กรัมต่อกระถาง) สายพันธุ์ม่วงโอกินาวา (667.50 กรัมต่อกระถาง) และสายพันธุ์เหลืองคิเอโระ (52.80 กรัมต่อกระถาง) ตามลำดับ และมีปริมาณความร้อนสะสมจนถึงระยะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 1372–1377 GDD เมื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของมันเทศพบว่าประเมินด้านสีเปลือกของสายพันธุ์เพอเพิ้ลสวีทลอร์ดมีความสว่างมากแต่มันเทศสายพันธุ์ซิลสวีท สายพันธุ์ม่วงโอกินาวาและสายพันธุ์เหลืองคิเอโระมีความสว่างของสีเปลือกค่อนข้างน้อยและสีเนื้อมันเทศทุกสายพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ และความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 12–13 นิวตัน ตามลำดับ โดยมันเทศสายพันธุ์ม่วงเพอเพิ้ลสวีทลอร์ดมีลักษณะเด่นคือผิวเปลือกแดง เนื้อสีม่วง เจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง มันเทศสายพันธุ์ซิลสวีทมีลักษณะเด่นคือ ผิวเปลือกสีม่วงเข้ม เนื้อสีเหลืองแต่ให้ผลผลิตปานกลาง มันเทศสายพันธุ์ม่วงโอกินาวามีลักษณะเด่นคือผิวเปลือกสีม่วงเข้ม เนื้อสีม่วงเข้มแต่ให้ผลผลิตปานกลาง มันเทศสายพันธุ์เหลืองคิเอโระมีลักษณะเด่นคือ ผิวเปลือกสีม่วงเข้ม เนื้อสีเหลืองอ่อนแต่ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะวิจัยขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้ออำนวยความสะดวกสำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. (2568). *สถิติการนำเข้าส่งออก.* https://www.customs.go.th/statistic_report.php?show_search=1&s=Vg6xdHYKMMGcvuLS.

เฉลิมพล แซมเพชร. (2542). *สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่.* ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณรงค์ แดงเปี่ยม, ดรุณี เพ็งฤกษ์, อนุรักษ์ สุขขารมย์, ทวีป หลวงแก้ว, เสงี่ยม แจ่มจำรูญ, วราพงษ์ ภิระบรรณ์ และมนัสชญา สายพนัส. (2558). *การผสมและคัดเลือกพันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วงเพื่อให้ได้สารแอนโทไซยานินสูง (ชุดที่3)* รายงานโครงการวิจัยการพัฒนาการผลิตมันเทศ ปี 2558. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 กรมวิชาการเกษตร.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2556). *สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). โอเดียนสโตร์.

ธัญญารัตน์ แตงสีนวล, นนทวัฒน์ มากดี, อนุกูล ศรีไสล, สุพัตรา คำเรียง, ฆนาลัย เข็มเอี่ยม, ปรมาภรณ์ วงค์คำชาญ และ ภัทร์ลดา สุธรรมวงศ์. (2567). ผลของวันปลูกที่แตกต่างกันต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของมันเทศ. *การเกษตรราชภัฏ, 23*(1), 38-46.

นรินทร์ พูลเพิ่ม. (2542). *การปลูกมันเทศ*. https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2019/11/เทคโนโลยีการผลิตมันเทศ.pdf

ปิ่น โลหะวิทยากุล, ปณาลี ภู่วรกุลชัย, วรพล ลากุล, วรลักษณ์ ประยูรมหิศร, และอัญมณี อาวุชานนท์. (2557). การศึกษาการกระจายตัวของลักษณะปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของประชากรรุ่น F2 ของฟักทองลูกผสมข้าวตอก-573. *แก่นเกษตร, 42*(ฉบับพิเศษ3), 858-863.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). (2565). *มันเทศญี่ปุ่นแฟนซีบนพื้นที่สูง 4 พันธุ์ 4 สี หลากหลายคุณประโยชน์*. https://www.hrdi.or.th/articles/Detail/1548.

วราพงษ์ ภิระบรรณ์ และ มนัสชญา สายพนัส. (2562). *การปรับปรุงพันธุ์มันเทศเนื้อสีส้ม*. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 18* (น.1-7). ณ โรงแรมริชมอนด์ สไตลล์ลิช คอนเวนชั่น นนทบุรี.

สถาบันวิจัยพืชสวน. (2559). *เทคโนโลยีการผลิตมันเทศ*. กรมวิชาการเกษตร.

สุนทรี สมแสง. (2550). *การเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของลิ้นจี่ (พันธุ์กวางเจา) ที่ถนอมด้วยความดันสูงยิ่งและความร้อน*[วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. ThaiLis.

ศิริลักษณ์ กมล, พงศ์ชัย ไชยพิเศษ, สินีนาฏ กาญจนเกียรติกุล, ทชาอร ลิมังกูร, ธีระศักดิ์ ศรีวิชัย, ศราวุธ พานทอง, ณัฐณิชา นันเต๋, สุธัญญา เจริญทรัพย์, ผดุงศักดิ์ อินอภัยพงษ์, สิทธานนท์ ศรีวิทะและ ธนัชกร คำปัน. (2563) *ศึกษาการปลูกมันเทศญี่ปุ่น 5 พันธุ์.* รายงานโครงการวิจัยการพัฒนาการผลิตมันเทศ. สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่.

อำนวย อรรถลัง, ณรงค์ แดงเปี่ยม, ทิพย์ดรุณี สิทธินาม และสุภาวดี สมภาค. (2556) *การเปรียบเทียบพันธุ์มันเทศญี่ปุ่น.* รายงานโครงการวิจัยการพัฒนาการผลิตมันเทศ. สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่

อรุณทิพย์ เหมะธุลิน, สกุลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง และสุดาทิพย์ อินทร์ชื่น. (2555). ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (L*, a* และ b*) กับปริมาณแอนโทไซยานินในเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. *แก่นเกษตร, 40* (ฉบับพิเศษ 4), 59-64.

อังคณา วงษ์สกุล. (2562). บทบาทของสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ต่อการยับยั้งเซลล์มะเร็งในระดับโมเลกุล. *วิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชีย* ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *13*(3), 59-66.

Amina, M. N., Kundub, B. C., Rahmana, M., Rahmana, M. M., & Uddinc, M. M. (2020). Promising early planting and stress-tolerant potato genotypes for northern Bangladesh. Malaysian *journal of sustainable agriculture*, *5*(1), 16–20.

FAO. (2016). *Crops*. http://www. fao.org/faoatat/en/#data/QC.

Khan, A. A., Jilani, M. S., Khan, M. Q., & Zubair, M. (2011). Effect of seasonal variation on tuber bulking rate of potato. *The journal of animal & plant scie*nces, *21*(1), 31–37.

Kowyama, Y., Tsuchiya, T., & Kakeda, K. (2008). Molecular Genetics of Sporophytic Self-Incompatibility in Ipomoea, a Member of the Convolvulaceae. In V. E. Franklin-Tong (Ed.), *Self-Incompatibility in Flowering Plants: Evolution, Diversity, and Mechanisms* (pp. 259–274). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/-10.1007/978-3-540-68486-2_12

Lebot, V. (2010). Sweet potato. In Bradshaw, J.E., (Ed.), *Handbook of plant breeding 7: root and tuber crops* (pp. 97-125). Springer Science & Business Media BV, Netherland.

Robinson, R. G. (1971). Sunflower phenology—year, variety, and date of planting effects on day and growing degree-day summations1. *Crop science*, *11*(5), 635–638. https://doi.org/10.2135/cropsci-1971.0011183X001100050009x

Received: May 6, 2025 **Revised:** May 26, 2025 **Accepted:** June 20, 2025

ผลของการเสริมดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่นในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพไข่และสีไข่แดง

Effects of Marigold Flower and Peacock Flower Meal Supplementation in Layer Diet on Egg Quality and Yolk Color

พรนภา พันโบ[1] วรัญญา มหามาตย์[1] ศุภชัย เวียงคำ[1] และ เกชา คูหา[1*]

Pornnapa Punbo[1] Warunya Mahamatr[1] Supachai Wiengkham[1] and Kecha Kuha[1*]

[1] สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

[1] Department Animal Science, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani, Thailand. 34000

บทคัดย่อ

ศึกษาคุณภาพไข่ไก่และสีไข่แดงเมื่อเสริมดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่นในอาหาร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ทรีทเมนต์ คือ การให้อาหารไก่ไข่สำเร็จทางการค้า (กลุ่มควบคุม) และการให้อาหารไก่ไข่สำเร็จทางการค้าเสริมดอกดาวเรืองป่น 1.0% และเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งป่น 1.0%ของอาหาร วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวิธีพหุดันแคนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การศึกษาพบว่า การเสริมดอกดาวเรืองป่นส่งผลให้คะแนนสีไข่แดงเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติภายในสัปดาห์แรกของการทดลอง คะแนนสีไข่แดงยังคงระดับสูงกว่าต่อเนื่องไปตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ การเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งป่นส่งผลให้คะแนนสีไข่แดงสูงกว่าทรีทเมนต์ควบคุมในสัปดาห์ที่สามของการทดลอง โดยการเสริมสารสีจากวัตถุดิบทั้งสองส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ hen day อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 โหล น้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว และดัชนีคุณภาพไข่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับทรีทเมนต์ควบคุม ดังนั้น การเสริมดอกดาวเรืองป่นระดับ 1%ในอาหาร จึงเป็นเป็นทางเลือกในการนำวัตถุดิบธรรมชาติที่มีศักยภาพช่วยปรับปรุงคุณภาพสีไข่แดง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของแม่ไก่ไข่และคุณภาพไข่

คำสำคัญ: ไก่ไข่ ดอกดาวเรือง ดอกหางนกยูงฝรั่ง สีไข่แดง คุณภาพไข่

*Corresponding author: kecha.k@ubru.ac.th

Abstract

The quality of eggs and the hue of yolks were examined after incorporating meals from marigold flowers *(Tagetes spp.)* and peacock flowers *(Delonix regia (Bojer Ex Hook.) Rafin.)* into the diet of layers. The study design was completely randomized (CRD), comprising three treatments. The treatment consisted of a commercial layer diet (CLD; control) and CLD supplemented with 1.0% marigold and peacock flower meal. The data were subjected to analysis of variance, and the means were compared utilizing Duncan's multiple range test within a statistical software application. The research revealed that incorporating marigold flower meal into the diet significantly enhanced the yolk color score compared to the control treatment throughout the initial week of the trial. During the eight-week duration, the egg color score remained persistently high. Supplementation with peacock flower meal can induce variations in yolk color compared to the control treatment by the third week of the experiment. Feed intake, hen day egg production, feed conversion ratio per dozen eggs, feed cost per dozen eggs, egg weight, egg albumen height, and egg quality index were all influenced by either material color that was not substantially different. Consequently, the inclusion of 1% marigold in the diet served as an alternative method for enhancing yolk color quality. This does not affect the performance of laying hens or the quality of eggs.

Keywords: layer, marigold flower, peacock flower, yolk color, egg quality

บทนำ

ผู้บริโภคไข่ไก่ในประเทศไทยนิยมไข่เปลือกสีน้ำตาลและไข่แดงสีเข้ม โดยมีความเชื่อว่าไข่สีสันสดใสอุดมไปด้วยสารอาหารและมีรสชาติที่ดีกว่า สอดคล้องว่าไก่ที่สุขภาพดีจะให้ไข่แดงสีเข้มกว่าไก่สุขภาพไม่ดี (Cisneros, 2021) เป็นเหตุให้การทำสูตรอาหารเลี้ยงไก่ไข่ในอุตสาหกรรมมักทำการผสมสารสีสังเคราะห์ จำพวกสารคาโรฟิลล์ (carophyll) แคนตาแซนทีน (cantaxanthin) ช่วยเพิ่มสีไข่แดง แม้ในสูตรอาหารมีแหล่งสารสีจากข้าวโพดอยู่แล้วก็ตาม ซึ่งสารสีสังเคราะห์เป็นเพียงสารให้สี ไม่มีคุณค่าทางอาหารแต่อย่างไร และมีราคาแพงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ (สุภาพร และคณะ, 2537) จึงมีแนวทางการนำสารสีจากพืชในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ ซึ่ง ดาวเรือง (marigolds) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tagetes* spp. เป็นไม้ดอกล้มลุก มีดอกหลายเฉดสีขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ในกลีบดอกดาวเรืองจะมีสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ คือ แซนโทฟิลล์ (xanthophyll)(Leigh Hadden et al., 1999) ดาวเรืองกลุ่มดอกสีส้มเหมาะสำหรับปลูกเป็นพืชสีมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์ทอรีดอร์ ออเรนจ์เลดี้ ปั้มกิ้นครัช และ อะพอลโล โดยมีปริมาณแซนโทฟิลล์ เท่ากับ 15,249.54 13,751.34 13,376.79 และ 13,323.32 ppm. ตามลำดับ (สมเพียร, 2546) กลีบดอกดาวเรืองที่มีปริมาณแซนโทฟิลล์สูงสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารเพิ่มสีไข่แดงและสีผิวหนังไก่ได้

(สุภาพร และคณะ, 2537; Guenthner et al., 1973; Lokaewmanee, et al., 2011) ด้วยคุณสมบัติของสาร β-carotenes ทำหน้าที่เป็นโปรวิตามินเอ ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอเมื่อเข้าสู่ร่างกาย แซนโทฟิลล์เป็นส่วนประกอบของลูทีน (lutein) เป็นสารช่วยบำรุงสายตา และซีแซนธิน (zeaxanthin) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ป้องกันการเกิดมะเร็ง (malignant tumors) และมะเร็งต่อมน้ำเหลือง (non-Hodgkin lymphoma) (Kelemen et al., 2006) ส่วนหางนกยูงฝรั่ง (peacock flower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Delonix regia* (Bojer Ex Hook.) Rafin. ลักษณะเป็นไม้ยืนต้น สูง 10 – 15 เมตร ออกดอกสีแดงแสดหรือเหลืองในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน ดอกหางนกยูงฝรั่งมีสารแคโรทีนอยด์ที่สำคัญอยู่หลายชนิด ได้แก่ γ-carotene, rubicxanthin, phytoene, lycopene, lutein, zeaxanthin และ phytofluene (Veigas et al., 2012) การขนส่งและการดูดซึมแคโรทีนอยด์เกิดขึ้นหลังการถูกย่อยในลำไส้เล็ก แคโรทีนอยด์ถูกละลายผสมอยู่ใน micelle (Parker, 1996) แล้วถูกดูดซึมผ่านเซลล์ของลำไส้เล็กรวมกันเป็น chylomicrons นำส่งเข้าสู่ระบบน้ำเหลือง แล้วถูกส่งเข้าระบบลำเลียงเลือดกระจายไปยังเซลล์เนื้อเยื่อตับ (During et al., 2005) ด้วยความช่วยเหลือจากไลโปโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ แคโรทีนอยด์หลังถูกดูดซึมจะสะสมในเซลล์ไขมัน จึงถูกสะสมรวมอยู่ในไข่แดงในที่สุด (Pérez-Vendrell et al., 2001) เช่นเดียวกับดาวเรือง สารสีในดอกหางนกยูงฝรั่งอาจจะสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งสารสีในอาหารสัตว์ปีกได้ (Veigas et al., 2012) การขนส่งและการดูดซึมจะขึ้นอยู่กับประเภทของแคโรทีนอยด์ ปริมาณที่ได้รับในอาหาร และโมเลกุลพื้นฐานของสารสีที่มีอยู่ในแหล่งวัตถุดิบอาหาร (da Silva Pires et al., 2020) การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมสารสีจากดอกดาวเรืองและดอกหางนยูงฝรั่งในอาหารไก่ไข่ว่าส่งผลต่อสีไข่แดง คุณภาพไข่ และสมรรถภาพการผลิตของแม่ไก่ไข่ เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงคุณภาพสีไข่แดงโดยการเสริมสารสีจากแหล่งธรรมชาติและการลดต้นทุนการผลิตไก่ไข่

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ประกอบด้วย 3 ทรีทเมนต์ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารไก่ไข่สำเร็จรูปทางการค้า (กลุ่มควบคุม)

ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารไก่ไข่สำเร็จรูปทางการค้า เสริมดอกดาวเรืองป่น 1.0 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร

ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารไก่ไข่สำเร็จรูปทางการค้า เสริมดอกหางนกยูงป่น 1.0 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร

แต่ละทรีทเมนต์ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยประกอบด้วยไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวซ์ระยะไข่ อายุ 40 สัปดาห์ จำนวน 5 ตัว รวมใช้แม่ไก่ทั้งสิ้น 45 ตัว เลี้ยงในกรงตับแบบขังเดี่ยว ให้มีน้ำสะอาดสำหรับดื่มกินตลอดเวลา แบ่งให้อาหารวันละ 2 มื้อ คือ มื้อเช้าเวลา 07.00 น. และมื้อบ่ายเวลา 15.00 น. เปิดไฟให้แสงสว่างวันละ 15 ชั่วโมง

การจัดเตรียมดอกดาวเรืองป่น ดอกหางนกยูงฝรั่งป่น และอาหารทดลอง

เก็บดอกดาวเรือง และดอกหางนกยูงฝรั่งจากต้น นำมาคัดแยกเอาเฉพาะกลีบดอก แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อน (hot air oven) เพื่อลดปริมาณน้ำอิสระหรือลดความชื้นลง (water activity; a_w) ให้ต่ำกว่า 0.7 จากนั้นบดวัตถุดิบทั้งสองด้วยเครื่องสับปั่น (blender) ให้ละเอียด กรองเอาส่วนผงด้วยตระแกรงร่อน ขนาด 2 มิลลิเมตร บรรจุผงจากการร่อนในถุงซิปล็อก นำไปเป็นส่วนผสมอาหารไก่ไข่สำเร็จรูปทางการค้า การเตรียมอาหารทดลอง ทำการคำนวนหาปริมาณดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่น คิดเป็น 1% ของน้ำหนักอาหาร และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอล การผสมดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่นกับอาหาร โดยตักอาหารจากกองมาจำนวน

หนึ่ง แล้วผสมคลุกเคล้ากันให้ทั่วถึงก่อนนำส่วนผสมไปคลุกเคล้ากับกองอาหารส่วนที่เหลือ กระทั่งวัตถุดิบผสมเข้ากันดี บรรจุอาหารใส่กระสอบสำหรับนำไปทดลองเลี้ยงไก่ไข่ และสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารใส่ภาชนะที่ปิดมิดชิดเก็บรักษาในตู้เย็น สำหรับนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์คุณภาพไข่

ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กิน (feed intake) และบันทึกการให้ไข่ของแม่ไก่แต่ละตัวเป็นรายวัน นำบันทึกข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่รายวัน (hen day egg production; HD) อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ 1 โหล สุ่มเก็บไข่หน่วยทดลองละ 3 ฟอง ในวันสุดท้ายของทุกสัปดาห์ นำมาตรวจสอบคุณภาพภายใน 24 ชั่วโมง ด้วยเครื่องตรวจคุณภาพไข่ (Egg Multi Tester) รุ่น EMT-5200 (Robotmation Co., Ltd, Japan) ตรวจวัดน้ำหนักไข่ทั้งฟอง (whole egg weight), ความสูงไข่ขาว (albumen height), สีไข่แดง (yolk color score), ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของไข่ (Haugh unit) ซึ่งตัวเครื่องคำนวณให้อัตโนมัติจากสมการ $HU = 100 \times \log (H-1.7W^{0.37}+7.6)$ เมื่อ H คือ ความสูงของไข่ขาว; W คือ น้ำหนักไข่ทั้งฟอง และวัดสีไข่แดงด้วยพัดเทียบสี (Yolk Colour Fan, Thailand) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับการวัดด้วยเครื่อง Egg Multi Tester และวัดความหนาของเปลือกไข่ (shell thickness) โดยใช้ electronic digital caliper

การวิเคราะห์ค่าโภชนะอาหารทดลอง

ตัวอย่างอาหารที่สุ่มเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น นำมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, %DM), โปรตีนหยาบ (crude protein, %CP), เถ้า (ash, %), ไขมัน (ether extract, %EE), เยื่อใยหยาบ (crude fat, %CF), และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (nitrogen free extract, %NFE) (AOAC, 2019) ผลการวิเคราะห์ค่าโภชนะอาหารทดลอง ดังตารางที่ 1

Table 1 Nutrition contents of experimental diet

Contents	Commercial diet (control)	Commercial diet + 1% marigold flower meal	Commercial diet + 1% peacock flower meal	P-Value
DM (%)	90.97 ± 1.11	90.62 ± 0.97	91.60 ± 0.12	0.41
CP (%)	14.08 ± 0.27	15.37 ± 0.37	15.07 ± 0.28	0.16
CF (%)	28.94 ± 0.25^{b}	29.40 ± 0.15^{a}	28.84 ± 0.17^{b}	0.03
EE (%)	2.14 ± 0.36	1.51 ± 0.90	1.91 ± 0.15	0.43
NFE (%)	24.99 ± 1.47	25.76 ± 2.34	24.21 ± 0.84	0.55
Ash (%)	14.80 ± 0.27	15.37 ± 0.37	15.07 ± 0.28	0.16

^{ab} different letters in the same row denote a highly significant difference ($p<0.05$)

DM = dry matter (%), CP = crude protein (%), CF = crude fat (%), EE = ether extract (%), NFE = nitrogen free extract (%), Ash (%),

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลค่าสังเกตการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย วิธี Duncan's multiple range test และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ค่าคะแนนสีไข่แดงจากระหว่างพัดเทียบสีกับเครื่องตรวจคุณภาพไข่ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SAS® On Demand for Academics

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่

จากการทดลองพบว่า แม่ไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จทางการค้า (control) และแม่ไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จทางการค้าเสริมดอกดาวเรืองป่น และดอกหางนกยูงป่น 1% ในอาหาร มีปริมาณการกินได้ ผลผลิตไข่จากจำนวนแม่ไก่แต่ละวัน อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล และต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 โหล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 2 โดยปริมาณอาหารที่ไก่กินใกล้เคียงกับช่วงแนะนำตามคู่มือการเลี้ยงไก่พันธ์อีซ่าบราวซ์ ที่ 112 กรัม/ตัว/วัน (Hendrix Genetics Corp, 2020) โดย Adegbenro et al. (2020) แนะนำการอาหารเลี้ยงไก่อีซ่าบราวน์ที่ไนจีเรีย ควรให้อาหาร 115 กรัม/ตัว/วัน จะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุด

Table 2 Comparison of productive performance of layer supplemented with marigold flower and peacock flower meals

Traits	control	1% MFM	1% PFM	P-Value
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	
Feed intake (g/h/d)	113.81 ± 0.72	113.98 ± 0.46	113.41 ± 1.36	0.75
Hen day of egg production (%)	88.82 ± 1.68	89.05 ± 1.15	88.09 ± 2.09	0.78
Feed intake per dozen egg (kg)	1.56 ± 0.04	1.55 ± 0.03	1.57 ± 0.05	0.82
Feed cost per dozen egg (bath)	23.91 ± 0.59	23.76 ± 0.44	24.03 ± 0.75	0.86

MFM = marigold flower meals, PFM = peacock flower meals

ลักษณะคุณภาพไข่ไก่

คุณภาพไข่ไก่เมื่อทำการเสริมเสริมดอกดาวเรืองป่น และดอกหางนกยูงป่น 1% ในอาหารสำเร็จทางการค้าส่งผลต่อค่าบ่งชี้คุณภาพไข่ คือ น้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ความหนาเปลือกไข่ ค่าบ่งชี้ถึงคุณภาพไข่ (Haugh unit; HU) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยทรีทเมนต์ที่ทำการเสริมดอกหางนกยูงฝรั่ง 1% มีแนวโน้มจะมีค่า HU ต่ำกว่า ทรีทเมนต์ควบคุม โดยการเสริมดอกดาวเรืองป่นมีค่าบ่งชี้ถึงคุณภาพไข่ HU สูงที่สุด อย่างไรก็ตามค่าบ่งชี้คุณภาพไข่ HU ทั้ง 3 ทรีทเมนต์สูงกว่า 72 เมื่อจัดคลาสตามมาตรฐานคุณภาพไข่ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) สามารถจัดคุณภาพอยู่ในคลาสระดับ AA (USDA, 2000) โดย มาตรฐานคุณภาพไข่ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา แบ่งเป็น คลาส AA มีค่า HU 72 หรือสูงกว่า คลาส A มีค่า HU ระหว่าง 71 – 60 คลาส B มีค่า HU ระหว่าง 59 – 31 และ คลาส C มีค่า HU 30 หรือต่ำกว่า (USDA, 2000) ซึ่งเกรดคุณภาพไข่สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากปัจจัยเนื่องจากอายุการเก็บรักษา อุณภูมิเก็บรักษา การเคลือบผิวเปลือกไข่ และชนิดของวัสดุเคลือบผิวไข่ (Nongtaodum et al., 2013; Yüceer and Caner, 2020)

Table 3 Comparison of egg quality of layer supplemented with marigold flower and peacock flower meals

Traits	control	1% MFM	1% PFM	P-Value
	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	
Egg weight (g)	57.26 ± 0.94	58.11 ± 1.46	56.84 ± 2.28	0.65
Egg albumen height (mm)	6.62 ± 0.15	6.96 ± 0.43	6.22 ± 0.45	0.12
Haugh unit	81.36 ± 1.09	83.71 ± 2.25	78.34 ± 2.69	0.06
Egg shell thickness (mm)	0.20 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.37

MFM = marigold flower meals, PFM = peacock flower meals

สีไข่แดง

การเปลี่ยนแปลงสีไข่แดงตลอด 8 สัปดาห์ของการทดลอง จากการวัดด้วยเครื่องตรวจคุณภาพไข่ (egg multi tester, รุ่น EMT-5200) ดังตารางที่ 4 และรูปที่ 1(a) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของสีไข่แดงหลังแม่ไก่ได้รับการเสริมแหล่งสารสีจากดอกดาวเรืองป่นเพิ่มสูงขึ้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) จากทรีทเมนต์ควบคุมตั้งแต่สัปดาห์แรกหลังการเสริม โดยสีไข่แดงของทรีทเมนต์เสริมดอกดาวเรืองป่นมีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ซึ่งคะแนนสีไข่แดงเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 1.94 เป็น 3.64 คะแนน คิดเป็นคะแนนที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 87.78 ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีไข่แดงเมื่อเสริมดอกหางนกยูงป่น พบว่า สารสีจากดอกหางนกยูงป่นสามารถเพิ่มคะแนนสีไข่แดงได้ แม้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับทรีทเมนต์ควบคุมในช่วงสัปดาห์ที่ 1 – 4 ของการทดลอง แต่ในช่วงการทดลองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 – 8 และคะแนนสีไข่แดงตลอดการทดลอง พบว่ามีความความแตกต่างทางสถิติกับทรีทเมนต์ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.05$) บ่งชี้ว่าการเสริมดอกดาวเรืองป่นสามารถเพิ่มสีไข่แดงได้ไว และสูงกว่าการเสริมดอกหางนกยูงป่นในอัตราการใช้ 1%ในอาหารเท่ากัน และสูงกว่าการไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงสีไข่แดง จากการใช้สายตาด้วยพัดเทียบสี (egg color fan) ให้ผลในทิศทางเดียวกันกับการวัดด้วยเครื่อง แม้ค่าที่วัดได้จะสูงกว่าการวัดด้วยเครื่องตรวจคุณภาพไข่ในทุกทรีทเมนต์ ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 1(b) พบว่า การเสริมดอกดาวเรืองป่นส่งผลต่อการเพิ่มสีไข่แดงกว่าการไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ตั้งแต่สัปดาห์แรกกระทั่งสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง ส่วนการเสริมดอกหางนกยูงป่นส่งผลให้คะแนนสีไข่แดงเริ่มแตกต่างจากทรีทเมนต์ควบคุมในสัปดาห์ที่ 3 ของการทดลอง เมื่อพิจารณาคะแนนสีไข่แดงเฉลี่ยตลอดการทดลอง พบว่า การเสริมดอกดาวเรืองป่นสามารถเพิ่มสีไข่แดงได้มากที่สุด ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการเสริมดอกหางนกยูงป่นที่สามารถเพิ่มสีไข่แดงได้รองลงมา และการเสริมดอกหางนกยูงป่นที่สามารถเพิ่มสีไข่แดงได้มากกว่าทรีทเมนต์ที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 4 Comparison of yolk color measurements using the egg multi tester throughout 8-week experiment

week	control	1% MFM	1% PFM	P-Value
	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	
1	1.96 ± 0.22^{b}	3.14 ± 0.43^{a}	2.06 ± 0.05^{b}	0.01
2	2.19 ± 0.54^{b}	4.21 ± 0.63^{a}	2.78 ± 0.78^{b}	0.02
3	2.17 ± 0.34^{c}	4.51 ± 0.24^{a}	3.07 ± 0.64^{b}	0.002
4	2.32 ± 0.62^{b}	4.14 ± 0.38^{a}	2.84 ± 0.51^{b}	0.01
5	1.79 ± 0.30^{b}	2.99 ± 0.63^{a}	2.72 ± 0.08^{a}	0.03
6	1.94 ± 0.17^{c}	4.20 ± 0.67^{a}	3.07 ± 0.68^{b}	0.009
7	1.52 ± 0.21^{c}	3.28 ± 0.48^{a}	2.18 ± 0.11^{b}	0.001
8	1.61 ± 0.29^{b}	2.62 ± 0.22^{a}	2.72 ± 0.33^{a}	0.02
average	1.94 ± 0.20^{c}	3.64 ± 0.36^{a}	2.68 ± 0.20^{b}	0.001

^{abc} different letters in the same row denote a high significant difference ($p<0.05$)

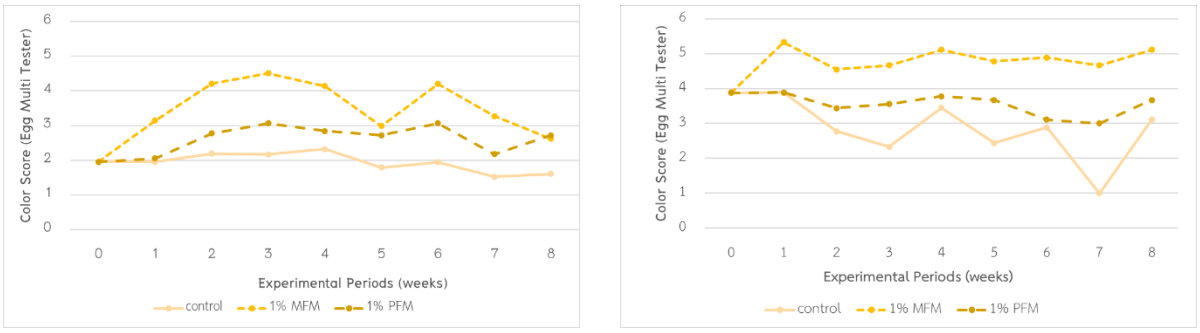
MFM = marigold flower meals, PFM = peacock flower meals

Table 5 Comparison of yolk color measurements using the yolk color fan throughout 8-week experiment

week	control	1% MFM	1% PFM	P-Value
	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	
1	3.89 ± 0.19^{b}	5.33 ± 0.00^{a}	3.89 ± 0.19^{b}	<.0001
2	2.78 ± 1.02^{b}	4.55 ± 0.39^{a}	3.44 ± 0.20^{ab}	0.04
3	2.33 ± 0.58^{c}	4.67 ± 0.34^{a}	3.56 ± 0.20^{b}	0.001
4	3.45 ± 0.69^{b}	5.11 ± 0.19^{a}	3.78 ± 0.77^{b}	0.03
5	2.44 ± 0.20^{c}	4.78 ± 0.51^{a}	3.67 ± 0.67^{b}	0.003
6	2.89 ± 0.84^{b}	4.89 ± 0.70^{a}	3.11 ± 0.38^{b}	0.02
7	1.00 ± 0.00^{c}	4.67 ± 0.34^{a}	3.00 ± 0.33^{b}	<.0001
8	3.11 ± 0.38^{b}	5.11 ± 0.51^{a}	3.67 ± 0.33^{b}	0.003
average	2.74 ± 0.35^{c}	4.90 ± 0.23^{a}	3.51 ± 0.09^{b}	0.0001

^{ab} different letters in the same row denote a highly significant difference ($p<0.01$)

MFM = marigold flower meals, PFM = peacock flower meals



(a) (b)

Figure 1 Comparison yolk color score throughout 8-week experiment
(a) measurements using the egg multi tester (b) measurements using yolk color fan

ผลการทดลองสอดคล้อง Lokaewmanee et al., (2010); Matache et al., (2024) พบว่า การเสริมดอกดาวเรืองป่นสามารถเพิ่มสีไข่แดงได้ โดยสารแซนโทรฟิลล์ที่มีในดอกดาวเรืองสามารถเปลี่ยนสีไข่แดงของแม่ไก่ได้ การใช้สารสีดอกดาวเรืองนอกจากช่วยเพิ่มสีไข่ ยังช่วยสร้างความพึงพอใจแก่ผู้บริโภคได้ การเสริมผสมดอกนกยูงป่น 1% ในอาหารในการทดลองนี้ แม้สามารถเพิ่มสีไข่แดงได้ แต่ให้ผลต่อการเพิ่มสีไข่แดงได้น้อยกว่าการเสริมดอกดาวเรืองป่น ซึ่งจากการศึกษาของรุ่งรัตน์ และคณะ (2561) พบว่าการผสมดอกนกยูงป่นระดับ 1.5% ในสูตรอาหารไก่ไข่สามารถช่วยเพิ่มสีไข่แดง เพิ่มมวลไข่และน้ำหนักไข่ขาวได้ จึงแนะนำให้ใช้ในระดับดังกล่าว

สรุปผลการวิจัย

การเสริมดอกดาวเรืองป่น 1% และเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งป่น 1% ในอาหารสำเร็จทางการค้า ส่งผลทำให้คะแนนสีไข่แดงตลอดการทดลองทั้งจากเครื่องวัดไข่อัตโนมัติและจากพัดเทียบสีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเสริมดอกดาวเรืองป่น 1% ส่งผลต่อการเพิ่มสีไข่แดงมากกว่าเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งป่น 1% โดยส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตด้านอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณอาหารที่กิน, ผลผลิตไข่ hen day, อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล, ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 โหล, น้ำหนักไข่, ความสูงไข่ขาว และคุณภาพไข่ของแม่ไก่ไม่แตกต่างจากทรีทเมนต์ควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณฟาร์มเกษตร 50 พรรษามหาวชิราลงกรณ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการสืบพันธุ์สัตว์เลี้ยง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้การอนุเคราะห์วิเคราะห์ข้อมูลทางห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

รุ่งรัตน์ ประสมสุข, ศศิวิมล เมืองแมน, เจษฎา รัตนวุฒิ และบดี คำสีเขียว. (2561). ผลของการเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. *วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 35*(2) (พิเศษ 2), 15-21.

สมเพียร เกษมทรัพย์. (2546). *นิทรรศการงานวิจัย 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: ดาวเรือง.* ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาพร อิสริโยดม, ประทีป ราชแพทยาคม, ครวญ บัวคีรี, และวิไล สันติโสภาศรี. (2537). การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่ไข่. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์* (น. 34-38). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Adegbenro, M., Ajidara, A. S., Modupe, S. G., & Onibi, G. E. (2020). Performance and egg qualities of isa-brown layers fed different quantities of feed at varying feeding frequencies. *Turkish journal of agriculture-food science and technology*, *8*(4), 864–872. https://doi.org/10.24925/turjaf.v-8i4.864-872.3014

AOAC. (2019). *Official methods of analysis of AOAC international* (21st ed.). AOAC Internation- al.

Cisneros, F. (2021). *DMS-Firmenich egg yolk pigmentation guidelines.* https://www.dsm-firmenich.com/-anh/news/feed-talks/articles/eggyolk-pigmentation-guidelines.html

da Silva Pires, P. G., da Silva Pires, P. D., Cardinal, K. M., & Bavaresco, C. (2020). The use of coatings in eggs: A systematic review. *Trends in food science & technology*, *106*, 312–321. https://doi.org/10.1016/j.tifs.20-20.10.019

During, A., Dawson, H. D., & Harrison, E. H. (2005). Carotenoid transport is decreased and expression of the lipid transporters SR-BI, NPC1L1, and ABCA1 is downregulated in Caco-2 cells treated with ezetimibe. *The journal of nutrition*, *135*(10), 2305–2312.

Guenthner, E., Carlson, C. W., Olson, O. E., Kohler, G. O., & Livingston, A. L. (1973). Pigmentation of egg yolks by xanthophylls from corn, marigold, alfalfa and synthetic sources. *Poultry science*, *52*(5), 1787–1798.

Hadden, W. L., Watkins, R. H., Levy, L. W., Regalado, E., Rivadeneira, D. M., Van Breemen, R. B., & Schwartz, S. J. (1999). Carotenoid composition of marigold (*Tagetes erecta*) flower extract used as nutritional supplement. *Journal of agricultural and food chemistry*, *47*(10), 4189–4194. https://doi.org/10.1021/jf990096k

Hendrix Genetics Corp. (2020). *Isa brown product guide: Cage production systems*. https://frabopoultry.com/wp-content/uploads/2016/10/isa_brown_product_guide_cage_production_systems_vs.1.1web.pdf.

Kelemen, L. E., Cerhan, J. R., Lim, U., Davis, S., Cozen, W., Schenk, M., Colt, J., Hartge, P., & Ward, M. H. (2006). Vegetables, fruit, and antioxidant-related nutrients and risk of non-Hodgkin lymphoma: A National Cancer Institute–Surveillance, Epidemiology, and End Results population-based case-control study. *The American journal of clinical nutrition*, *83*(6), 1401–1410.

Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., Komori, T., & Saito, K. (2011). Enhancement of yolk color in raw and boiled egg yolk with lutein from marigold flower meal and

marigold flower extract. *The journal of poultry science, 48*(1), 25–32.

Matache, C.-C., Cornescu, G. M., Drăgotoiu, D., Ci**Ș**mileanu, A. E., Untea, A. E., Săracilă, M., & Panaite, T. D. (2024). Effects of marigold and paprika extracts as natural pigments on laying hen productive performances, egg quality and oxidative stability. *Agriculture*, *14*(9), 1464. https://doi.org/-10.3390/agriculture14091464

Nongtaodum, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Dhamvithee, P., No, H. K., & Prinyawiwatkul, W. (2013). Oil coating affects internal quality and sensory acceptance of selected attributes of raw eggs during storage. *Journal of food science*, *78*(2), S329–S335. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12035

Ortiz, D., Lawson, T., Jarrett, R., Ring, A., Scoles, K. L., Hoverman, L., Rocheford, E., Karcher, D. M., & Rocheford, T. (2022). The impact of orange corn in laying hen diets on yolk pigmentation and xanthophyll carotenoid concentrations on a percent inclusion rate basis. *Journal of applied poultry research*, *31*(1), 100218. https://doi.org/10.1016/-j.japr.2021.100218

Parker, R. S. (1996). Absorption, metabolism, and transport of carotenoids. *The FASEB journal*, *10*(5), 542–551. https://doi.org/-10.1096/fasebj.10.5.8621054

Pérez-Vendrell, A. M., Hernandez, J. M., Llaurado, L., Schierle, J., & Brufau, J. (2001). Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry science*, *80*(3), 320–326. http://doi.org/10.1093/ps/- 80.3.320

USDA. (2000). *United States standards, grades, and weight classes for shell eggs. AMS 56.210.* https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/ media/Shell_Egg_Standard%5B1%-5D.pdf.

Veigas, J. M., Divya, P., & Neelwarne, B. (2012). Identification of previously unreported pigments among carotenoids and anthocyanins in floral petals of Delonix regia (Hook.) Raf. *Food research international*, *47*(1), 116–123.

Yüceer, M., & Caner, C. (2020). The effects of ozone, ultrasound and coating with shellac and lysozyme–chitosan on fresh egg during storage at ambient temperature. Part II: Microbial quality, eggshell breaking strength and FT-NIR spectral analysis. International *Journal of food science and technology*, *55*(4), 1629–1636.

Received: April 17, 2025 **Revised:** June 05, 2025 **Accepted:** June 23, 2025

การแยกเชื้อและศึกษาลักษณะแบคทีเรียที่ก่อโรคเหี่ยวกระชาย (*Boesenbergia rotunda* L.) ในจังหวัดพิจิตร

Isolation and Characterization of Bacteria Causing Bacterial Wilt in Fingerroot (*Boesenbergia rotunda* L.) in Phichit Province

บุณยาพร ภาคภูมิ[1*] วาสนา สุภาพรหม[2] และเกษร แช่มชื่น[2]

Boonyaporn Parkpoom[1*] Watsana Supaprom[2] and Kesorn Chaemcheun[2]

[1] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1]Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand 10900

[2]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร จังหวัดพิจิตร 66000

[2]Phichit Agricultural Research and Development Center, Phichit, Thailand 66000

บทคัดย่อ

เก็บตัวอย่างโรคเหี่ยวของกระชายจากจังหวัดพิจิตรมาแยกเชื้อสาเหตุโรค โดยคัดเลือกแบคทีเรียที่มีลักษณะโคโลนีสีขาวขุ่นมีจุดสีชมพูอ่อนตรงกลาง กลม ขอบเรียบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ triphenyl tetrazolium chloride (TZC) และลักษณะโคโลนีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม กลม มันวาว นูน เมื่อนำมาเลี้ยงต่อบนอาหาร nutrient agar (NA) ทดสอบการติดสีแบบแกรม คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี พบว่าทั้ง 26 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมลบและมีการใช้น้ำตาล dextrose lactose mannitol maltose และ sorbitol เหมือนกับเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* แต่ให้ผลลบกับคู่ไพรเมอร์ Psol_*flic*-F/ Psol_*flic*-R และ 759/ 760/ Nmutl21:1F/ Nmutl21:2F/ Nmutl23:AF/ Nmutl22:InF/ Nmutl22:RR ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยว เมื่อวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA ของเชื้อแบคทีเรีย 5 ไอโซเลท วิเคราะห์เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล National Center for Biotechnology Information (NCBI) จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับเชื้อ *Enterobacter* spp.

คำสำคัญ: แบคทีเรีย โรค กระชาย เหี่ยว

*Corresponding author: byp.parkpoom@gmail.com

Abstract

Samples of bacterial wilt of fingerroot (*Boesenbergia rotunda*) were collected from Phichit Province, Thailand. Bacterial isolates showing irregular, whitish, fluidal single colonies with a pinkish center on triphenyl tetrazolium chloride (TZC) medium were selected. On nutrient agar (NA), the colonies appeared white with an entire margin. A total of 26 bacterial isolates that fulfilled these morphological criteria were further characterized by Gram staining, as well as physiological and biochemical tests. All 26 isolates were Gram-negative and were capable of utilizing dextrose, lactose, mannitol, maltose, and sorbitol, which are characteristic of *Ralstonia solanacearum*. However, PCR detection using *R. solanacearum*-specific primer sets (Psol_*flic*-F/Psol_*flic*-R, 759/760, Nmutl21:1F/Nmutl21:2F, Nmutl23:AF/Nmutl22:InF/Nmutl22:RR) yielded negative results for all isolates. Subsequently, 16S rRNA gene sequences from five representative isolates were analyzed using BLAST against the NCBI non-redundant nucleotide database. The results indicated that these isolates were closely related to *Enterobacter* spp.

Keywords: bacteria, disease, galingale, bacterial wilt

บทนำ

กระชาย (fingerroot) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Boesenbergia rotunda* (L.) พืชล้มลุก เหง้าหรือลำต้นอยู่ใต้ดิน นิยมปลูกเป็นพืชสวนครัวเพราะมีกลิ่น รสชาติอันเป็นเอกลักษณ์อุดมไปด้วยสารอาหารบำรุงร่างกาย สารสำคัญในกระชาย คือ kaempferol quercetin และ panduratinA มีสรรพคุณต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิดได้ดี ต้านการอักเสบ ลดไข้ มีสารยับยั้งการแบ่งเซลล์ของเชื้อโควิด-19 เมื่อมีการจำลองภาพสามมิติในคอมพิวเตอร์ (Sanmun, 2023) ทำให้ผลผลิตกระชายเป็นที่ต้องการของตลาดเพิ่มมากขึ้น เกษตรกรในจังหวัดพิจิตรจึงมีการขยายพื้นที่การปลูกกระชายจาก 795 ไร่ ในปี 2560 เป็น 1,200 ไร่ ในปี 2567 โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในอำเภอโพธิ์ประทับช้างและอำเภอบึงนาราง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2568) พันธุ์กระชายที่เกษตรกรนิยม คือ กระชายพื้นเมืองที่มีลักษณะรากสั้นและมีปุ้มตรงปลาย หรือ ที่เรียกว่ากระชายปุ้ม

จากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจสภาพปัญหาการผลิตกระชายในพื้นที่จังหวัดพิจิตร พบว่า โรคเน่าเป็นปัญหาหลักของการผลิตกระชายในพื้นที่ โดยทำให้ต้นกระชายแสดงอาการเส้นใบเหลือง ใบไหม้ และม้วน ลามเข้าหาขอบใบ บริเวณโคนต้นและหน่อที่แตกมีลักษณะฉ่ำน้ำ เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ต่อมาเน่าเปื่อยหลุดจากเหง้า ซึ่งอาการดังกล่าวถูกวินิจฉัยว่าเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อแบคทีเรีย และในการจัดการโรคพืชของเกษตรกรใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา ฉีดพ่นทางใบ จากการรายงาน พบว่าเกิดอาการเน่าสามารถเกิดได้จากเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Fusarium* sp. (กณิษฐา สังคะหะ และคณะ, 2549) และเชื้อรา *Sclerotium* sp. (ศักดิ์ สุนทรสิงห์, 2537) และเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Ralstonia solanacearum* (ศักดิ์ สุนทร

สิงห์, 2537; Jibat and Alo, 2020) โดยโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียเป็นโรคที่จัดว่ามีความสำคัญและสร้างความเสียหายให้กับพืชที่ปลูกมากที่สุด อย่างไรก็ตาม การเกิดโรคเน่าของกระชายในจังหวัดพิจิตร ยังไม่มีการจำแนกเชื้อสาเหตุของโรค ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ระบุและจำแนกเชื้อสาเหตุโรค ในต้นกระชายที่มีอาการคล้ายอาการจากเชื้อแบคทีเรียจากกระชายที่แสดงอาการเหี่ยวในพื้นที่ของจังหวัดพิจิตรให้บริสุทธิ์ พิสูจน์การก่อโรค ตรวจระบุชนิดและจำแนกกลุ่มของเชื้อสาเหตุบางประการ เพื่อนำไปสู่การจัดการโรคพืชที่ถูกวิธี ให้ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพตามความต้องการของตลาดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างโรค

เก็บตัวอย่างต้นกระชายที่แสดงอาการเส้นใบเหลือง ใบไหม้ และม้วน ลามเข้าหาขอบใบ บริเวณโคนต้นและหน่อที่แตกมีลักษณะฉ่ำน้ำ เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ต่อมาเน่าเปื่อยหลุดจากเหง้าโดยง่ายแต่จะไม่มีกลิ่นเหม็น (Figure 1) ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ตามรายงานของ (ศักดิ์ สุนทรสิงห์, 2537; Jibat and Alo, 2020; Kumar et al., 2014) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างพืชเป็นรูปตัว x แต่ละจุดห่างกัน 1.5-2.0 เมตร รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 13 ตัวอย่าง ในพื้นที่การเพาะปลูกอำเภอโพธิ์ประทับช้าง และอำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร ช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2566 จากนั้นนำมาแยกเชื้อแบคทีเรีย ณ ห้องปฏิบัติการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร

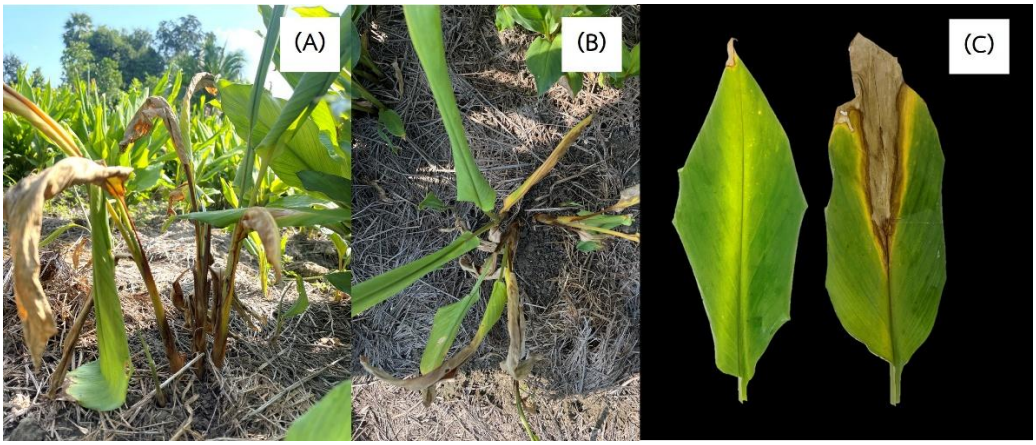


Figure 1 Symptoms of wilt on natural infected field fingerroot (A-B), Symptom on fingerroot leaf (C)

การแยกเชื้อแบคทีเรีย

แยกเชื้อแบคทีเรียจากต้นกระชายที่แสดงอาการเหี่ยว ฟอกฆ่าเชื้อโดยตัดเอาโคนต้นบริเวณรอยต่อเนื้อเยื่อปกติและเนื้อเยื่อที่แสดงอาการ จากนั้นแช่ใน 70% EtOH เป็นเวลา 3 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้งนาน 2 นาที ซับให้แห้งด้วยกระดาษกรองที่ผ่านการฆ่าเชื้อจากนั้นบดชิ้นพืชในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วนำไป spread plate บนอาหาร triphenyl tetrazolium chloride (TZC) แล้วบ่มที่

อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจดูโคโลนีเป้าหมายมีลักษณะสีขาวขุ่นมีจุดสีชมพูอ่อนตรงกลางโคโลนี ขอบเรียบของเชื้อ (single colony) นำมาเลี้ยงต่อบนอาหาร nutrient agar (NA) บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ แล้วเก็บรักษาเชื้อแบคทีเรียใน 60% glycerol ที่ตู้ -20 องศาเซลเซียส

การตรวจสอบด้วยคุณสมบัติทางกายภาพและชีวเคมีบางประการ

ทำการตรวจสอบ 2 วิธี ประกอบด้วย (1) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของโคโลนีจากการย้อมสีแบบแกรมตามวิธีการของ (Schaad et al., 2001) และ (2) การใช้น้ำตาลทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ dextrose lactose maltose mannitol และ sorbitol ตามวิธีการของ (Hayward, 1964) โดยน้ำตาลทั้ง 5 ชนิดที่เลือกนำมาทดสอบเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรียที่ต้องการศึกษา เมื่อมีการใช้น้ำตาลจะทำให้สีอาหารเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง หลังจากบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

การจำแนกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR)

สกัด genomic DNA แบคทีเรียโดยใช้วิธี modified CTAB (Sambrook et al., 1989) นำดีเอ็นเอตรวจจระบุชนิดเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการศึกษาด้วยไพรเมอร์ 759: 5'-GTCGCCGTCAACTCACTTTCC-3' / 760: 5'-GTCGCCGTCAGCAATGCGGAATGG-3' / Nmutl21: 1F: 5'-CGTTGATGAGGCGCGCAATTT-3' / Nmutl21:2F: 5'-AAGTTATGGACGGTGGAAGTC-3' / Nmutl23: AF: 5'-ATTACSAGAGCAATCGAAAGATT-3' /Nmutl22:InF: 5'-ATTGCCAAGACGAGAGAAGTA-3' / Nmutl22: RR: 5'TCGCTTGACCCTATAACGAGTA-3' (Xu et al., 2009; Waki et al., 2013; She et al., 2017) สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอได้ทั้งหมด 2 แถบ โดยแถบที่ 1 ระบุว่าเป็นเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ขนาด 280 bp และดีเอ็นเอแถบที่ 2 ระบุ phylotype ของเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* สามารถสังเคราะห์ได้ 4 ขนาด โดยขนาด 144 bp จัดอยู่ในกลุ่ม phylotype I แถบดีเอ็นเอขนาด 372 bp จัดอยู่ในกลุ่ม phylotype II แถบดีเอ็นเอขนาด 91 bp จัดอยู่ในกลุ่ม phylotype III และกลุ่ม phylotype IV แสดงแถบดีเอ็นเอขนาด 213 bp ในส่วนของยีน *egl* และคู่ไพรเมอร์ Psol_*flic*-F: 5'-GAACGCCAACGGTGCGAACT-3'/ Psol_*flic*- R: 5'GGCGGCCTTCAGGGAGGTC- 3' (Schönfeld et al., 2003) สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอขนาด 400 bp ซึ่งจำเพาะต่อยีน *fliC* ของเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ด้วยชุดปฏิกิริยา TP1000 ExcelTag (Smobio, Taiwan) สังเคราะห์แถบดีเอ็นเอด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ T-Professional (Biometra, Germany) แยกขนาดของสายดีเอ็นเอด้วยวิธี gel electrophoresis บน 1.5% agarose gel ใน 0.5X TBE buffer จากนั้นวิเคราะลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียที่มีผลการจัดจำแนกเป็นลบกับเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ทำการเพิ่มปริมาณยีนบริเวณ 16s rRNA จำนวน 5 ไอโซเลท โดยใช้ไพรเมอร์ F8: 5'-AGAGTTTGATCMTGGCTC-3' / rP2: 5'-ACGGCTACCTTGTTACGACTT-3' (Wahid et al., 2013) แล้วส่งให้บริษัท Solgent (ประเทศเกาหลีใต้) วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ และนำไป blast เปรียบเทียบในฐานข้อมูล National Center for Biotechnology Information (NCBI) เพื่อระบุจีนัสของเชื้อแบคทีเรีย

การเตรียมเซลล์แขวนลอยแบคทีเรีย (cell suspension)

เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการศึกษาบนอาหาร NA อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นล้างโคโลนีบนผิวหน้าอาหารด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ($OD_{600\ nm}$) ทำการเจือจางให้ได้สารแขวนลอยเซลล์ที่มีค่าดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.5 (Spectrophotometer, Thermo fisher scientific evolution 300 PC, USA)

พิสูจน์การก่อโรคของเชื้อแบคทีเรีย
(Koch's postulation)

พิสูจน์การก่อโรคในชิ้นแครอทและขิงหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร โดยปลูกเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการศึกษาลงบนชิ้นแครอทและขิงที่ผ่านการฆ่าเชื้อบนผิวพืชด้วยวิธีการหยดเซลล์แขวนลอยแบคทีเรียปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรต่อ 1 ชิ้น กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตอาการ 2-3 วันหลังจากการปลูกเชื้อ ดัดแปลงจากวิธีของ (Jayathilaka et al., 2006) สำหรับการพิสูจน์การก่อโรคบนหัวหอมใหญ่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อบนผิวพืช โดยฉีดเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียลงบนหอมหัวใหญ่ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรต่อ 1 หัว กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10-15 วัน ดัดแปลงจากวิธีการของ (Nishijima et al., 2004) และพิสูจน์การก่อโรคในต้นกระชายอายุ 1 เดือน โดยฉีดเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียเข้าบริเวณลำต้นกระชาย ปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อ 1 ต้นกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ โดยปลูกเชื้อช่วงเวลาเย็น คลุมด้วยถุงพลาสติกนาน 12 ชั่วโมง แล้วนำถุงออก สังเกตอาการเป็นเวลา 4-8 สัปดาห์หลังจากการปลูกเชื้อในสภาพโรงเรือน ดัดแปลงจากวิธีของ (Paret et al., 2008) บันทึกผลเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* จะทำให้ขิ้นขิงเนื้อเยื่อช้ำเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ต้นกระชายแสดงอาการเหี่ยว เส้นใบเหลือง ใบไหม้ ม้วน และลามเข้าหาขอบใบ ส่วนแครอทและหอมหัวใหญ่แสดงอาการปกติ

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

การแยกเชื้อแบคทีเรีย

เก็บตัวอย่างกระชายจำนวน 13 ตัวอย่าง ที่แสดงอาการเหี่ยว เส้นใบเหลือง ใบไหม้ และม้วน ลามเข้าหาขอบใบคล้ายตัว V ส่วนลำต้นพบบริเวณท่อน้ำ ท่ออาหารและบริเวณเนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล มาแยกเชื้อแบคทีเรียโดยเลี้ยงลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TZC พบลักษณะโคโลนีกลม สีขาวขุ่นมีจุดสีชมพูอ่อนตรงกลางโคโลนี ขอบเรียบ จากนั้นย้ายโคโลนีเดี่ยวของเชื้อมาเลี้ยงต่อบนอาหาร NA พบโคโลนีแบคทีเรียมีลักษณะสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม เยิ้ม มันวาว นูน (Figure 2) จำนวนทั้งสิ้น 26 ไอโซเลท ซึ่งโคโลนีบนหน้าอาหาร TZC และ NA มีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกับเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และสอดคล้องกับ (Jayathilaka et al., 2006; She et al., 2017) แต่การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรียที่เจริญเติบโตบนหน้าอาหารทำได้เพียงการคัดเลือกลักษณะโคโลนีที่สงสัยมาเพื่อศึกษาต่อไป เพราะเชื้อแบคทีเรียในบางจีนัส เช่น *Pectobacterium* spp. สาเหตุโรคเน่าเละก็มีลักษณะโคโลนีบนหน้าอาหารที่คล้ายคลึงกับแบคทีเรีย *R. solanacearum* เมื่ออยู่บนหน้าอาหาร NA จึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการอื่นๆ ในการระบุและจำแนกเชื้อแบคทีเรียต่อไป

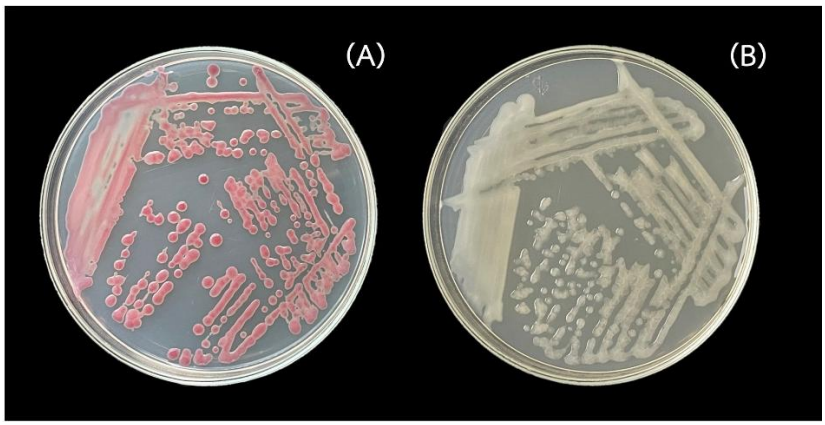


Figure 2 Colony characterization incubated at room temperature for 48 hours; triphenyl tetrazolium chloride (TZC) (A), nutrient agar (NA) (B)

การย้อมสีแบบแกรมและทดสอบการใช้น้ำตาลของเชื้อแบคทีเรีย

การย้อมสีแบบแกรม พบว่าแบคทีเรียทั้ง 26 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ย้อมติดสีแดงของ safranin o เมื่อส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ และมีการใช้น้ำตาลทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ dextrose lactose mannitol maltose และ sorbitol โดยอาหารเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง เช่นเดียวกับเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* (positive control) ซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่ม *R. solanacearum* biovar 3 โดยน้ำตาลทั้ง 5 ชนิด ที่นำมาศึกษาสามารถจัดจำแนก *R. solanacearum* biovar 1 ถึง 5 ได้ในเบื้องต้น จากการศึกษาของ Waki et al. (2013) รายงานว่าเชื้อ *R. solanacearum* ในพืชตระกูลขิงจากประเทศจีน ออสเตรเลียและอินโดเนเซียสามารถจำแนกได้เป็น *R. solanacearum* biovar 4 ส่วนประเทศญี่ปุ่นและไทยระบุเป็นเชื้อ *R. solanacearum* biovar 3 และ 4 ตามลำดับ โดยเชื้อ *R. solanacearum* biovar 3 มีการใช้น้ำตาล lactose maltose และ dextrose ส่วน biovar 4 ใช้น้ำตาล lactose maltose mannitol dextrose และ sorbitol (Schaad et al., 2001) แต่การย้อมสีแบบแกรมและทดสอบการใช้น้ำตาลของเชื้อแบคทีเรียยังไม่สามารถระบุได้แน่นอนว่าเป็นเชื้อ *R. solanacearum* จึงต้องมีการทดสอบด้วยเทคนิคอื่นๆ สนับสนุนต่อไป

การจำแนกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR)

การจำแนกเชื้อแบคทีเรียด้วยปฏิกิริยา PCR โดยใช้คู่ไพรเมอร์ Psol_*flic*-F/ Psol_*flic*-R และ 759/ 760/ Nmutl21:1F/ Nmutl21:2F/ Nmutl23:AF/Nmutl22:InF/ Nmutl22:RR ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยว พบว่าเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* (positive control) ให้ผลบวกกับไพรเมอร์ทั้ง 2 ชุดสามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอมีขนาด 400 bp กับคู่ไพรเมอร์ Psol_*flic*-F/ Psol_*flic*-R และแถบดีเอ็นเอขนาด 281 bp และขนาด 144 bp จัดอยู่ในกลุ่ม phylotype I กับไพรเมอร์ 759/ 760/ Nmutl21:1F/ Nmutl21:2F/ Nmutl23:AF/Nmutl22:InF/ Nmutl22:RR เช่นเดียวกับ Waki et al. (2013) และ She et al. (2017) ใช้ไพรเมอร์ 759/ 760/ Numult21:1F/ Numult21:2F/ Numult23:AF/ Numult22:InF/ Numult22:RR และไพรเมอร์ Psol_*flic*-F/ Psol_*flic*-R ในการระบุจีนัสของเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* แต่ให้ผลลบกับเชื้อแบคทีเรีย

ทั้ง 26 ไอโซเลทจากตัวอย่างกระชายที่แสดงอาการเหี่ยว จึงทำการระบุจัดจำแนกแบคทีเรียจากจุลินทรีย์ชนิดอื่น โดยใช้ยีนบริเวณ 16s rRNA จำนวน 5 ไอโซเลท โดยใช้ไพรเมอร์ F8/ rP2 วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ และนำไป blast เปรียบเทียบในฐานข้อมูล NCBI เพื่อระบุจีนัสของเชื้อแบคทีเรียในเบื้องต้นและจากผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ พบว่าแบคทีเรียจำนวน 5 ไอโซเลท ถูกระบุว่าเป็นเชื้อ *Enterobacter* spp. ซึ่งเชื้อแบคทีเรียจีนัสนี้สามารถพบได้ทั่วไปในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ หรือมีการเข้าทำลายซ้ำหลังจากเชื้อสาเหตุโรคที่แท้จริง

พิสูจน์การก่อโรคของเชื้อแบคทีเรีย (Koch's postulation)

พิสูจน์การก่อโรคของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 26 ไอโซเลทลงพืช 4 ชนิด ได้แก่ หอมหัวใหญ่ ขิง แครอท และกระชาย พบว่า เชื้อแบคทีเรียทั้ง 26 ไอโซเลท ทำให้หัวหอมใหญ่ และขิงแสดงอาการเน่า เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หลังจากการปลูกเชื้อ 10 วัน เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง และแครอทที่ทำการปลูกเชื้อเริ่มแสดงอาการช้ำที่ระยะเวลา 2-3 วัน จากนั้นเนื้อเยื่อยุบตัวลงและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อบ่มนานขึ้น เมื่อเทียบกับกรรมวิธีปลูกเชื้อด้วยน้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม) (Figure 3) สอดคล้องกับ Nishijima et al. (2004) ระบุว่าเป็นเชื้อ *Enterobacter* spp. และแครอทแสดงอาการเน่าสอดคล้องกับ Jayathilaka et al. (2006) ที่ระบุว่าเป็นเชื้อในกลุ่มจีนัส *Erwinia* spp. จากนั้นทำการปลูกเชื้อแบคทีเรียลงบนต้นกระชาย เริ่มดำเนินการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน 2567 ซึ่งสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการก่อโรค โดยมีอุณหภูมิ 37±2 องศาเซลเซียส ในช่วงกลางวันและ 27±2 องศาเซลเซียส ในช่วงกลางคืน พบว่าต้นกระชายที่ทำการปลูกเชื้อแบคทีเรียทั้ง 26 ไอโซเลทแสดงอาการปกติ เช่นเดียวกับกรรมวิธีควบคุม จากรายงานโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* พืชจะแสดงอาการเหี่ยวและตายอย่างรวดเร็ว โดยแสดงอาการใบเหลือง เหี่ยวแห้งร่วงในเวลาต่อมา หัวพันธุ์และบริเวณท่อน้ำเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ (Jibat and Alo, 2020) และจากการศึกษาของ Paret et al. (2008) ขิงพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ทนทานจะแสดงอาการที่ระยะเวลาแตกต่างกันประมาณ 21 และ 70 วัน ตามลำดับหลังจากการปลูกเชื้อ และจากรายงานของ Nishijima et al. (2004) กล่าวว่าในปี 2001 ฮาวายเกิดการระบาดของโรคเน่าในขิง และเมื่อทดสอบการก่อโรคด้วยเชื้อ *E. Cloacae* พบว่าต้นขิงจะแสดงอาการเหี่ยว ใบเหลือง ชิ้นขิงแสดงอาการช้ำ เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเน่าในเวลาต่อมา และ Lin et al. (2020) และ Zhao et al. (2022) พบว่าโรคขิงเน่ามีการระบาดในประเทศจีน ทำให้พืชแสดงอาการเน่าบริเวณลำต้น เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล รูพรุน เมื่อนำมาแยกเชื้อสาเหตุโรคพบเชื้อแบคทีเรีย 2 จีนัสคือ *E. cloacae* และ *R. solanacearum* ซึ่งเชื้อแบคทีเรีย 2 จีนัสนี้ไม่สามารถแยกลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ สอดคล้องกับ Nishijima et al. (2004) ระบุว่าเป็นเชื้อ *Enterobacter* spp. และแครอทแสดงอาการเน่าสอดคล้องกับ Jayathilaka et al. (2006) ที่ระบุว่าเป็นเชื้อในกลุ่มจีนัส *Erwinia* spp.

สรุปผลการวิจัย

กระชายที่แสดงอาการเหี่ยวในจังหวัดพิจิตร จำนวน 26 ไอโซเลท มีลักษณะสัณฐานวิทยาบนหน้าอาหารและชีวเคมีสอดคล้องกับแบคทีเรีย *R. solanacearum* แต่พบว่าผลศึกษาโดยเทคนิค PCR ด้วยชุดไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ *R. solanacearum* ระบุว่าไม่ใช่เชื้อ *R. solanacearum* และผลวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA ของเชื้อแบคทีเรียจำนวน 5 ไอโซเลทระบุว่าเป็นเชื้อ *Enterobacter* spp. สำหรับพิสูจน์การก่อโรคของเชื้อแบคทีเรีย (Koch's postulation) ในห้องปฏิบัติการพบว่าเชื้อแบคทีเรียทั้ง 26 ไอโซเลททำให้หัวหอมใหญ่ และชิ้นขิงแสดงอาการเน่า

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาในปีถัดไปควรเพิ่มเติมตัวอย่างพืช การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและชีวเคมี และการจำแนกเชื้อแบคทีเรียด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) ที่มีความจำเพาะ แม่นยำมากขึ้นในการระบุและการจัดจำแนกเชื้อแบคทีเรีย *Enterobacter* spp. เพื่อใช้ในการจัดการโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียของเกษตรกร

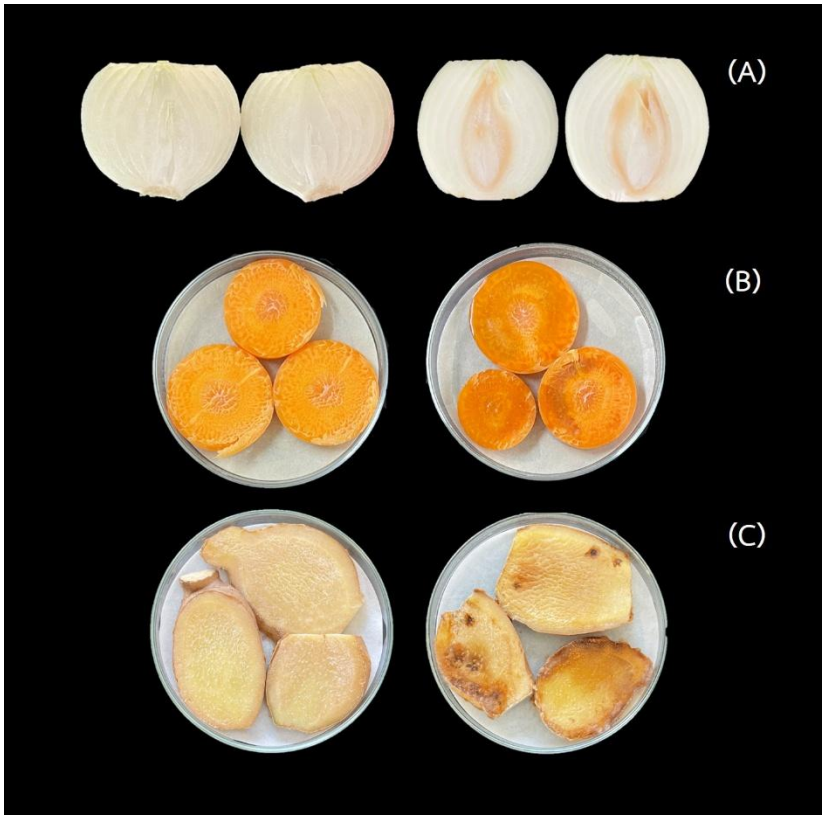


Figure 3 Symptoms produced by bacterial from fingerroot on onion bulbs and carrot and ginger slices; Healthy onion bulbs (left), and yellow onion bulbs (right), after inoculated 10 days at 25 °C. (A), Healthy carrot slices (left), Mild rot symptoms (discoloration, water-soaking) in petri dishes (right), after inoculated 10 days at 25 °C. (B), Healthy ginger slices (left), Moderate rot symptoms (discoloration, water-soaking) in petri dishes (right), after inoculated 2-3 days at 25 °C. (C)

เอกสารอ้างอิง

กณิษฐา สังคะหะ, ญาณี มั่นอ้น และ เฟื่องฟ้า จันทนิยม. (2549). การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปหัวเชื้อสดควบคุมโรคเหง้าเน่าของกระชาย. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาพืช* (น. 489-496). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2568). (12 มกราคม 2568) *ให้บริการข้อมูลสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร: กระชาย*. https://production.doae.go.th.

ศักดิ์ สุนทรสิงห์. (2537). *โรคของผักและการป้องกันกำจัด* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Hayward, A. C. (1964). Characteristics of *Pseudomdnas solanacearum*. *Journal of applied bacteriology, 27(*2), 265-277.

Jayathilaka, K., Kelaniyangoda, D. B., & Ranaweera, B. (2006). *Development of a detection technique for identification of rhizome rot diseases of ginger*. Faculty of Agriculture and Plantation Management, Wayamba University of Sri Lanka.

Jibat, M., & Alo, S. (2020). Epidemiology and management strategies of ginger bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) in Ethiopia. *International journal of research in agriculture and forestry, 7*(5), 41-49.

Kumar, A., Prameela, T. P., Suseelabhai, R., Siljo, A., Anandaraj, M., & Vinatzer, B. A. (2014). Host specificity and genetic diversity of race 4 strains of *Ralstonia solanacearum*. *Plant pathology, 63*(5), 1138–1148. https://- doi.org/10.1111/ppa.12189

Lin, J., Zhao, Z. & Wang, C. (2020). First report of rhizome rot on gingger (*Zingiber officnale*) caused by *Enterobacter cloacae* in Shandong Provine, China. *Plant disease, 105*(1), 210. https://doi.org/10.1094/PDIS-05-20-1108-PDN

Nishijima, K. A., Alvarez, A. M., Hepperly, P. R., Shintaku, M. H., Keith, L. M., Sato, D. M., Bushe, B. C., Armstrong, J. W., & Zee, F. T. (2004). Association of *Enterobacter cloacae* with rhizome rot of edible ginger in Hawaii. *Plant disease, 88*(12), 1318–1327. https://doi.org/10.1094/-PDIS.2004.88.12.1318

Paret, M. L., de Silva, A. S., Criley, R. A., & Alvarez, A. M. (2008). *Ralstonia solanacearum* race 4: Risk assessment for edible ginger and floricultural ginger industries in Hawaii. *HortTechnology, 18*(1), 90–96.

Sambrook, J., Fritsch, E. F. & Maniatis, T. (1989). Molecular cloning: a laboratory manual. (2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor.

Sanmun D. (2023). Natural products to reduce the severity of coronavirus 2019: A literature review. *Science and technology Review. 16*(2), 3-15.

Schaad, N. W., Jones, J. B., & Chun, W. (2001). *Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria.* https://-www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20013064240

Schönfeld, J., Heuer, H., Van Elsas, J. D., & Smalla, K. (2003). Specific and Sensitive Detection of *Ralstonia solanacearum* in soil on the

basis of PCR amplification of fliC fragments. *Applied and environmental microbiology, 69*(12), 7248–7256. https://doi.org/- 10.1128/AEM.69.12.7248-7256.2003

She, X., Yu, L., Lan, G., Tang, Y., & He, Z. (2017). Identification and genetic characterization of *Ralstonia solanacearum* species complex isolates from *Cucurbita maxima* in China. *Frontiers in plant science, 8*, 1794.

Wahid, N. S., Bunawan, S. N., Amin, N. M., Hing, J. N., Kadir, M. K. A., & Ishak, Z. (2013). *Isolation and identification of bacteria from infected banana samples on TZC medium using 16S rRNA gene-cloning method.* https://mspp.org.my/files/Full-Papers_TransactionMSPPVol21.pdf

Waki, T., Horita, M., Kurose, D., Mulya K., & Tsuchiya, K. (2013). Genetic diversity of Zingiberacese plant isolates of *Ralstonia solanacearum* in the Asia-Pacific Region. *Japan agricultural research quarterly, 47*(3), 283-294.

Xu, J., Pan, Z. C., Prior, P., Xu, J. S., Zhang, Z., Zhang, H., Zhang, L. Q., He, L. Y., & Feng, J. (2009). Genetic diversity of *Ralstonia solanacearum* strains from China. *European journal of plant pathology, 125*(4), 641–653. https://doi.org/-10.1007/s10658-009-9512-5

Zhao, N., Yang, J., Liu, H., Li, L., Yan, H., & Liu, D. (2022). Ginger rhizome rot caused by the *Enterobacter cloacae* in Tangshan, China. *Plant Disease, 106*(4), 1293. https://doi.org/10.1094/PDIS-08-21-1812-PDN

Received: February 6, 2025 **Revised:** May 20, 2025 **Accepted:** June 24, 2025

การประเมินชีพลักษณ์เบื้องต้นของดอกบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานี

Preliminary Assessment of the Flower phenology of *Centella asiatica* (L.) Urb. 'Ubon Ratchathani'

สุรพงษ์ อนุตธโต[1*] วาสนา สุภาพรหม[1] และอนุรักษ์ สุขขารมย์[1]

Surapong Anuttato[1*] Watsana Supaprom[1] and Anurak Sukkarom[1]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร 13 หมู่ 6 ตำบลโรงช้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000

[1] Phichit Agricultural Research and Development Center, 13 Moo 6 Rong Chang Sub-district, Muang District, Phichit, Thailand 66000

บทคัดย่อ

การผสมข้ามพันธุ์บัวบก พบอัตราการติดเมล็ดต่ำ ช่วงเวลาการพร้อมผสมพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์เป็นประเด็นทำให้มีโอกาสเพิ่มความสำเร็จการสร้างลูกผสม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาช่วงเวลาการพร้อมผสมของอวัยวะสืบพันธุ์ของบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานี พบว่า การบานของดอกจะทยอยบานอย่างต่อเนื่องทีละดอก โดยเริ่มบานจากดอกกลาง ภายหลังจากดอกกลางบานเฉลี่ย 1.22 และ 2.44 วัน ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองบาน ตามลำดับ ส่วนการพร้อมผสมพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ พบว่า ช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมผสมอยู่ระหว่างเวลา 05.37 - 06.28 น. โดยอับเรณูอันแรกจะเริ่มแตกออกในเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน และรูปแบบการแตกของอับเรณูในดอกกลาง ดอกย่อยแรก และดอกย่อยที่สอง ไม่พบความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: บัวบก ชีววิทยา ดอก

*Corresponding author: s.anuttato@gmail.com

Abstract

Crossbreeding in *Centella asiatica* (L.) Urb. has shown a low seed set rate. The timing of reproductive organ receptivity is a key factor that can potentially increase the success of hybridization. The objective of this research was to study the receptive period of reproductive organs in the *Centella asiatica* 'Ubon Ratchathani'. The results revealed that the flowers bloom continuously, one by one, starting from the central flower. Following the blooming of the central

flower, the first and second florets bloom on average 1.22 and 2.44 days later, respectively. Regarding the receptivity of reproductive organs, it was found that the stigma receptivity period occurs between 05:37 and 06:28 in the morning, coinciding with the dehiscence of the first anther at a similar time. The pattern of anther dehiscence was consistent among the central flower, first floret, and second floret.

Keywords: *Centella asiatica,* biology, flower

บทนำ

บัวบก มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Centella asiatica* (L.) Urb. เป็นที่รู้จักกันในชื่ออื่นๆ เช่น Asiatic pennywort หรือ Gotu Kola มักเป็นที่รู้จักในรูปแบบพืชผักนิยมนำมาบริโภคสด เนื่องจากในบัวบกมีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) หลายชนิด เช่น ฟีโนลิค, ฟลาโวนอยด์ เป็นต้น (Kunjumon et al., 2022) นอกจากนี้ยังพบมีการใช้ประโยชน์ทางด้านสมุนไพรอย่างกว้างขวาง และถูกจัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพ (พนารัช และคณะ, 2564; คณะกรรมการนโยบายสมุนไพรแห่งชาติ, 2566) เนื่องจากในบัวบกมีสารประกอบทุติยภูมิ (secondary metabolite) ที่สำคัญมากกว่า 139 ชนิด โดยสารประกอบทุติยภูมิที่มีความสำคัญจัดอยู่กลุ่ม triterpenoid saponins ได้แก่ asiaticoside, madecassoside, asiatic acid และ madecassic acid (Department of Medical Sciences, 2021; Kunjumon et al., 2022) ซึ่งช่วยเร่งการสร้างสารคอลลาเจน ที่เป็นโครงสร้างผิวหนัง ทำให้แผลสมานตัวได้เร็ว (จันทพร, 2556) และยังมีรายงานสารสำคัญในบัวบกสามารถยับยั้งเอนไซม์ที่ป้องกันการก่อตัวของ amyloid plaque ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคอัลไซเมอร์ ป้องกันการเกิด dopamine neurotoxicity ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคพาร์กินสัน (Orhan, 2012) จากความสำคัญข้างต้นทำให้บัวบกถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร โดยประเทศไทยมีการนำเข้าสารสกัดประมาณ 4 ตันต่อปี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2561)

การปลูกบัวบกของเกษตรกรในประเทศไทย นิยมใช้บัวบกพื้นบ้านที่มีการกระจายตัวในท้องถิ่น และเรียกชื่อสายพันธุ์ตามชื่อท้องถิ่น โดยแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา การเจริญเติบโต ปริมาณสารสำคัญแตกต่างกัน (อนันต์และคณะ, 2561; Chachai et al., 2021; Kamol et al., 2024) ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีบัวบกสายพันธุ์ทางการค้า ดังนั้น กรมวิชาการเกษตร จึงได้ทำการปรับปรุงพันธุ์บัวบกด้วยวิธีการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ระยอง นครปฐม และอุบลราชธานี แต่จากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์บัวบก พบเกิดการติดผลเพียง 63.4 เปอร์เซ็นต์จากดอกที่ผสมทั้งหมด อาจเกิดจากช่วงระยะเวลาการถอดดอกเพศผู้ (emasculation) และการผสม (pollination) ไม่เหมาะสม หรืออาจเกิดจากการเป็นหมันของเกสรเพศผู้ หลังจากนั้นเมื่อนำเมล็ดมาทำการเพาะเมล็ด มีเมล็ดงอกและทำให้ได้ต้นอ่อนเพียง 16.6 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องจากความผิดปกติของเอ็มบริโอ จึงส่งผลให้เมล็ดงอกจำนวนน้อย (สุรพงษ์, 2566; Consolaro et al., 1996)

การศึกษาระบบสืบพันธุ์พืชเป็นบันไดขั้นแรกของการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการผสมข้ามพันธุ์ซึ่งการทราบช่วงระยะเวลาการพร้อมผสมพันธุ์ของเกสรเพศผู้และเพศเมียโดยการศึกษาชีพลักษณ์ของดอก (phenology) ทำให้มีโอกาสเพิ่มความสำเร็จการสร้างลูกผสมโดยวิธีการผสมข้าม อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังไม่พบมีการศึกษาในบัวบกที่มีการกระจายตัวในประเทศไทย รวมถึงการศึกษาที่เคยมี

รายงานในประเทศอินเดียมีข้อมูลที่ขัดแย้งกัน (Javid et al., 2018; Malik and Sharma, 2020) ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงเวลาการพร้อมผสมของอวัยวะสืบพันธุ์ของบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานีและแมลงที่ช่วยผสมในธรรมชาติเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาพันธุ์บัวบกในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพืช

นำบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานีที่ได้จากแหล่งปลูกทำการตัดชำไหลในกระถางพลาสติกดำขนาด 10 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกประกอบด้วย ดิน : ปุ๋ยคอก : แกลบดำ อัตรา 1 : 1 : 1 ภายหลังการปักชำไหล ทำการอนุบาลและดูแลในสภาพโรงเรือน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร หลังจากปักชำได้ประมาณ 2 เดือน ต้นพืชมีแตกไหลและพร้อมสำหรับใช้ในการศึกษาครั้งนี้

การศึกษาการชีพลักษณ์ของดอกบัวบก

ดอกบัวบก ออกตามง่ามใบหรือซอกใบ มีลักษณะเป็นดอกช่อ (umbel) ใน 1 ช่อ ประกอบด้วย 3-5 ดอกย่อย ในดอกย่อยมีดอกเกสรเพศผู้ 5 อัน เกสรเพศเมียมีห้องรังไข่ 2 ห้อง เมื่อพร้อมผสมจะบานเป็นตัววี (Figure 1) (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2550; Javaid et al., 2018) การสังเกตช่วงเวลาการแตกของอับเรณู (anthesis) ช่วงเวลาการพร้อมผสมของเกสรเพศเมีย (receptive) และแมลงผสมเกสรในธรรมชาติ (natural pollinator) ใน 3 ดอกย่อย ประกอบด้วย ดอกกลาง และดอกข้าง 2 ดอก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope) ยี่ห้อ Eakins รุ่น 48 MP Video Microscope Camera โดยทำการบันทึกในรูปแบบวิดีโอตั้งแต่เวลา 04.30-13.00 น. ระหว่างเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2567

การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกลักษณะและช่วงเวลาการบานของดอก การพัฒนาของอวัยสืบพันธุ์ ประกอบด้วย การแตกของอับเรณูแต่ละอันการเปิดออกของก้านชูเกสรเพศเมีย (V-shape) และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เพื่อนำมาวิเคราะห์ช่วงเวลาการพร้อมผสมพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ของดอกบัวบกและอิทธิพลของสภาพสภาพอากาศต่อการบานของดอกบัวบก การสังเกตชนิดและพฤติกรรมของแมลงที่พบในระหว่างการทำการทดลอง

ผลและวิจารณ์ผล

ลักษณะการบานของดอกบัวบก

จากโครงสร้างของดอกบัวบก พบเป็นดอกช่อมีดอกย่อยประมาณ 3-5 ดอก แต่ส่วนใหญ่พบ 3 ดอกต่อช่อ จึงได้ทำการศึกษาการบานของดอกย่อยจำนวน 3 ดอก พบว่า การเปิดออกของกลีบดอกหรือการบานของดอกเป็นการทยอยบานอย่างต่อเนื่องทีละดอก (Figure 2A) โดยเริ่มจากดอกกลางตามดอกย่อยด้านข้าง ช่วงระยะเวลาการบานของกลีบดอกในช่อ พบว่า ภายหลังจากดอกกลางบานเฉลี่ย 1.22 และ 2.44 วัน ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองบานตามลำดับ โดยช่วงเวลาการบานของกลีบดอก พบดังนี้

สภาพแวดล้อมปกติ ภายหลังจากดอกกลางบาน 1 วัน (77.78 เปอร์เซ็นต์ของดอกที่เก็บข้อมูลทั้งหมด) และ 2 วัน (66.67 เปอร์เซ็นต์ของดอกที่เก็บข้อมูลทั้งหมด) ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองจึงบาน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาชีววิทยาของดอกบัวบกในประเทศอินเดีย ได้รายงานว่าภายหลังจากดอกกลางบาน 2 และ 4 วัน ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองบาน ตามลำดับ (Javid et al., 2018) ซึ่งช่วงระยะเวลาการบานของดอกบัวบกแต่ละดอกในช่อดอกที่ทำการศึกษาในประเทศไทยมีช่วงระยะเวลาการบานที่เร็วกว่าที่มีรายงานการศึกษาในประเทศอินเดีย

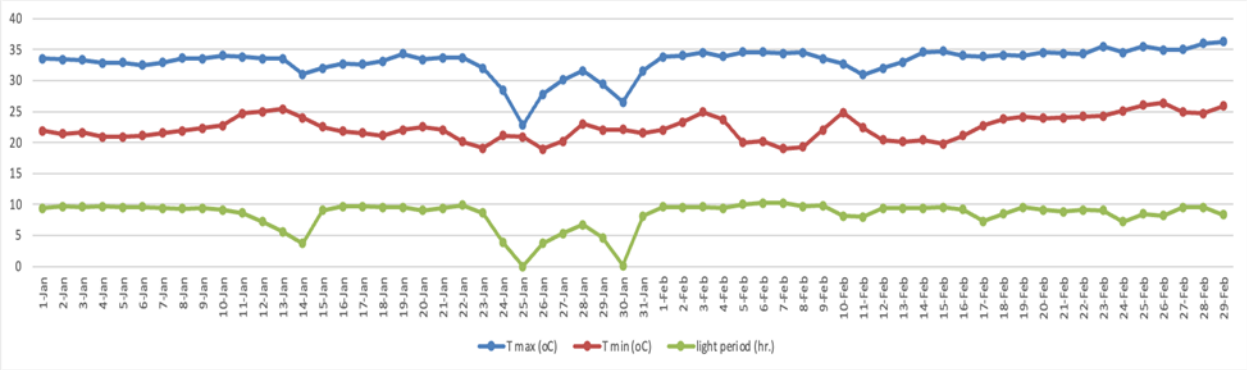


Figure 1 Temperature and light period during the experimental

Figure 2 Event of floral biology of *Centella asiatica* 'Ubon Ratchathani' line (A) pattern of flower opening (B) pattern of anthesis and receptive

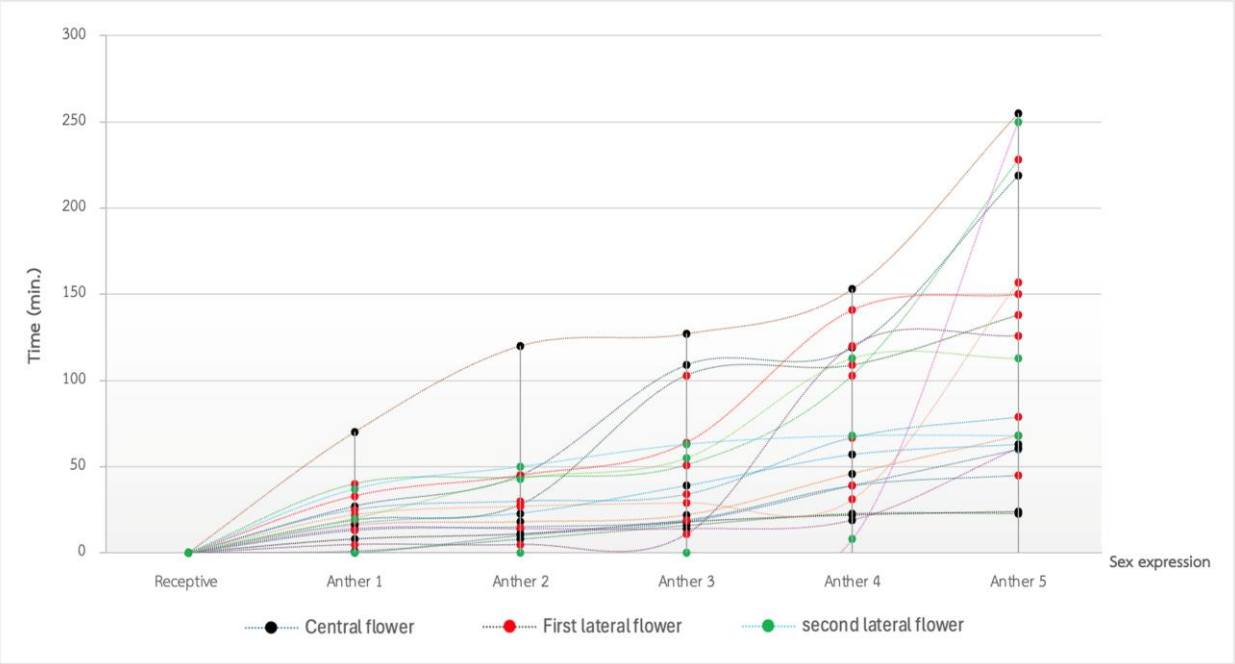


Figure 3 The timing of each anther dehiscence after stigma open of *Centella asiatica* 'Ubon Ratchathani'.

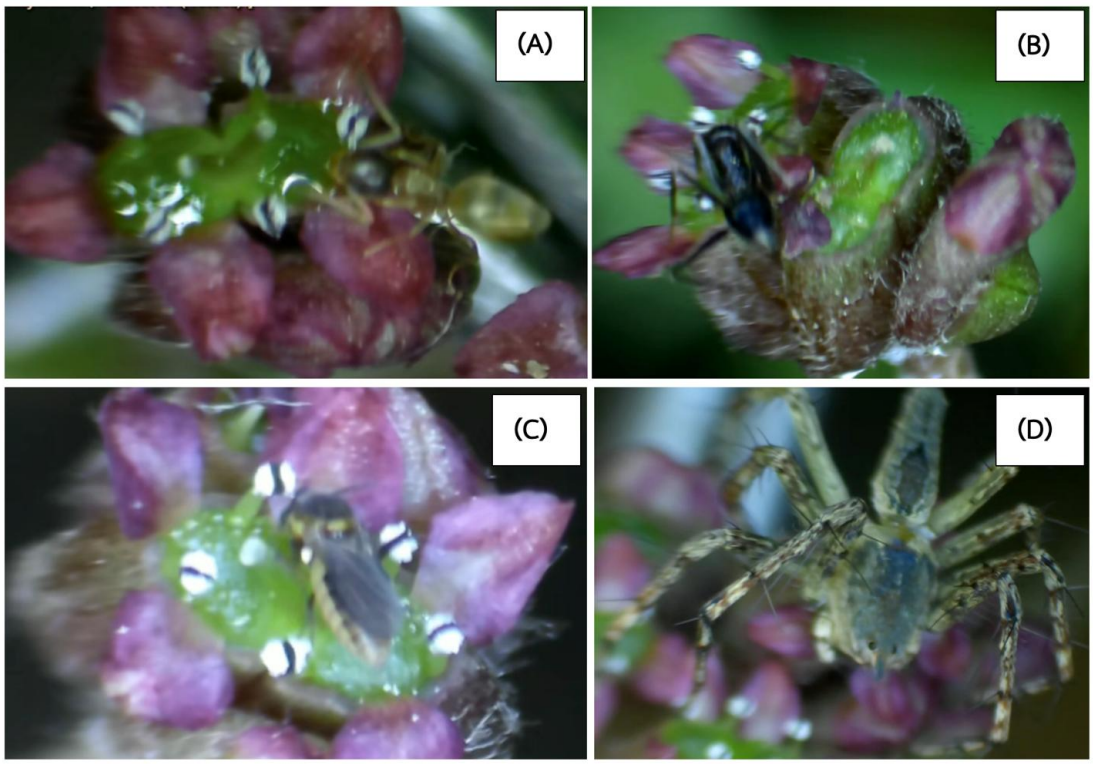


Figure 4 The observed natural pollinator in this study (A, B) Ant (C) Leafhopper (D) Spider

อย่างไรก็ตาม ระหว่างการทดลอง (ระหว่างวันที่ 24-30 มกราคม 67) ที่มีอุณหภูมิสูงสุดต่ำลงและความยาวนานของแสงแดดในรอบวันสั้นกว่าปกติ (Figure 1) ส่งผลให้การเปิดออกของกลีบดอกในช่วงเวลาดังกล่าวใช้เวลามากขึ้น ซึ่งใช้เวลาการบานย่อยแรกและดอกย่อยที่สองนานขึ้นเป็น 2 และ 4 วันหลังดอกแรกบาน ตามลำดับ สภาพแวดล้อมโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรวมถึงปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และช่วงแสง ส่งผลกระทบต่อวงจรชีวิต การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช (Tooke and Battey, 2010; Bahuguna and Jagadish, 2015) และในปัจจุบันมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (climate change) ที่มีผลกระทบต่อพืชอย่างกว้างขวาง พบว่า ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาการของดอก รวมไปถึงการลดจำนวนการออกดอกและติดผลของพืชในธรรมชาติ (Numata et al., 2022; Geissler et al. 2023)

ลักษณะการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์

ดอกบัวบกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (hermaphrodite) (Javid et al., 2018) ลักษณะการพร้อมรับการผสมจะเกิดขึ้นในวันเดียวกับที่ดอกบาน ในเกสรเพศเมีย พบว่าดอกบัวบกมีการชูเกสร (stigma) จำนวน 2 อัน จะยาวขึ้นและกลางออกเป็นรูปตัววี (V-shape) ช่วงเวลาการพร้อมผสมของเกสรเพศเมียในดอกกลาง ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองอยู่เริ่มช่วงเวลาใกล้เคียงกัน เริ่มตั้งแต่ 05.37 น. ถึง 06.28 น. เมื่อเกสรเพศเมียพร้อมผสมพันธุ์แล้ว เกสรเพศผู้ซึ่งมี 5 อัน จะทยอยแตก (anther dehiscence) ทีละอัน โดยรูปแบบการแตกของเกสรเพศผู้แสดงใน Figure 2B และเมื่ออับเรณูแรกแตก จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวหรือใกล้เคียงการพร้อมผสมของเกสรเพศเมีย หรืออยู่ในช่วงเวลาอยู่ระหว่าง 0-70 นาที และเมื่ออับเรณูอันที่ 5 แตก พบว่าช่วงเวลาหลังจากเกสรเพศเมียพร้อมผสมอยู่ระหว่าง 23-255 นาที (Figure 3) การพร้อมผสมพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ของบัวบกในประเทศไทยมีความแตกต่างจากรายงานในประเทศอินเดีย โดย Javid et al. (2018) รายงานว่า อับเรณูเริ่มแตกในเวลา 9.30-10.30 น. หลังจากอับเรณูแรกแตก 4-5 ชั่วโมง เกสรเพศเมียจึงพร้อมผสม ในขณะที่ Malik และ Sharma (2020) รายงานว่าเกสรเพศผู้เริ่มแตกในเวลา 4.00-8.00 น. โดยเกสรเพศเมียจะพร้อมผสมในช่วงเวลาบ่ายของวันดอกบาน ซึ่งทั้งสองรายงานนี้พบมีความแตกต่างในช่วงระยะเวลาการพร้อมผสมของอวัยวะสืบพันธุ์ แม้ว่าจะอยู่ในโซนเวลา (UTC +5) ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเกิดจากแหล่งที่มาพันธุ์ที่นำมาทดลองเป็นคนละสายพันธุ์กัน จึงอาจเป็นเหตุผลการพร้อมผสมพันธุ์ของแต่ละสายพันธุ์มีช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในบัวบกจากแหล่งอื่นๆ ที่มีการกระจายตัวในประเทศไทย

เมื่อทำการศึกษาช่วงเวลาการแตกของอับเรณูเปรียบเทียบระหว่างดอกกลาง ดอกย่อยแรก และดอกย่อยที่สอง พบว่า การแตกของอับเรณูมีรูปแบบเดียวกัน คือ การแตกของอับเรณูทยอยแตกทีละอับเรณู โดยการแตกเกิดต่อเนื่อง แต่ระยะเวลาแต่ละอันไม่แน่นอน (Figure 3) แต่พบว่าจะแตกครบทั้ง 5 อันในวันที่ดอกบาน

แมลงที่ช่วยผสมพันธุ์ในธรรมชาติ (natural pollinator)

จากการสังเกตผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ พบแมลงที่ช่วยในการผสมพันธุ์ในธรรมชาติ 3 ชนิด ได้แก่ มด เพลี้ยจักจั่น แมงมุม ในการสังเกตพฤติกรรมของแมลงเหล่านี้ พบว่า เลือกเข้าเฉพาะดอกที่อับเรณูแตกเท่านั้น

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินการบานของดอกบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานี พบว่า การบานจะทยอยเกิดขึ้นทีละดอก เริ่มจากดอกกลาง จากนั้นดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองจะบานตามลำดับหลังจากดอกกลางบานเฉลี่ย 1.22 และ 2.44 วัน ตามลำดับ ส่วนการพร้อมผสมพันธุ์ของเกสรเพศเมียจะอยู่ระหว่างเวลา 05:37 - 06:28 น. โดยอับเรณูแรกจะแตก

ในเวลาเดียวหรือใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมผสม ซึ่งรูปแบบการแตกของอับเรณูในดอกกลาง ดอกย่อยแรก และดอกย่อยที่สอง จะทยอยแตกอย่างต่อเนื่องและไม่แตกต่างกัน และในการประเมินการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ของบัวบกพบแมลงซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการผสมพันธุ์ในธรรมชาติ 3 ชนิด คือ มด เพลี้ยจักจั่น และแมงมุม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ทุนสนับสนุนมูลฐาน (fundamental fund) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณนาย กฤษฎาวุฒิ พินัยรัมย์ นิสิตคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ร่วมดำเนินงานต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการนโยบายสมุนไพรแห่งชาติ. (2566). *แผนปฏิบัติการด้านสมุนไพรแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2566-2570*. กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข

จันทรพร ทองเอกแก้ว. (2556). บัวบก: สมุนไพรมากคุณประโยชน์. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, *15*(3), 70-75.

พนารัช ปรีดากรณ์ เติมธรรม สิทธิเลิศ และสิทธิพร รุจิระยรรยง. (2564). ยุทธศาสตร์การวิจัยบัวบก. *วิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, *41*(3), 1-21.

สถาบันวิจัยสมุนไพร. (2550). *สมุนไพรน่ารู้: บัวบก* (พิมพ์ครั้งที่ 1). โรงพิมพ์พระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

สุรพงษ์ อนุตธโต. (2566). *โครงการวิจัยพันธุ์บัวบกเพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญ*. รายงานโครงการวิจัย. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2561). *โครงการศึกษาโอกาสทางการตลาดสารสกัดสมุนไพรไทยเป้าหมายงานแผนกลยุทธ์การตลาด* ฝ่ายธุรกิจนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี.

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ พรกมล รูปเลิศ และกนกอร อัมพรายน์. (2561). การศึกษาสัณฐานวิทยาของบัวบกสายพันธุ์ต่างๆ. *Thai Journal of Science and Technology*, *8*(1), 54-65.

Bahuguna, R. N., & Jagadish, K. S. (2015). Temperature regulation of plant phenological development. *Environmental and experimental botany, 111*, 83–90.

Chachai, N., Pensuriya, B., Pinsuntiae, T., Pratubkong, P., Mungngam, J., Nitmee, P., Kaewsri, P., Wongsatchanan, S., Jindajia, R., & Triboun, P. (2021). Variability of morphological and agronomical characteristics of *Centella asiatica* in Thailand. *Trends in sciences, 18*(23), 502. https://doi.org/10.48048/tis.2021.502

Consolaro, M. E. L., Pagliarini, M. S., & Chaves, L. J. (1996). Meiotic behavior, pollen fertility and seed production in Brazilian populations of *Centella asiatica* (L.) Urban (Umbelliferae). *Cytologia*, *61*(4), 375–381.

Department of Medical Sciences. (2021). *Thai herbal pharmacopoeia*. Kaewjawjom Printing and Publishing.

Geissler, C., Davidson, A., & Niesenbaum, R. A. (2023). The influence of climate warming on flowering phenology in relation to historical annual and seasonal temperatures and plant functional traits. *PeerJ, 11*, e15188. http://doi.org/-10.7717/peerj.15188

Javaid, A., Gurmet, R., & Sharma, N. (2018). *Centella asiatica* (L.) urban: A predominantly self-pollinated herbal perennial plant of family Apiaceae. *Vegetos*, *31*(2), 59-65.

Kamol, P., Nukool, W., Pumjaroen, S., Inthima, P., Kongbangkerd, A., Suphrom, N., & Buddhachat, K. (2024). Assessing the genetic diversity of *Centella asiatica* (L.) Urb. And seasonal influence on chemotypes and morphotypes in Thailand. *Industrial crops and products*, *218*, 118976. https://doi.org/10.1016/j.ind-crop.2024.118976

Kunjumon, R., Johnson, A. J., & Baby, S. (2022). *Centella asiatica*: Secondary metabolites, biological activities and biomass sources. *Phytomedicine Plus*, 2(1), 100176. https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100176

Malik, S., & Sharma, A. (2020). Study of phenology of a medicinal plant *Centella asiatica* of family Apiaceae. *Voyager, 6*, 15-21.

Numata, S., Yamaguchi, K., Shimizu, M., Sakurai, G., Morimoto, A., Alias, N., Noor Azman, N. Z., Hosaka, T., & Satake, A. (2022). Impacts of climate change on reproductive phenology in tropical rainforests of Southeast Asia. *Communications biology*, *5*(1), 311. https://doi.org/10.1038/s42003-022-03245-8

Orhan, I. E. (2012). *Centella asiatica* (L.) Urban: from traditional medicine to modern medicine with neuroprotective potential. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 1–8. https://doi.org/- 10.1155/2012/946259

Tooke, F., & Battey, N. H. (2010). Temperate flowering phenology. *Journal of experimental botany, 61*(11), 2853–2862.

Received: March 12, 2025 **Revised:** May 29, 2025 **Accepted:** June 24, 2025

การใช้เทคโนโลยีแบบผสมผสานในการจัดการโรคเหี่ยวของข่าตาแดง (*Alpinia galanga)* ที่เกิดจาก *Ralstonia solanacearum* ในจังหวัดพิจิตร

Integrated Technology Approach for Managing Wilt Disease of Galangal (*Alpinia galanga*) Caused by *Ralstonia solanacearum* in Phichit Province

มนัสชญา สายพนัส[1*] วราพงษ์ ภิระบรรณ์[1] และบูรณี พั่ววงษ์แพทย์[2]

Manuschaya Saipanus[1*] Warapong Priraban[1] and Buranee Puawongphat[2]

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร กรมวิชาการเกษตร อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000

[1]Phichit Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Mueang, Phichit, Thailand 66000

[2]สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1]Phichit Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Mueang, Phichit, Thailand 66000

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการโรคเหี่ยวของข่าตาแดง (*Alpinia galanga*) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ด้วยวิธีแบบผสมผสานในพื้นที่จังหวัดพิจิตร โดยนำเทคโนโลยีการผลิตขิงของกรมวิชาการเกษตรมาประยุกต์ใช้ในแปลงเกษตรกรที่ตำบลทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ระหว่างปี พ.ศ. 2565–2567 การทดลองประกอบด้วยการเตรียมดินโดยใช้ยูเรียร่วมกับปูนขาว การใช้ชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* BS–DOA 24 แช่หัวพันธุ์ก่อนปลูก และการรดสารชีวภัณฑ์ทุกเดือน รวมถึงการควบคุมการระบาดด้วยการขุดต้นที่แสดงอาการและจัดการดินรอบหลุมปลูกผลการทดลองแสดงว่าแปลงที่ใช้วิธีแบบผสมผสานมีผลผลิตข่าตาแดงเฉลี่ย 4,329 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าวิธีเกษตรกรที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3,253 กิโลกรัมต่อไร่ และมีอัตราการเกิดโรคเพียง 1.64% เมื่อเทียบกับวิธีเกษตรกรที่พบโรค 17.7% ด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า เกษตรกรมีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นร้อยละ 103 และมีค่า BCR เฉลี่ย 2.23 เทียบกับ 1.78 ของวิธีเกษตรกร นอกจากนี้ ยังมีการจัดทำแปลงต้นแบบและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เกษตรกรจำนวน 30 ราย ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับสูงต่อแนวทางการจัดการนี้

คำสำคัญ: ข่าตาแดง โรคเหี่ยว การจัดการแบบผสมผสาน ชีวภัณฑ์ BS–DOA 24

*Corresponding author: aor_7879@hotmail.com

Abstract

This study aimed to develop an integrated approach to managing bacterial wilt in Galangal (*Alpinia galanga*), caused by *Ralstonia solanacearum*, in Phichit Province, Thailand. Field trials were conducted on farmers' plots in Thung Noi Subdistrict, Pho Thale District during 2022–2024 by adapting the integrated ginger production technology developed by the Department of Agriculture. The method involved soil treatment with a mixture of urea (80 kg/rai) and lime (800 kg/rai), followed by the application of *Bacillus subtilis* BS–DOA 24. Rhizomes were soaked in the solution before planting, and the biocontrol agent was applied monthly after planting. Infected plants were removed, and the soil around the planting holes was treated to prevent further spread. Results showed that the integrated method significantly improved yields, producing an average of 4,329 kg/rai, compared to 3,253 kg/rai in conventional plots. The disease incidence was also reduced to 1.64% versus 17.7% in the control group. Economic analysis indicated that farmers using the integrated method achieved a 103% higher net income and a benefit-cost ratio (BCR) of 2.23 compared to 1.78 in traditional practices. Additionally, five demonstration plots were established, and 30 farmers participated in knowledge-sharing activities, expressing high satisfaction with the integrated management approach.

Keywords: *Alpinia galanga*, bacterial wilt, integrated management, *Bacillus subtilis* BS-DOA 24

บทนำ

ข่าตาแดง (*Alpinia galanga* (L.) Willd) เป็นพืชล้มลุกหลายฤดู อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เช่นเดียวกับขิง ขมิ้น และกระชาย (ชยันต์ พิเชียรสุนทร และคณะ, 2544) ข่าตาแดงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมีศักยภาพ ในจังหวัดพิจิตรมีพื้นที่ปลูกข่าตาแดง 2,253 ไร่ ผลผลิตรวม 256 ตัน คิดเป็นมูลค่า 10.5 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2567) บริโภคทั้งในประเทศและส่งออก ได้แก่ มาเลเซีย ญี่ปุ่น จีน เกาหลี มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี เหง้าสดอ่อนและแก่ใช้ปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาวเป็นส่วนผสมในเครื่องแกง เหง้าและหน่ออ่อนนำมาลอกต้มเป็นผักสมุนไพร ข่าแก่เป็นส่วนผสมในยาแผนโบราณ สกัดน้ำมันหอมระเหยใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำมันนวด

การผลิตข่าตาแดงในพื้นที่จังหวัดพิจิตรส่วนใหญ่ปลูกในพื้นที่นา เนื่องจากเกษตรกรลดพื้นที่ทำนามาปลูกข่าตลาดมีความต้องการผลผลิตจำนวนมาก แต่ในปี 2563 -2564 ผลผลิตข่าตาแดงในพื้นที่จังหวัดพิจิตรลดลง เนื่องจากการระบาดของโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* (Hayward, 1991) โดยเชื้อโรคจะเข้าสู่พืชเมื่อเกิดบาดแผลโดยเฉพาะแผลที่ราก หรือตามช่องเปิดธรรมชาติของพืช (Meng, 2013)

ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาโรคเหี่ยวในข่าตาแดง ซึ่งยังไม่มีสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมอย่างยั่งยืน จึงจำเป็นต้องพัฒนาแนวทางการจัดการแบบผสมผสานที่

สามารถปลูกซ้ำพื้นที่เดิมได้ จึงต้องดำเนินงานวิจัยการจัดการโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* แบบผสมผสาน โดยการปฏิบัติตามขั้นตอนการผลิตขิงของกรมวิชาการเกษตร ตั้งแต่ก่อนปลูกพืชไปจนถึงการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การอบฆ่าเชื้อในดิน การจัดการดินด้วยการใช้ยูเรีย ปูนขาว เพื่อลดจำนวนเชื้อแบคทีเรีย (French, 1994; White et al., 2013) ร่วมกับการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวขิง (ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุลวงศ์ และคณะ, 2547) ใช้หัวเชื้ออัตรา 50 กรัม ผสมใน 2 เปอร์เซ็นต์ กากน้ำตาล ปริมาตร 1 ลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มเชื้อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (เขย่า 2-3 ครั้ง) จากนั้นนำมาผสมน้ำ 100 ลิตร แช่หัวพันธุ์ในสารละลายนาน 30 นาที ก่อนนำไปปลูกและรดหรือฉีดพ่นสารละลายชีวภัณฑ์ BS-DOA 24 ลงดินให้ทั่วแปลงปลูก ทุก 30 วัน ใช้อัตราผสมน้ำ 100 ลิตร ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ขุดต้นที่เป็นโรคออกจากแปลง หรือโรยด้วยยูเรีย : ปูนขาว อัตรา 1 : 10 ต้นละ 500 กรัม กลบหลุม จะเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวขิงที่ปลูกในแปลง 60 เปอร์เซ็นต์ (ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล และคณะ, 2551) เมื่อนำหัวพันธุ์ขิงของเกษตรกรปลูกซ้ำพื้นที่เดิมโดยใช้วิธีผสมผสาน ปีแรกเก็บผลผลิตได้ 80 เปอร์เซ็นต์ ปีที่ 2 เก็บผลผลิตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ และปีที่ 3 เก็บผลผลิตได้ 30 เปอร์เซ็นต์ (บูรณี พั่ววงษ์แพทย์ และคณะ, 2555) วิจัยเทคโนโลยี การผลิตขิงแบบผสมผสาน โดยการปฏิบัติตามขั้นตอนการผลิตขิงของกรมวิชาการเกษตร ตั้งแต่ก่อนปลูกพืชไปจนถึงการเก็บเกี่ยว โดยปลูกซ้ำแปลงเดิมต่อเนื่อง 5 ปี การปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ขิงรุ่น G4 และ G5 จะให้ผลผลิตต่อไร่ 10,133 และ 10,568 กิโลกรัม สูงกว่าแปลงปลูกขิงของเกษตรกรที่ได้ผลผลิต 6,725 กิโลกรัม (จิตอาภา จิจุบาล, 2563) โดยเน้นการใช้หัวพันธุ์ขิงที่ปลอดจาก เชื้อแบคทีเรียซึ่งได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะทำให้มีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ (Kirdmanee et al., 2004) และลดปัญหาการเกิดโรคเหี่ยว และการปลูกพืชในดินที่ปลอดเชื้อ การอบฆ่าเชื้อในดิน การจัดการดินด้วยการใช้ยูเรีย และปูนขาว เพื่อลดจำนวนเชื้อแบคทีเรีย (French, 1994; White et al., 2013) ร่วมกับการใช้สารละลายชีวภัณฑ์ BS-DOA 24 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวขิง (ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุลวงศ์ และคณะ, 2547) ระบบการผลิตขิงแบบผสมผสานมีความประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาโรคเหี่ยว

ดังนั้นจึงนำเทคโนโลยีการผลิตขิงแบบผสมผสานของกรมวิชาการเกษตร มาแก้ปัญหาข่าในพื้นที่ ซึ่งเป็นพืชวงศ์เดียวกัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสำหรับปลูกในสภาพพื้นที่ ช่วยเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน มีคุณภาพดี มีมาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาดสามารถปลูกซ้ำพื้นที่เดิมได้ มีความสะดวกในการจัดการแปลง มีความเป็นอยู่อย่างยั่งยืน ทั้งด้านคุณภาพชีวิตและสภาพแวดล้อม

อุปกรณ์และวิธีการ

การจัดการโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* แบบผสมผสาน ดำเนินการทดสอบที่ตำบลทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ไม่มีแผนการทดลอง เป็นการทดสอบเปรียบเทียบเทคโนโลยี โดยคัดเลือกพื้นที่แปลงที่เกิดการระบาดของโรคเหี่ยวในปี 2564 ในการทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ดำเนินการปี 2565-2567 จำนวนแปลงเกษตรกร 7 แปลง แปลงละ 2 ไร่ แบ่งเป็นกรรมวิธีทดสอบ 1 ไร่ และกรรมวิธีเกษตรกรแปลงละ 1 ไร่ ปลูกข่าตาแดงในเดือนธันวาคม 2564 - กุมภาพันธ์ 2565 เก็บผลผลิตเดือนพฤศจิกายน 2565 ถึงกุมภาพันธ์ 2566 ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี ได้แก่ 1. กรรมวิธีทดสอบโดยนำเทคโนโลยีการจัดการโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียแบบผสมผสานของกรมวิชาการเกษตรมาทดสอบ และ 2. กรรมวิธีเกษตรกร ไม่มีการอบฆ่าเชื้อในดินและใช้สารละลายชีวภัณฑ์ *B. subtilis* BS-DOA 24

โดยกรรมวิธีทดสอบมีขั้นตอนการปลูกข่าตาแดงแบบผสมผสาน ดังนี้

1. การเตรียมแปลงปลูก เลือกแปลงปลูกที่เกิดการระบาดของโรคเหี่ยว เพื่อนำเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรมาแก้ปัญหาในพื้นที่ มีการระบายน้ำดี กำจัดวัชพืชเศษไม้ซากพืชออกจากแปลง ไถดะพลิกดิน ตากดินนาน 1 เดือนแล้วไถแปร 1 ครั้ง หว่านปุ๋ยยูเรียอัตรา 80 กิโลกรัมผสมปูนขาวอัตรา

800 กิโลกรัมต่อไร่ (อัตราส่วน 1: 10) ทั่วแปลง ไถพรวนตากดินไว้ 3-4 สัปดาห์ และยกร่องลึกประมาณ 25 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินส่งตรวจวิเคราะห์ก่อนปลูก (Figure 1)

2. เตรียมต้นพันธุ์ข่าตาแดง คัดต้นพันธุ์ที่ไม่เป็นโรค ต้นแข็งแรงสมบูรณ์อายุ 10–12 เดือน นิยมใช้ข่าดินเป็นต้นพันธุ์ เพราะจะมีความแข็งแรงอัตรา 5-6 ต้นต่อกอ จำนวน 1,600 กอต่อไร่ นำต้นพันธุ์ข่าตาแดงแช่น้ำสารละลายชีวภัณฑ์ *B. subtilis* BS-DOA 24 อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร นาน 30 นาที ผึ่งให้แห้ง เก็บไว้ในที่ร่มรอปลูก นำต้นพันธุ์แช่ในสารละลายชีวภัณฑ์ BS–DOA 24 โดยใช้หัวเชื้ออัตรา 50 กรัม ผสมใน 2% กากน้ำตาลปริมาตร 1 ลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มเชื้อทิ้งไว้ 24 ชม. (เขย่า 2-3 ครั้ง) จากนั้นนำมาผสมน้ำ 100 ลิตร แช่หัวพันธุ์ในสารละลายนาน 30 นาที ก่อนนำไปปลูก (Figure 2)

3. การปฏิบัติดูแลรักษา เก็บตัวอย่างดินส่งตรวจวิเคราะห์ก่อนปลูกข่า เพื่อให้ทราบปริมาณเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยว และปริมาณธาตุอาหารในดิน สำรวจแปลงปลูก ถ้าสังเกตเห็นข่าแสดงอาการเหี่ยวให้ขุดต้นเป็นโรคและดินรอบต้นที่เป็นโรคออกจากแปลง โรยยูเรียและปูนขาวในหลุมที่ขุดอัตรา 10:1 ต้นละ 500 กรัม กลบดินราดด้วยชีวภัณฑ์ BS อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรในปริมาณ 30-50 มิลลิลิตรต่อหลุมช่วงรดหรือพ่น ควรเป็นเช้าหรือเย็นเพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดด รดหรือพ่นแปลงปลูกในกรณีที่ไม่มีการระบาดของโรคเหี่ยวด้วยแบคทีเรีย *B. subtilis* BS-DOA 24 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ทุกเดือนและฉีดพ่นต่อเนื่องทุกสัปดาห์เมื่อพบการระบาด เมื่อพบการระบาดของหนอนพ่นไซเพอร์เมททริน 35% W/V EC อัตรา 10-20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร พบโรคเชื้อราใบไหม้ในช่วงฤดูฝน พ่นไดฟีโคลนาโซล และโพรพิโคลนาโซลอัตรา 15 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ปุ๋ยที่ใส่ควรปรับปริมาณตามความอุดมสมบูรณ์ของดินในแหล่งปลูกนั้น ๆ และความต้องการธาตุอาหารของข่าตาแดงในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ปุ๋ยที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผลผลิตข่าตาแดงมีคุณภาพ การใส่ปุ๋ยให้ใส่หลังปลูก 2-3 เดือน ใส่ปุ๋ยแล้วกลบ กำจัดวัชพืชเมื่อข่าตาแดง อายุ 1-2 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตรใช้สูตร 46-0-0 ผสมกับ 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ข่าอายุ 2.5-3 เดือน อัตรา 40-50 กิโลกรัม ครั้งที่ 2 อายุข่า 5-6 เดือน ใส่ปุ๋ยแล้วโรยแกลบดำทับ

4. การเก็บเกี่ยว ทำการขุดข่าตาแดงครั้งที่ 1 เมื่อข่าอายุ 8–9 เดือน โดยใช้แรงงานในครัวเรือน โดยขุดข่าแก่ในปีที่ 1 ออกให้หมด และแบ่งขุดข่าอ่อนออกมาเหลือทิ้งไว้ที่กอ 5–6 ต้นต่อกอ เพื่อให้เจริญเติบโตและแตกหน่อใหม่ และขุดในรอบถัดไปหลังจากขุดครั้งที่ 1 5–6 เดือน ล้างทำความสะอาดและตัดแต่งหัวข่า

Figure 1 Field preparing for galangal cultivation in Phichit.

Figure 2 Galangal cultivation in 2022 and 2023.

ขั้นตอนที่ 2 จัดทำแปลงต้นแบบและถ่ายทอดเทคโนโลยี

1. จัดทำแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสานในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ณ แปลงเกษตรกรทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

2. จัดงานเสวนาถ่ายทอดเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสานในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ณ แปลงเกษตรกรทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

การเก็บข้อมูล

1. ข้อมูลผลผลิต
2. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเหี่ยว
3. ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ : ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน
4. การถ่ายทอดเทคโนโลยี

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลการทดลองแบบ ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร โดยใช้ Paired T-test
2. วิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ รายได้ รายได้สุทธิ
3. วิเคราะห์อัตราส่วนรายได้ต่อการลงทุน (Benefit Cost ratio)

BCR = รายได้/ต้นทุนการผลิต

BCR น้อยกว่า 1 รายได้น้อยกว่ารายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นขาดทุนไม่ควรทำการผลิต

BCR เท่ากับ 1 รายได้เท่ากับรายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นไม่มีกำไรและไม่ขาดทุน มีความเสี่ยงในการผลิตไม่ควรทำการผลิต

BCR มากกว่า 1 รายได้มากกว่ารายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นมีกำไร มีความเสี่ยงน้อยสามารถทำการผลิตได้ (Kaenla et al., 2010)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสานในพื้นที่จังหวัดพิจิตร

ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

ผลการทดลอง เตรียมดินเดือนธันวาคม 2565 และปลูกข่าตาแดงเดือนมกราคมถึงมีนาคม 2566 จำนวน 7 แปลง โดยแบ่งเป็น กรรมวิธี 1 แปลงทดสอบเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 2 เทคโนโลยีเกษตรกรพบว่า การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่ใช้วิธีแบบผสมผสานของกรมวิชาการเกษตร สามารถเก็บผลผลิตข่าอ่อนได้ 3,607 กิโลกรัมต่อไร่ ข่าแก่ 721 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตรวม 4,329 กิโลกรัมต่อไร่

แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับกรรมวิธีเกษตรกรที่ให้ผลผลิตข่าอ่อน 2,710 กิโลกรัมต่อไร่ ข่าแก่ 542 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตรวม 3,253 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตอาภา จิจุบาล (2563) การปลูกขิงซ้ำที่เดิม ตั้งแต่ก่อนปลูกพืชไปจนถึงการเก็บเกี่ยวใช้วิธีผสมผสานโดยใช้หัวพันธุ์ขิงปลอดโรค การทำลายเชื้อในดิน และใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 วิธีทดสอบ ให้ผลผลิตขิงในรุ่น G5 10,568 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าวิธีเกษตรกร ด้านเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคพบว่า กรรมวิธีของกรมวิชาการเกษตรพบการเกิดโรคเหี่ยวในแปลง 1.64 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่ากรรมวิธีเกษตรที่พบการเกิดโรคเหี่ยวถึง 17.7 เปอร์เซ็นต์ (Table 1, Figure 3)

Table 1 Percentage of Disease Incidence, Young Galangal Yield, and Galangal Yield of DOA's technology were compared with farmer's technology in galangal productions during 2022–2023.

Farmer no.	Young Galangal Yield (kg/rai)		Galangal Yield (kg/rai)		Disease Incidence Rate (%)	
	Test	Famer	Test	Farmer	Test	Farmer
1	4,326	3,618	865	724	0.00	0.20
2	3,126	2,693	625	539	0.00	0.00
3	4,732	4,056	946	811	0.00	0.00
4	2,879	2,459	576	492	0.00	1.25
5	4,598	4,008	920	802	0.35	4.50
6	3,070	0.000	614	0	9.50	100
7	2,519	2,139	504	428	0.00	0.00
Average	3,607	2,710	721	542	1.64	17.7
t-Test	2.45*		2.45*		1.05^{ns}	

ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์

กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิต 63,720 บาทต่อไร่ สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีต้นทุนการผลิต 57,281 บาทต่อไร่ หรือสูงกว่า 6,438 บาท คิดเป็น 11.2 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีทดสอบมีรายได้ 142,600 บาทต่อไร่ สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีรายได้ 103,831 บาทต่อไร่ หรือสูงกว่า 38,769 บาท คิดเป็น 37.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรายได้สุทธิพบว่า วิธีทดสอบมีรายได้สุทธิ 78,880 บาทต่อไร่ สูงกว่าวิธีเกษตรกรที่มีรายได้ 38,769 บาทต่อไร่ หรือสูงกว่า 40,110 บาทต่อไร่ คิดเป็น 103 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบผลตอบแทนต่อหน่วยลงทุน (BCR) พบว่า ในวิธีทั้ง 2 มีอัตราผลตอบแทนการลงทุน (BCR) ที่มากกว่า 1.00 ซึ่งหมายความว่า รายได้มากกว่ารายจ่าย การผลิตนั้นมีกำไร มีความเสี่ยงน้อยสามารถทำการผลิตได้ โดยกรรมวิธีทดสอบมีค่า BCR เฉลี่ยเท่ากับ 2.23 ในขณะที่กรรมวิธีเกษตรกรมีค่า BCR เฉลี่ยเท่ากับ 1.78 (Table 2)

a b c d

Figure 3 Bacterial wilt in Galangal.
a-b Experimental plots for testing the control of bacterial wilt disease in Galangal during the 2022/2023 season.
c-d Galangal plots cultivated using traditional farmer methods (comparison plots) during the 2022/2023 season.

ขั้นตอนที่ 2 จัดทำแปลงต้นแบบและถ่ายทอดเทคโนโลยี

1. จัดทำแปลงต้นแบบ เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสานในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ณ แปลงเกษตรกรทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร (Figure 4)

Figure 4 Prototype transformation of integrated technology for controlling and eliminating bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* in Phichit Province

Table 2 The production cost of DOA's technology were compared with farmer's technology in galangal productions during 2022 – 2023.

Farmer no.	Total costs (Baht/rai)		Income (Baht/rai)		Profit (Baht/rai)		BCR	
	DOA	Farmer	DOA	Farmer's Technology	DOA's Technology	Farmer's Technology	DOA's Technology	Farmer's Technology
1	74,902	64,756	164,388	137,484	89,486	72,728	2.19	2.12
2	59,365	52,519	118,788	102,334	59,423	49,815	2.00	1.95
3	74,214	65,652	179,816	154,128	105,602	88,476	2.42	2.35
4	46,798	41,608	109,402	93,442	62,604	51,834	2.34	2.25
5	73,200	66,554	174,724	152,304	101,524	85,750	2.39	2.29
6	53,840	20,000	116,660	0.0000	62,820	-20,000	2.17	0.00
7	45,741	42,231	95,722	81282	49,981	39,051	2.09	1.92
Average	63,720	57,281	142,600	103,831	78,880	-38,769	2.23	1.78

ขั้นตอนที่ 2 จัดทำแปลงต้นแบบและถ่ายทอดเทคโนโลยี

2. จัดทำแปลงต้นแบบ เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสานในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ณ แปลงเกษตรกรทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร (Figure 4)

3. จัดงานเสวนาถ่ายทอดเทคโนโลยี การป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสานในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ณ แปลงเกษตรกรทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

จัดเสวนาถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรกรวันที่ 26 เมษายน 2567 ที่แปลงเกษตรกรต้นแบบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสาน หมู่ 2 ตำบลทุ่งน้อย อำเภอโพทะเลจังหวัดพิจิตร เกษตรกร 30 ราย (Figure 5) โดยถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข่าตาแดงปลอดโรค วิธีการจัดการดิน โรค การปลูกซ้ำพื้นที่ ผลการเสวนาจากการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการเสวนามีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจเทคโนโลยี เป็นเกษตรกรแปลงทดสอบเทคโนโลยีเกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่ข่าและเกษตรกรผู้ปลูกข่าตลอดจนผู้สนใจทั่วไปที่เข้าร่วมเสวนา ตำบลทุ่งน้อย อ.โพทะเล จำนวน 30 คน สำรวจโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจเทคโนโลยีที่มาทดสอบในการแก้ปัญหาโรคเหี่ยวในพื้นที่ ในวันที่ 18 สิงหาคม 2563 พบว่า ผู้ตอบแบบประเมินเป็นเพศชาย 16 คน (53 เปอร์เซ็นต์) และเพศหญิง 14 คน (47 เปอร์เซ็นต์) อายุ ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 21-40 ปี จำนวน 2 คน (7 เปอร์เซ็นต์) รองลงมามีอายุระหว่าง 41-60 ปี จำนวน 23 คน (77 เปอร์เซ็นต์) อายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป จำนวน 5 คน (16 เปอร์เซ็นต์) ระดับการศึกษา ส่วนใหญ่พบระดับประถมศึกษา จำนวน

19 คน (63 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนปลาย เทียบเท่า จำนวน 10 คน (33 เปอร์เซ็นต์) และระดับปริญญาตรีจำนวน 1 คน (4 เปอร์เซ็นต์) Table 3

Table 3 Personal information of Associate (gender, age and education) of Organizing a seminar on technology transfer for the integrated control of bacterial wilt in galangal caused by *Ralstonia solanacearum* in Phichit Province at Thung Noi farmers' plots, Phichit Province.

	Personal information	Person	Percentage
Gender	Male	14	53
	Female	16	47
	Totally	**30**	**100**
Age	21 - 40 years	2	7
	41 - 60 years	23	77
	> 60 years	5	16
	Totally	**30**	**100**
Education	Elementary School/Primary School	19	63
	Middle school/Junior high school/ Senior high school	10	33
	Bachelor's degree	1	4
	Totally	**30**	**100**

2) ความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร

เกณฑ์การให้คะแนนวัดระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมเสวนาและดูงานแปลงถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การประเมินโดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

Average	Satisfaction level
4.21 - 5.00	Very satisfied
3.41 - 4.20	Satisfied
2.61 - 3.40	Neutral
1.81 - 2.60	Slightly satisfied
1.0 - 1.80	Unsatisfied

ความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร

1. ลดเชื้อในดิน โดยการอบดินด้วยยูเรียผสมปูนขาว อัตรา 80:800 กก./ไร่ เพื่อลดเชื้อสาเหตุของโรคในดินก่อนปลูก มีความพึงพอใจอยู่ระดับพอใจมาก คิดเป็นร้อยละ 66.7 พอใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.33 มีระดับผลประเมิน มีความพึงพอใจมากที่สุด (Table 4)

2. การใช้ชีวภัณฑ์ BS-DOA 24 ในการป้องกันกำจัดโรคโรคเหี่ยวข่าตาแดงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* มีความพึงพอใจอยู่ระดับพอใจมาก คิดเป็นร้อยละ 66.7 พอใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.33 มีระดับผลประเมิน มีความพึงพอใจมากที่สุด (Table 4)

3. การใช้ต้นพันธุ์หัวพันธุ์ปลอดโรค มีความพึงพอใจอยู่ระดับพอใจ คิดเป็นร้อยละ 20.0 พอใจมาก คิดเป็นร้อยละ 66.7 พอใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 13.3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.93 มีระดับผลประเมิน มีความพึงพอใจมาก (Table 4)

4. การลดการแพร่ระบาดในแปลงโดยขุดต้นที่เป็นโรคออกจากแปลงและ ใส่ปูนขาวบริเวณหลุมที่ขุด มีความพึงพอใจอยู่ระดับพอใจ คิดเป็นร้อยละ 23.3 พอใจมาก คิดเป็นร้อยละ 50.0 พอใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.0 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.03 มีระดับผลประเมิน มีความพึงพอใจมาก (Table 4)

Table 4 Satisfaction with the Department of Agriculture's Technology

Topics	Satisfaction level (n= 30 Person/Percentage)					Average	Results
	Strongly Disagree	Disagree	Neutral	Agree	Strongly Agree		
1.1 Soil sterilization by solarization using urea mixed with lime at a ratio of 80:800 kg/rai to reduce soil-borne pathogens before planting.	-	-	-	20 66.7	10 33.3	4.33	Very satisfied
1.2 The use of the biological control agent BS-DOA 24 for the prevention and control of red shoot ginger wilt disease caused by the bacterium *Ralstonia solanacearum.*	-	-	-	20 67.7	10 33.3	4.33	Very satisfied
1.3 The use of disease-free planting materials or rhizomes.	-	-	6 20.0	20 66.7	4 13.3	3.93	Satisfied
1.4 Reducing the spread in the field by removing infected plants and applying lime to the dug-out holes.	-	-	7 23.3	15 50.0	8 25.0	4.03	Satisfied

Figure 5 Organizing a seminar on technology transfer for the integrated control of bacterial wilt in galangal caused by *Ralstonia solanacearum* in Phichit Province at Thung Noi farmers' plots, Phichit Province.

สรุปผลการวิจัย

1. การจัดการโรคเหี่ยวของข่าตาแดง (*Alpinia galanga*) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ด้วยวิธีแบบผสมผสานในพื้นที่ตำบลทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ซึ่งประกอบด้วยการอบดินด้วยยูเรียและปูนขาวในอัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ ทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ เพื่อฆ่าเชื้อโรคในดิน การแช่หัวพันธุ์ในสารละลายชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* BS–DOA 24 ก่อนปลูก และการพ่นสารชีวภัณฑ์ทุก 30 วัน หรือเมื่อพบการระบาด (ทุก 7 วัน) รวมถึงการขุดต้นที่แสดงอาการออกนอกแปลงและโรยยูเรีย : ปูนขาว อัตรา 1:10 หลุมละ 500 กรัม พบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถเพิ่มผลผลิตได้เฉลี่ยร้อยละ 33 และลดความเสียหายจากโรคเหี่ยวในแปลงที่มีการระบาดรุนแรงได้ถึงร้อยละ 90

2. จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า เกษตรกรที่ใช้วิธีการจัดการแบบผสมผสานมีรายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 37.3 และมีอัตราผลตอบแทนการลงทุน (Benefit Cost Ratio: BCR) เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติตามแบบของเกษตรกร ซึ่งสะท้อนถึงความคุ้มค่าในการนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปใช้ในพื้นที่จริง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) และขอขอบคุณเกษตรกร แปลงทดสอบ ตำบลทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ทุกท่านที่ร่วมดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2567). (25 พฤศจิกายน 2567). *รายงานข้อมูลสถานการณ์การผลิตพืชเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดพิจิตร.* https://www.doae.go.th/

จิตอาภา จิจุบาล. (2563). ปลูกขิงซ้ำพื้นที่เดิม. *หนังสือพิมพ์กสิกร*, *93*(5), 65-73.

ชยันต์ พิเชียรสุนทร, แม้นมาส ชวลิต, และวิเชียร จีรวงส์. (2544). *คำอธิบายตำราพระโอสถพระนารายณ์.* อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุลวงศ์, บุญสืบสกุลอรพรรณ วิเศษสังข์, และทัศนาพร ทัศคร. (2547). *การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเชื้อ Bacillus spp. ในการ*

ควบคุมโรคเหี่ยวของขิงและมะเขือเทศ. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2547 กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล, รัศมี ฐิติเกียรติพงศ์, และบุษราคัม อุดมศักดิ์ (2551). *พัฒนาสูตรสำเร็จแบคทีเรีย Bacillus subtilis ควบคุมโรคเหี่ยวในขิง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2551*. กลุ่มวิจัยโรคพืชสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.

บูรณี พั่ววงษ์แพทย์, ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล, ทิพวรรณ กันหาญาติ, รุ่งนภา ทองเครื่ง, ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์, และจิตอาภา ชมเชย. (2555). *การจัดการโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากแบคทีเรีย Ralstonia solanacearum แบบผสมผสาน.รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555*. สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช.

French, E. R. (1994) Strategies for integrated control of bacterial wilt of potatoes. In A.C. Hayward & G. L. Hartman (Eds.), *Bacterial Wilt: The Disease and Its Causative Agent, Pseudomonas solanacearum* (pp. 199-207). CAB International, Wallingford.

Hayward, A. C. (1991). Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annual review of phyto-pathology*, *29*(1), 65-87. http://dx.doi-.org/10.1146/annurev.py.29.090191.00043

Kaenla, N., Chinsathit, S., Meephuet, J., Surat, S., Chanthapiriyapoon, K., & RaksaBrahmin, U. (2010). Development on technology and production system in Mangosteen. In *Academic Conference of the Agricultural Research and Development Office Regions 1, 2, and 6, year 2010* (pp.202-211). Rimkok Resort Hotel, Chiang Rai Province. (in Thai)

Kirdmanee, C., Mosaleeyanon, K., & Tanticharoen, M. (2004). A Novel approach of bacteria-free rhizome production of ginger through biotechnology. *Acta Horticulturae*, *629*, 457–462.

Meng, F. (2013). *Ralstonia solanacearum* species complex and bacterial wilt disease. *Journal of bacteriology & parasitology*, *4*(2), 2–5. http://doi:10.4172/2155-9597.1000e119

White, F., Motomura, S., Miyasaka, S., & Kratky, B. A. (2013). *A simplified method of multiplying bacterial wilt-free edible ginger (Zingiber officinale) in pots.* https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/32353/1/PD-93.pdf

Received: May 16, 2025 **Revised:** June 20, 2025 **Accepted:** June 24, 2025

การวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมันพื้นบ้านในภาคเหนือ

Analysis of Active Compounds and Antioxidant Activity of Northern Local Yams

บรรจง อูปแก้ว[1*] อนุชา จันทรบูรณ์[1] วราวุฒิ โล๊ะสุข[1] วสุธร บัวคอม[1] วิโรจน์ มงคลเทพ[2] ณัฐกร ไชยแสน[3] กัลยา พงสะพัง[4] และกัญญ์ณพัชญ์ ดวงแก้ว[4]

Bunjong Oupkaew[1*] Anucha Chantaraboon[1] Waravut Losuk[1] Wasuthorn Buakom[1] Wiroj Mongkolthep[2] Natthakorn Chaiyasaen[3] Kanlaya Pongsapang[4] and Kannaphat Duangkaew[4]

[1]สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[1]Division of Plant science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan, Thailand. 55000

[2]สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[2]Division of Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan, Thailand. 55000

[3]สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[3]Division of Animal Science and Fisheries, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan, Thailand. 55000

[4]คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[4]Faculty of Business Administration and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Lanna Nan, Thailand. 55000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมันพื้นบ้านในภาคเหนือ ด้วยการตรวจสอบหาสารสำคัญและองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นในมันพื้นบ้าน สำหรับการพัฒนาเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพและการปลูกเชิงพาณิชย์ รวมถึงเป็นข้อมูลสนับสนุนการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชพื้นถิ่น โดยทำการศึกษามันพื้นบ้านจำนวน 10 พันธุ์ ประกอบด้วย มันเลือด มันซา มันจาวพร้าว มันแกลบ มันหัวช้าง มันพร้าวยาว มันมือเสือ มันอ้อน มันเสา และมันเหลือง ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ ทำ 3 บล็อก โดยการปลูกทดลองในแปลงของเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลผลิตการเกษตร บ้านป่าคา ตำบลบ่อสวก อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน ปลูกในฤดูกาลผลิต ปี 2567/2568 จากการทดลอง พบว่า มันพื้นบ้าน

ทั้ง 10 พันธุ์ ให้ผลผลิตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมันเลือดเป็นพันธุ์ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด คือ 3,713.94 กิโลกรัมต่อไร่ และมีสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผลผลิตกับน้ำหนักหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบ ซึ่งจากการวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระยังพบว่า มันเลือดมีปริมาณแป้งสูงสุดและมันจาวพร้าวมีปริมาณต่ำสุดเท่ากับ 79.24 และ 55.86 กรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ มันแกลบมีปริมาณโปรตีนสูงสุดและมันจาวพร้าวมีปริมาณโปรตีนต่ำสุดเท่ากับ 13.13 และ 8.87 กรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ มันเหลืองมีปริมาณเส้นใยสูงสุดและมันซามีปริมาณเส้นใยต่ำสุดเท่ากับ 5.60 และ 2.68 กรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ มันหัวช้างมีปริมาณฟีนอลิกสูงสุดและมันเลือดมีปริมาณฟีนอลิกต่ำสุดเท่ากับ 323.08±0.17 และ 102.52 ± 0.11 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ มันจาวพร้าวมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุดและมันเลือดมีปริมาณฟลาโวนอยด์ต่ำสุดเท่ากับ 330.41±0.23 และ 238.81±0.05 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ และมันหัวช้างมีค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS สูงที่สุดเท่ากับ 61.68±0.13 และ 86.73±1.45 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมันเลือดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวมที่วิเคราะห์ได้ ซึ่งจากผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า มันเลือดเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพเหมาะสำหรับการปลูกในพื้นที่ภาคเหนือในส่วนการต่อยอดการวิจัยควรศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของมันพื้นบ้านเพื่อการรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมที่จะช่วยคงคุณภาพมันพื้นบ้านต่อไป

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต ฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มันพื้นบ้าน

---

*Corresponding author: landscape@rmutl.ac.th

Abstract

This research aimed to analyze active compounds and antioxidant activity of northern local yams by examining active compounds and initial chemical compositions in local yams. This research aims to support the development of alternative health foods and commercial cultivation, as well as to provide data for the conservation of indigenous plant genetics. The study was conducted on 10 varieties of local yams consisting of Luead yam, Sa yam, Jaoprao yam, Krab yam, Hua Chang yam, Praoyao yam, Mue Suae yam, Aon yam, Sao yam and Lueang yam. A complete block randomized design was used, replicated 3 times, in the farmer's plot of the agricultural product processing community enterprise, Ban Pa Kha, Bo Suak Subdistrict, Mueang Nan District, Nan Province, in the 2024/2025 production season. The experiment found that the 10 local yam varieties gave significantly different yields ($p < 0.01$), with Luead yam being the variety with the highest yield potential at 3,713.94 kg/Rai, and there was a positive

correlation between the yield and fresh tuber weight, dry tuber weight and leaf area index. Luead yam revealed the highest starch content, while Jaoprao yam had the lowest, with values of 79.24 and 55.86 grams per 100 grams, respectively. Krab yam showed the highest protein content, whereas Jaoprao yam had the lowest, at 13.13 and 8.87 grams per 100 grams, respectively. Lueang Yam contained the highest fiber content, while Sa yam had the lowest, at 5.60 and 2.68 grams per 100 grams, respectively. Hua Chang yam indicated the highest total phenolic content, and Luead yam had the lowest, with 323.08±0.17 and 102.52±0.11 mg GAE/g sample, respectively. Jaoprao yam exhibited the highest flavonoid content, while Luead yam showed the lowest, with 330.41±0.23 and 238.81±0.05 mg GAE/g sample, respectively. Moreover, Hua Chang yam illustrated the highest antioxidant activities, with 61.68±0.13% inhibition by the DPPH method and 86.73±1.45% by the ABTS method, respectively. The antioxidant activity of Luead yam extract was strongly correlated with its phenolic and flavonoid contents. The results of this experiment showed that Luead yam had a potential for planting in the Northern region of Thailand. For further research, the genetic variation of the native yam should be studied to maintain the genetic diversity that will help maintain the quality of the native yam.

Keywords: Growth, Flavonoids, Phenolic compounds, Antioxidant activity, local yam

บทนำ

มันพื้นบ้านเป็นพืชที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง และมีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางในหลายภูมิภาค ทั่วโลก โดยเฉพาะในทวีปเอเชียซึ่งเป็นแหล่งสำคัญที่พบการกระจายพันธุ์ของมันพื้นบ้านมากถึงประมาณ 600 ชนิด สำหรับประเทศไทยมีการสำรวจและรายงานพบมันพื้นบ้านหลากหลายสายพันธุ์รวมประมาณ 42 ชนิด จึงสะท้อนให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรพันธุกรรมพืชท้องถิ่น ซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรชีวภาพที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง ความหลากหลายดังกล่าว ไม่เพียงแต่แสดงถึงความสำคัญทางด้านอนุรักษ์พันธุกรรมเท่านั้น แต่ยังแสดงถึงศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ในหลายมิติ โดยเฉพาะด้านโภชนาการและสุขภาพ เนื่องด้วยมันพื้นบ้านบางสายพันธุ์อาจมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นสาระสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งสามารถส่งเสริมสุขภาพหรือมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (Wilkin and Thapyai, 2009) จึงกล่าวได้ว่ามันพื้นบ้านเป็นพืชที่มีบทบาทสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารของมนุษย์มายาวนาน อีกทั้งยังสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในหลากหลายสภาพแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นพื้นที่รกร้างที่ขาดแคลนธาตุอาหาร พื้นที่ริมถนน พื้นที่ถูกไฟไหม้ซ้ำซาก พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งความสามารถในการปรับตัวดังกล่าวทำให้มันพื้นบ้านกลายเป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในหลายภูมิภาคของประเทศไทยโดยเฉพาะในภาคเหนือ ซึ่งยังคงมีการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมันพื้นบ้านในระดับครัวเรือน ซึ่งมันพื้นบ้านที่นิยมบริโภคในท้องถิ่น ได้แก่ มันอ้อน มันมือเสือ มันเหลือง มันจาวพร้าว มันเลือด และมันเสา เป็นต้น (Thapyai, 2004) นอกจากนี้มันพื้นบ้านจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในระดับชุมชน ซึ่งมีการปลูกและใช้ประโยชน์มาอย่างยาวนาน ลักษณะเด่นของมันพื้นบ้าน

คือ การสะสมอาหารไว้ในส่วนใต้ดิน ไม่ว่าจะเป็นราก หัว หรือไหล ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายทั้งในรูปแบบของอาหารสำหรับมนุษย์ และวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์ รวมถึงยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าได้อีกด้วย นอกจากบทบาททางโภชนาการแล้ว มันพื้นบ้านยังเป็นแหล่งของสารสำคัญทางชีวภาพหลายชนิด โดยเฉพาะสารกลุ่มฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพ (โอรส รักชาติ, 2548) และยังมีบทบาทในฐานะแหล่งพลังงานทางเลือกที่สามารถใช้ทดแทนข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่ยังคงพึ่งพาทรัพยากรท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยสารอาหารหลากหลายชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตในรูปของแป้งและน้ำตาล โปรตีน และแร่ธาตุสำคัญต่าง ๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม กรดโฟลิก ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบของสารออกฤทธิ์ ทางชีวภาพที่มีศักยภาพทางการแพทย์ เช่น สารแคโรทีนอยด์ และแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารสีธรรมชาติที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และมีส่วนช่วยในการล้างพิษออกจากร่างกาย (เดลินิวส์, 2553) โดยเฉพาะด้านโภชนาการ และการใช้ประโยชน์เพื่อสุขภาพ ซึ่งมันพื้นบ้านบางสายพันธุ์มีปริมาณอะไมเลส และเส้นใยอาหารในระดับสูง ซึ่งสารเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และส่งผลดีต่อระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะสำหรับ ผู้ที่ต้องควบคุมระดับน้ำตาล เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวาน (Oko and Famurewa, 2015) อย่างไรก็ตามมันพื้นบ้านหลายชนิดถูกนำมาใช้ในทางการแพทย์พื้นบ้านเพื่อบำบัดรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร การเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ รวมถึงการลดอาการคลื่นไส้อาเจียนในหญิงตั้งครรภ์และใช้เป็นส่วนประกอบในเวชภัณฑ์เพื่อการคุมกำเนิด และเป็นแหล่งอาหารเพื่อสุขภาพที่มีศักยภาพสูง ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีในหัวมันพื้นบ้าน โดยเฉพาะกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลีแซกคาไรด์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่อาจมีบทบาทในการแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพ (Ulbricht et al., 2003) โดยเฉพาะฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของมันพื้นบ้านประกอบด้วยสารสำคัญในกลุ่มฟีนอลิก (phenolic compounds) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งกระบวนการออกซิเดชันในร่างกาย อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด (Sakthidevi and Mohan, 2013) และมีประโยชน์ในการประยุกต์ใช้เป็นวัตถุเสริมในอาหาร เครื่องสำอาง และเภสัชกรรม (พักพล มุ่งลือ และคณะ, 2565) และด้วยความหลากหลายทั้งในด้านลักษณะทางสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบทางเคมี เช่น มันเลือดสีม่วงมีคุณสมบัติโดดเด่นในด้านคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะการมีสารแอนโทไซยานินในปริมาณสูง ซึ่งเป็นสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด รวมถึงโรคหัวใจและโรคมะเร็ง นอกจากนี้ มันเลือดสีม่วงยังมีปริมาณเส้นใยอาหารสูงซึ่งเป็นประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหาร และช่วยชะลอการดูดซึมน้ำตาลในเลือด จึงเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นอาหารสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน (Lazze et al., 2004) มันพื้นบ้านไม่เพียงมีบทบาทในฐานะอาหารพื้นเมือง แต่ยังเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมี (phytochemicals) ที่อาจมีคุณค่าทางชีวภาพโดยเฉพาะสารทุติยภูมิ เช่น สารประกอบฟีนอล สารฟลาโวนอยด์ รวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีศักยภาพในการส่งเสริมสุขภาพและสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกเชิงพาณิชย์ได้ รวมทั้งเป็นข้อมูลสำคัญในการส่งเสริม การใช้ประโยชน์และการพัฒนาผลผลิตท้องถิ่น แต่ด้วยความหลากหลายของสายพันธุ์จึงมีความจำเป็นในการศึกษาสารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การเจริญเติบโตลักษณะจำเพาะของแต่ละสายพันธุ์ของมันพื้นบ้านในภาคเหนือ ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งการตรวจสอบหาสารสำคัญและองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นในมันพื้นบ้านจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างมันพื้นบ้านในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย จำนวน 10 พันธุ์ โดยคัดเลือกจากปัจจัยด้านการขยายพันธุ์และปริมาณท่อนพันธุ์สำหรับปลูกในแปลงทดลอง สำหรับการพัฒนาเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพและการปลูกเชิงพาณิชย์ของมันพื้นบ้านในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นพื้นฐานในการเพิ่มมูลค่าของมัน

พื้นบ้านในเชิงเศรษฐกิจ และส่งเสริมการใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งอาหารรวมทั้งสนับสนุนการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชท้องถิ่นอย่างยั่งยืนในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทดลองและการวางแผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองที่วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร บ้านป่าคา ตำบลบ่อสวก อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน ปลูกในฤดูกาลผลิตปี 2567/2568 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ทำ 3 บล็อก ประกอบด้วยพันธุ์มันพื้นบ้านจำนวน 10 พันธุ์ ประกอบด้วย 1. มันเลือด 2. มันซา 3. มันจาวพร้าว 4. มันแกลบ 5. มันหัวช้าง 6. มันพร้าวยาว 7. มันมือเสือ 8. มันอ้อน 9. มันเสา และ 10. มันเหลือง

Table 1 Common and scientific name of northern local yams

No.	Common name	Scientific name	No.	Common name	Scientific name
1	Luead yam	*Dioscorea alata* L.	6	Praoyao yam	*Dioscorea glabra* Roxb.
2	Sa yam	*Dioscorea filiformis* Blume	7	Mue Suae yam	*Dioscorea esculenta* L.
3	Jaoprao yam	*Dioscorea* spp.	8	Aon yam	*Dioscorea esculenta* (Lour.) Burkill
4	Krab yam	*Dioscorea inopinata*	9	Sao yam	*Dioscorea filiformis* Blume
5	Hua Chang yam	*Dioscorea nitens* Prain & Burkill	10	Lueang Yam	*Dioscorea wallichii* Hook.f.

การปลูกและการดูแลรักษา

การปลูกมันพื้นบ้านในงานวิจัยนี้ดำเนินการโดยใช้ท่อนพันธุ์ซึ่งเป็นส่วนของลำต้นใต้ดิน ขนาด 15 x 15 เซนติเมตร ซึ่งหัวพันธุ์ได้จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างมันพื้นบ้านในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย จากนั้นมีการจำแนกชนิดของมันพื้นบ้านตามข้อมูลจากงานวิจัยและเอกสารอนุกรมวิธานของ Wilkin & Thapyai (2009) โดยปลูกระหว่างเดือนเมษายน-ธันวาคม พ.ศ. 2567 โดยการทดลองปลูก 10 แปลงทดลอง ขนาด 1 × 15 เมตร ใช้ระยะปลูก 1 × 1 เมตร คลุมแปลงปลูกด้วยพลาสติกพีอี การให้ปุ๋ยเมื่ออายุปลูกได้ 3 สัปดาห์หลังงอก และเสริมด้วยปุ๋ยสูตร 13-13-21 ที่อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงต้นอ่อนเข้าสู่ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ (ประมาณ 90 วันหลังปลูก) การจัดการศัตรูพืชโดยใช้ชีวภัณฑ์ ได้แก่ การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มารองก้นหลุมก่อนปลูก เพื่อป้องกันโรครากเน่าในอัตรา 5 กรัมต่อหลุม สำหรับการควบคุมหนอนชอนใบและหนอนเจาะเถา ใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ในอัตราส่วน 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นเมื่อพบการระบาดส่วนการจัดการโรคใบจุดและโรคราแป้ง ใช้แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ไอโซเลท 20W1 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรฉีดพ่นเมื่อพบการระบาดของโรค

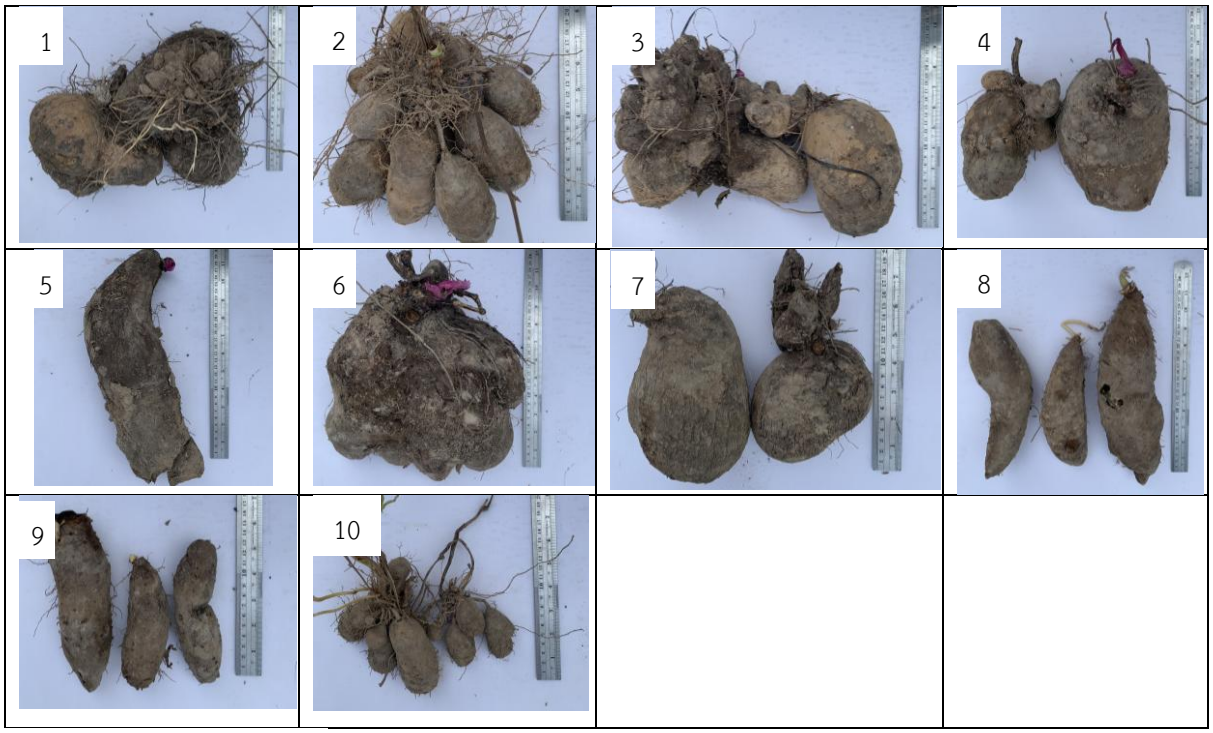


Figure 1 Characteristics of local yam 10 varieties 1. Luead yam 2. Sa yam 3. Jaoprao yam 4. Krab yam 5. Hua Chang yam 6. Praoyao yam 7. Mue Suae yam 8. Aon yam 9. Sao yam 10. Lueang Yam

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของลำต้นและปริมาณผลผลิตมันพื้นบ้าน

1) น้ำหนักหัวสด ชั่งน้ำหนักส่วนหัวสด (กรัม) ที่อายุเก็บเกี่ยว 250 วัน โดยนำส่วนใต้ดินพันธุ์ละ 3 ต้นต่อซ้ำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยผลผลิตหัวสดที่สมบูรณ์ ไม่ฝ่อหรือเน่าเสียและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรขึ้นไป แล้วนำมาชั่งน้ำหนักหัวสด แล้วเฉลี่ยเป็นน้ำหนักหัวสดต่อต้น

2) น้ำหนักหัวแห้ง ที่อายุเก็บเกี่ยว 250 วัน โดยนำส่วนหัวทั้งหมด 3 ต้นต่อซ้ำ มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักหัวแห้งเฉลี่ยเป็นน้ำหนักหัวแห้งต่อต้น

3) ดัชนีพื้นที่ใบ วัดพื้นที่ใบทั้งหมดของต้นพันธุ์ละ 3 ต้นต่อซ้ำ โดยตัดใบทั้งต้นออกจากแปลงปลูกมาวัดโดยใช้เครื่องสแกนภาพ และซอฟต์แวร์วิเคราะห์ภาพและแอปพลิเคชันมือถือ (Leafscan, Petiole, Easy Leaf Area) พื้นที่ใบที่วัดสามารถแบ่งตามพื้นที่เพื่อให้ได้ LAI อีกทางหนึ่งโดยใช้สูตร ดัชนีพื้นที่ใบ=พื้นที่ใบ/พื้นที่ปลูก แล้วคำนวนเป็นค่าเฉลี่ยต่อต้น

4) ผลผลิตหัวมันสดต่อไร่ เก็บเกี่ยวหัวมันสดที่อายุ 250 วันหลังปลูกชั่งน้ำหนักรวมของผลผลิตหัวมันสดต่อไร่

5) น้ำหนักเถาสด นำส่วนเหนือดินพันธุ์ละ 3 ต้นต่อซ้ำ โดยตัดออกจากแปลงชั่งน้ำหนักเถาสดแล้วเฉลี่ยเป็นน้ำหนักเถาสดต่อต้น

6) น้ำหนักเถาแห้ง นำส่วนเหนือดินพันธุ์ละ 3 ต้นต่อซ้ำ โดยตัดออกจากแปลงแล้วนำไปอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักเถาแห้งแล้วเฉลี่ยเป็นน้ำหนักเถาแห้งต่อต้น

7) จำนวนกิ่งแขนง นับจำนวนกิ่งแขนงที่มีจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 5 ข้อ ที่เกิดขึ้นทั้งต้นพันธุ์ละ 3 ต้นต่อซ้ำเมื่อมันพื้นบ้านอายุ 90 วัน หลังจากปลูก

8) จำนวนหัวต่อต้น นับหัวสดมันพื้นบ้านพันธุ์ละ 3 ต้นต่อซ้ำ นำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย โดยหัวมันพื้นบ้านที่สมบูรณ์ไม่ฝ่อหรือเน่าเสียและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรขึ้นไป

การเตรียมสารสกัดมันพื้นบ้าน

การเตรียมสารสกัดมันพื้นบ้านด้วยวิธีของ Pumtes et al. (2012) โดยนำมันพื้นบ้านมาล้างทำความสะอาดแล้วหั่นขนาด 1x1 เซนติเมตร จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดละเอียด การสกัดผงด้วยตัวทำละลายเอทานอลเข้มข้น 90 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการนำตัวอย่างมันพื้นบ้านมาผสมกับตัวทำละลายในสัดส่วนมันพื้นบ้านต่อปริมาตรตัวทำละลายเป็น 1 ต่อ 10 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วนำสารสกัดมันพื้นบ้านที่ได้มาใส่โหลดูดความชื้นเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปเก็บไว้ในภาชนะทึบแสงที่อุณหภูมิ -15 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณแป้ง

การวิเคราะห์ปริมาณแป้ง ด้วยวิธี มอก. 274-2521 วิเคราะห์ปริมาณแป้ง ได้จาก 100 ลบด้วยผลรวมระหว่างปริมาณเส้นใย ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า และปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีของ Kjeldahl (AOAC, 2000) โดยชั่งมันพื้นบ้าน 10 กรัม ใส่ลงใน Kjeldalh flask เติม Mixed catalyst: $CuSO_4$ 0.1 กรัม, $NaSO_4$ 2 กรัม และ conc.H_2SO_4 25 กรัม ย่อยบน heating mantle และให้ความร้อนอ่อน ๆ จนกระทั่งหมดฟองแล้วค่อยเพิ่มความร้อนอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times N \times 1.4 \times F}{W_1}$$

A คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่างมันพื้นบ้าน (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

W_1 คือ น้ำหนักของตัวอย่างมันพื้นบ้าน

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)

F คือ ค่าแฟคเตอร์

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ด้วยวิธีการของ AOAC (2000) การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยโดยวิธีการย่อยตัวอย่างมันพื้นบ้านด้วยสารละลายกรดและด่างภายใต้สภาวะที่กำหนด จากนั้นนำส่วนที่เหลือจากการย่อยไปอบและเผา เพื่อหาส่วนที่หายไปหลังจากการเผา ซึ่งก็คือปริมาณเส้นใย

$$\text{ปริมาณเส้นใย} = \frac{(W4 - W3 - W2) - (W5 - W3)}{W1} \times 100$$

เมื่อ W1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)
W2 คือ น้ำหนักกระดาษกรอง (กรัม)
W3 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง (กรัม)
W4 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง กระดาษกรองและกากหลังการอบแห้ง (กรัม)
W5 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง และกากหลังจากการเผา (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธีของ Basma et al. (2011) โดยการนำสารสกัดมันพื้นบ้าน ที่สกัดได้มาทำละลายในเอทานอล 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นในปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 7.5 (w/v) ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำสารละลายที่ได้นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกโดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในมันพื้นบ้าน ด้วยวิธีของ Patil et al. (2012) โดยนำสารสกัดมันพื้นบ้าน 1 กรัม มาสกัดด้วยเอทานอล จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายสารสกัดมันพื้นบ้าน ที่สกัดได้มา 4 มิลลิลิตร ไปเจือจางให้เป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอล หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้ 0.5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เอทานอล 1.5 มิลลิลิตร และ ร้อยละ 10 $AlCl_3$ 0.1 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของเคอร์ซิติน แสดงผลปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมเป็นมิลลิลิตรเคอร์ซิตินต่อกรัม

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 2,2-ciphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยวิธีของ Ayoola et al. (2008) โดยการนำสารละลาย DPPH (ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ในเอทานอล 95 %) 3 มิลลิลิตร นำสารสกัดที่เตรียมในข้างต้นลงในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลายมันพื้นบ้านที่ความเข้มข้น 35.5 -1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมสารสกัดปริมาตร 750 ไมโครลิตร และ DPPH 0.1 ไมโครลิตร ในอัตราส่วน 1:1 ใส่ลงในหลอดทดลองแล้วนำไปทิ้งไว้ในที่มืดในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงในทุกหลอดทดลองและหลอดควบคุม คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ Radical scavenging โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\% \text{ Radical scavenging} = [(A_{ctrl} - A_{sample})/A_{ctrl}] \times 100$$

เมื่อ A_{ctrl} คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH
A_{sample} คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH เมื่อเติมสารมาตรฐาน

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 2,2-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS)

การทดสอบฤทธิ์การต้านสารอนุมูลอิสระ ABTS ด้วยวิธีของ Thaipong et al. (2006) เตรียมสารละลาย ABTS ที่ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์ กับ $K_2S_2O_8$ เข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์ โดยทำละลายในน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปทิ้งไว้ในที่มืดในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที จากนั้นนำสารละลายที่

เตรียมได้นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงมาเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงกับหลอดควบคุม โดยรายงานฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS เป็นค่าของ ร้อยละการยับยั้ง คำนวณเช่นเดียวกันกับวิธีการหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ แล้วหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ตามวิธีของ Gomez and Gomez (1984) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ STAR 2.0.1

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

1. การเจริญเติบโตของลำต้นและปริมาณผลผลิต

มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีน้ำหนักหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักเถาสด น้ำหนักเถาแห้ง จำนวน กิ่งแขนง จำนวนหัวต่อต้น และน้ำหนักผลผลิตหัวต่อไร่ (Table 2-3) พบว่ามันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ ให้ผลผลิตต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) จากการศึกษาการเจริญเติบโตของลำต้นและปริมาณผลผลิตของมันพื้นบ้าน 10 พันธุ์ พบว่า น้ำหนักหัวสดพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีน้ำหนักหัวสดอยู่ระหว่าง 3,895.11-6,921.84 กรัม และโดยเฉลี่ยมีน้ำหนักหัวสด 5,752.52 กรัม โดยมันเลือด มันแกลบ มันพร้าวยาว และมันอ้อนมีน้ำหนักหัวสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักหัวสดมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีน้ำหนักหัวสด 6,921.84 6,536.92 6,375.15 และ 6,266.04 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ นั้นมีน้ำหนักหัวสดน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p > 0.01$) น้ำหนักหัวแห้งพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีน้ำหนักหัวแห้งอยู่ระหว่าง 516.60-902.38 กรัม และโดยเฉลี่ยมีน้ำหนักหัวแห้ง 767.76 กรัม โดยมันแกลบ มันเลือด มันพร้าวยาว ม้นอ้อน และมันมือเสือ ซึ่งมีน้ำหนักหัวแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักหัวแห้งมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีน้ำหนักหัวแห้ง 902.38 877.98 863.21 861.10 และ 778.37 กรัมตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ นั้นมีน้ำหนักหัวแห้งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p > 0.01$) (Table 2) ดัชนีพื้นที่ใบพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบอยู่ระหว่าง 1.07-1.99 ตารางเซนติเมตร และโดยเฉลี่ยมีดัชนีพื้นที่ใบ 1.41 ตารางเซนติเมตร โดยมันเลือดและมันซา เป็นพันธุ์ที่มีดัชนีพื้นที่ใบมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) โดยมีดัชนีพื้นที่ใบ 1.99 และ 1.97 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่มันอ้อนซึ่งเป็นพันธุ์มันพื้นบ้าน ที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดน่านอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมันอ้อนมีดัชนีพื้นที่ใบ 1.56 ตารางเซนติเมตร (Table 2) ผลผลิตหัวต่อไร่พันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีผลผลิตหัวต่อไร่อยู่ระหว่าง 1,185.51-3,713.94 กิโลกรัมต่อไร่ และโดยเฉลี่ยมีผลผลิตหัวต่อไร่ 2,457.52 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมันเลือดเป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตหัวต่อไร่มากกว่า พันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) โดยมีผลผลิตหัวต่อไร่ 3,713.94 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่มันอ้อนซึ่งเป็น พันธุ์มันพื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดน่านอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมันอ้อนมีผลผลิตหัวต่อไร่ 2,260.87 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 2) น้ำหนักเถาสดพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีน้ำหนักเถาสดอยู่ระหว่าง 1,060.05 - 2,928.26 กรัม และโดยเฉลี่ยมีน้ำหนักเถาสด 1,994.05 กรัม โดยมันเลือดและมันอ้อน ซึ่งมีน้ำหนักเถาสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักเถาสดมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีน้ำหนักเถาสด 2,928.26 และ2,914.72 กรัมตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ นั้นมีน้ำหนักเถาสดน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p > 0.01$) (Table 3) น้ำหนักเถาแห้งพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีน้ำหนักเถาแห้งอยู่ระหว่าง 229.77-524.83 กรัม และโดยเฉลี่ยมีน้ำหนักเถาแห้ง 422.89 กรัม โดยมันเลือด มันซา มันเสา และมันอ้อน ซึ่งมีน้ำหนักเถาแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักเถาแห้งมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีน้ำหนักเถาแห้ง 524.83 509.03 500.50 และ 486.70 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ นั้นมีน้ำหนักเถาแห้งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p > 0.01$) (Table 3) จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นอยู่ระหว่าง 1.33-3 กิ่ง และโดยเฉลี่ยมีจำนวนกิ่งแขนงต่อต้น 2.43 กิ่ง โดยมันเลือด มันซา มันพร้าวยาว มันมือเสือ และมันเสา เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) โดยมีจำนวนกิ่งแขนงต่อต้น 3 กิ่ง ในขณะที่มันอ้อน ซึ่งเป็นพันธุ์มันพื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดน่านอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมันอ้อน มีจำนวนกิ่งแขนงต่อต้น 2 กิ่ง (Table 2)

Table 2 Fresh weightof tuber, dried weight of tuber, leaf area index and yield of local yam 10 varieties

Local yam Varieties	Fresh weight of tuber (g)	Dried weight of tuber (g)	leaf area index (sq.cm.)	Yield (kg/rai)
1. Luead yam	6,921.84^{a}	877.98^{ab}	1.99^{a}	3,713.94^{a}
2. Sa yam	5,328.32^{d}	670.38^{d}	1.97^{a}	1,787.45^{g}
3. Jaoprao yam	3,895.11^{e}	516.60^{e}	1.07^{e}	1,185.51^{i}
4. Klab yam	6,536.92^{ab}	902.38^{a}	1.83^{b}	3,530.55^{b}
5. Hau chang yam	5,590.34^{bcd}	754.43^{bcd}	1.27^{d}	2,341.34^{ef}
6. Praoyao yam	6,375.15^{abc}	863.21^{abc}	1.12^{e}	3,036.83^{c}
7. Mue suae yam	5,800.64^{bcd}	778.37^{abcd}	1.18^{de}	2,706.67^{d}
8. Aon yam	6,266.04^{abcd}	861.10^{abc}	1.56^{c}	2,260.87^{f}
9. Sao yam	5,340.15^{d}	716.49^{d}	1.14^{e}	1,604.61^{h}
10. Lueang yam	5,470.92^{cd}	736.65^{cd}	1.10^{e}	2,407.83^{e}
Mean	5,752.52	767.76	1.41	2,457.52
F-test	**	**	**	**
CV (%)	6.92	7.43	4.53	1.93

** = statistically highly significant difference ($P < 0.01$); Different letters labeled in the same column showed statistically highly significant differences ($P < 0.01$) using Duncan's New Multiple Range Test.

จำนวนหัวต่อต้นพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีจำนวนหัวต่อต้นอยู่ระหว่าง 2.00-9.67 หัวต่อต้น และโดยเฉลี่ยมีจำนวนหัวต่อต้น 3.17 หัวต่อต้น โดยมันอ้อน และมันซา มีจำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนหัวต่อต้นมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีจำนวนหัวต่อต้น 9.67 และ 3.33 หัวต่อต้นตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ นั้นมีจำนวนหัวต่อต้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) (Table 3) จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาผลผลิตของพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ พบว่ามันพื้นบ้านให้ผลผลิตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมันเลือดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์มันพื้นบ้านอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยให้ผลผลิต 3,713.94 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของลำต้นและปริมาณผลผลิตมันพื้นบ้าน คือ น้ำหนักหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักเถาสด น้ำหนักเถาแห้ง จำนวนกิ่งแขนง และจำนวนหัวต่อต้น แสดงให้เห็นว่า มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์นี้

มีความสามารถในการปรับตัว และให้ผลผลิตต่างกันเมื่อปลูกในพื้นที่จังหวัดน่าน และจากผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิตของพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ พบว่า ผลผลิตหัวมันพื้นบ้านต่อไร่มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับ น้ำหนักหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8326, 0.8075 และ 0.4485 ตามลำดับ ($p < 0.01$) (Table 6) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ บรรจง อูปแก้ว และอนุชา จันทรบูรณ์ (2567); ละอองศรี ศิริเกสร และคณะ (2561); รักชัย คุรุบรรเจิดจิต (2558); อำนวย อรรถลังรอง และคณะ (2558) และรักชัย คุรุบรรเจิดจิต และคณะ (2558) โดยมีสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตหัวมันพื้นบ้านที่สูงนั้นจะเป็นพันธุ์ที่มีองค์ประกอบของผลผลิตที่ดีคือ น้ำหนักหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบสูง อย่างไรก็ตามการที่มันเลือดให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ นั้น ก็เนื่องด้วยเป็นพันธุ์ที่มีองค์ประกอบของผลผลิตที่ดี ซึ่งมีน้ำหนักหัวสด 6,921.84 กรัม มีน้ำหนักหัวแห้ง 877.98 กรัม มีดัชนีพื้นที่ใบ 1.99 ตารางเซนติเมตร และสอดคล้องกับการทดลอง Darkwa et al. (2019) ที่พบว่า ผลผลิตต่อไร่ที่สูงนั้นจะมีสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผลผลิตหัวที่สูงกับการเจริญเติบโตของลำต้นที่ดี เช่น น้ำหนักหัวสด ดัชนีพื้นที่ใบ รูปร่างใบ ที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต ฯลฯ ดังนั้นจากการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่า มันเลือดเป็นพันธุ์มันพื้นบ้านที่ให้ผลผลิตสูงและเหมาะสำหรับการปลูกในพื้นที่ภาคเหนือ

Table 3 Vine fresh weight, vine dry weight, number of branching/plant and heads/plant of local yam 10 varieties

Local yam Varieties	vine fresh weight (g/plant)	vine dry weight(g/plant)	number of branching/plant (branches)	heads/plant
1. Luead yam	2,928.26^{a}	524.83^{a}	3.00^{a}	2.00^{d}
2. Sa yam	2,720.47^{b}	509.03^{ab}	3.00^{a}	3.33^{a}
3. Jaoprao yam	1,085.83^{f}	229.77^{f}	2.00^{b}	2.33^{cd}
4. Klab yam	1,313.12^{e}	339.77^{d}	2.00^{b}	3.00^{bc}
5. Hau chang yam	1,644.78^{d}	430.07^{c}	1.33^{c}	2.00^{d}
6. Praoyao yam	2,443.87^{c}	483.13^{b}	3.00^{a}	2.00^{d}
7. Mue suae yam	1,060.05^{f}	432.67^{c}	3.00^{a}	2.00^{d}
8. Aon yam	2,914.72^{a}	486.70^{ab}	2.00^{b}	9.67^{a}
9. Sao yam	2,631.85^{b}	500.50^{ab}	3.00^{a}	2.33^{cd}
10. Lueang yam	1,197.43^{ef}	292.40^{e}	1.00^{d}	3.00^{bc}
Mean	1,994.05	422.89	2.43	3.17
F-test	**	**	**	**
CV (%)	3.83	4.11	7.50	9.99

** = statistically highly significant difference ($p < 0.01$); Different letters labeled in the same column showed statistically highly significant differences ($P < 0.01$) using Duncan's New Multiple Range Test.

2. ปริมาณสารสำคัญ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษาสารพฤกษเคมี ปริมาณสารสำคัญ คุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณแป้ง ปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใย ปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS assay ในมันพื้นบ้าน 10 พันธุ์ พบว่า ปริมาณแป้ง พันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีปริมาณแป้งอยู่ระหว่าง 55.86-79.24 กรัม ต่อ 100 กรัม และโดยเฉลี่ยมีปริมาณแป้ง 63.47 กรัม ต่อ 100 กรัม โดยมันเลือดเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีปริมาณแป้ง 79.24 กรัม ต่อ100 กรัม ในขณะที่พันธุ์มันอ้อนซึ่งเป็นพันธุ์มันพื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดน่านมีปริมาณแป้ง 56.31 กรัมต่อ100 กรัม (Table 4) ปริมาณโปรตีน พันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ ปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 8.87-13.13 กรัมต่อ 100 กรัม และโดยเฉลี่ยมีปริมาณโปรตีน 10.65 กรัม ต่อ 100 กรัม โดยมันแกลบ และมันเลือด เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีปริมาณโปรตีน 13.13 และ 12.92 กรัมต่อ100 กรัม ในขณะที่พันธุ์มันอ้อนซึ่งเป็นพันธุ์มันพื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดน่านมีปริมาณโปรตีน 9.12 กรัมต่อ100 กรัม (Table 4) ปริมาณเส้นใย พันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ ปริมาณเส้นใยอยู่ระหว่าง 2.68-5.60 กรัม ต่อ 100 กรัม และโดยเฉลี่ยมีปริมาณเส้นใย 4.13 กรัม ต่อ 100 กรัม โดยมันเหลือง เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณเส้นใยสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีปริมาณ เส้นใย 5.60 กรัม ต่อ100 กรัม ในขณะที่พันธุ์มันอ้อนซึ่งเป็นพันธุ์มันพื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดน่านมีปริมาณเส้นใย 4.99 กรัมต่อ 100 กรัม (Table 4) จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาการตรวจสอบหาสาระสำคัญและองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นในมันพื้นบ้านต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ซึ่งอิทธิพลของสายพันธุ์มันบ้านมีผลต่อปริมาณแป้ง โปรตีน และเส้นใย ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของบรรจง อูปแก้ว และอนุชา จันทรบูรณ์ (2567); ละอองศรี ศิริเกสร และคณะ (2061); รักชัย คุรุบรรเจิดจิต (2558); อำนวย อรรถลังรอง และคณะ (2558) และรักชัย คุรุบรรเจิดจิต และคณะ (2558)

Table 4 Starch content, protein content and fiber content of local yam 10 varieties

Local yam Varieties	starch content (%)	protein content (%)	fiber content (%)
1. Luead yam	79.24^{a}	12.92^{a}	2.90^{fg}
2. Sa yam	65.25^{c}	12.54^{b}	2.68^{g}
3. Jaoprao yam	55.86^{i}	8.87^{e}	4.99^{b}
4. Klab yam	58.38^{g}	13.13^{a}	4.25^{d}
5. Hau chang yam	62.99^{e}	10.11^{d}	2.94^{f}
6. Praoyao yam	64.21^{d}	10.00^{d}	5.01^{b}
7. Mue suae yam	67.85^{b}	9.11^{e}	3.21^{e}
8. Aon yam	56.31^{h}	9.12^{e}	4.99^{b}
9. Sao yam	63.31^{e}	9.09^{e}	4.68^{c}
10. Lueang yam	61.30^{f}	11.63^{c}	5.60^{a}
Mean	63.47	10.65	4.13
F-test	**	**	**
CV (%)	0.25	1.21	2.35

** = statistically highly significant difference ($p < 0.01$); Different letters labeled in the same column showed statistically highly significant differences ($p < 0.01$) using Duncan's New Multiple Range Test.

ดังนั้นพันธุ์มันพื้นบ้านที่มีศักยภาพและมีแนวโน้มให้ปริมาณสาระสำคัญ และองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นสูง ได้แก่มันเลือด ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารปริมาณโปรตีนสูง ปริมาณแป้ง ปริมาณเส้นใย อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ผลการศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกพันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีปริมาณสารฟีนอลิกอยู่ระหว่าง 102.52 ± 0.11-323.08 ± 0.17 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และโดยเฉลี่ยมีปริมาณสารฟีนอลิก 284.91 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด โดยมันหัวช้าง มันพร้าวยาว และมันเลือด ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิกมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) และเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงที่สุด โดยมีปริมาณสารฟีนอลิก 323.08 ± 0.17, 321.59 ± 0.09 และ 320.86 ± 0.11 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ มีปริมาณสารฟีนอลิกแตกต่างจากมันอ้อน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมันอ้อนมีปริมาณสารฟีนอลิก 280.01 ± 0.10 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (Table 5) สอดคล้องกับงานทดลองของ บรรจง อูปแก้ว และอภิรยา เทพสุคนธ์ (2567); ชนาภร คุณวงศ์ และคณะ (2566) และ Mohsen and Ammar (2009) พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัดจากหัวมันเลือดมีปริมาณฟีนอลิกรวมสูง โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 320.86 ± 0.11 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และปริมาณสารฟลาโวนอยด์พันธุ์มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์อยู่ระหว่าง 238.81 ± 0.05-330.41 ± 0.23 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด และโดยเฉลี่ยมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ 310.22 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด โดยมันจาวพร้าว มันแกลบ มันเลือด มันเสา และมันหัวช้าง ซึ่งมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงที่สุด โดยมีปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์ 330.41 ± 0.23, 330.35 ± 0.22, 329.47 ± 0.15, 324.07 ± 0.12 และ 323.58 ± 0.05 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัดตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ มีปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์แตกต่างจากมันอ้อน ซึ่งเป็นพันธุ์มันพื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดน่านอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมันอ้อนมีปริมาณ สารฟลาโวนอยด์ 283.99 ± 0.17 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด (Table 5) สอดคล้องกับงานทดลองของ สมนึก พรมแดง และคณะ (2561) ที่ศึกษาสารสำคัญทางโภชนาการของมันเลือดที่เจริญเติบโตต่างกัน ซึ่งจะส่งผลผลต่อการสะสมองค์ประกอบทางเคมีของมันเลือด และ Wu et al. (2005) ที่พบว่า อิทธิพลจากสภาพพื้นที่ปลูกและความแตกต่างของสายพันธุ์จะมีผลต่อการให้ผลผลิตและปริมาณคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะในสายพันธุ์ *Dioscorea oppositea*. และ *Dioscorea alata* L.

สอดคล้องกับ บรรจง และ อภิรยา (2567) ที่พบว่าศึกษามันกล่ำและมันเลือดมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์จากการวิเคราะห์มันพื้นเมืองสกุล *Dioscorea* spp. ที่สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ (Table 5) สามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าร้อยละการยับยั้งตั้งแต่ 19.96 ± 0.85-61.68 ± 0.13 และโดยเฉลี่ยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH 52.04 โดยมันหัวช้าง มันเลือด และมันจาวพร้าว ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าร้อยละการยับยั้ง 61.68 ± 0.13 61.29 ± 0.18 และ 60.91 ± 1.18 ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH แตกต่างจากมันอ้อน ซึ่งเป็นพันธุ์มันพื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดน่านอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมันอ้อนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าร้อยละการยับยั้ง 34.03 ± 0.43 (Table 5) และผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS พบว่ามันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ สามารถต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าร้อยละการยับยั้งตั้งแต่ 46.67±0.51 - 86.73± 1.45 และโดยเฉลี่ยมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS 72.52 โดยมันหัวช้าง มันเลือด และมันจาวพร้าว มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าร้อยละการยับยั้ง 86.73 ± 1.45, 85.43 ± 115 และ

84.83 ± 0.20 ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS แตกต่างจากมันอ้อนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมันอ้อนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS ค่าร้อยละการยับยั้ง 46.67 ± 0.51 (Table 5) จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสำคัญ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพันธุ์ มันพื้นบ้านทั้ง 10 พันธุ์ พบว่า การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มีสหสัมพันธ์ทางบวกระดับสูงกับปริมาณสารฟีนอลิก และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8855 และ 0.9683 ในขณะที่การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีสหสัมพันธ์ทางบวกระดับสูงกับปริมาณสารฟีนอลิกและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.6013 และ 0.7758 (Table 7) สอดคล้องกับงานทดลองของบรรจง อูปแก้ว และ อภิรยา เทพสุคนธ์ (2567) พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS ของสารสกัดมันกล่ำและมันเลือดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณฟีนอลิกและ ฟลาโวนอยด์รวมที่วิเคราะห์ได้ในมันพื้นบ้านสกุล *Dioscorea* spp. และสอดคล้องกับพักพล มุ่งลือและคณะ (2565) พบว่า การทดสอบสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของมันพื้นบ้านสกุล *Dioscorea* sp. ในสารสกัดมันพื้นบ้านโดยการทดสอบด้วยวิธี DPPH และ ABST มีความสัมพันธ์ของปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่ตรวจพบทั้งนี้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของมันพื้นบ้านที่สัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์อาจเป็นผลมาจากการที่มีฤทธิ์เสริมกัน และโครงสร้างทางเคมีของฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่พบในสารสกัดมันพื้นบ้านที่มีผลต่อการแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABST และ Das et al. (2012) ที่พบว่าปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันนั้นขึ้นกับสภาพแวดล้อม และชนิดพันธุ์ ปริมาณแร่ธาตุในดิน รวมถึงส่วนของพืชที่นำมาทดสอบปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีบทบาทที่สำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ โดยจะช่วยในการขับตัวเร่งปฏิกิริยาของสารต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตามการที่สารสกัดมันหัวช้าง มันจาวพร้าว และมันเลือดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS ได้ดีที่สุด

Table 5 Phytochemical, antioxidant activities and inhibition activity of local yam 10 varieties

Local yam Varieties	Phenolic content (mg GAE/g DW)	Flavonoid content (mg QE/g DW)	DPPH (% inhibition)	ABTS (% inhibition)
1. Luead yam	320.86 ± 0.11^{ab}	329.47 ± 0.15^{b}	61.29 ± 0.18^{a}	85.43 ± 115^{a}
2. Sa yam	274.17 ± 0.15^{f}	304.83± 0.12^{d}	55.25 ± 1.15^{c}	61.72 ± 1.17^{f}
3. Jaoprao yam	307.26 ± 0.21^{c}	330.41 ± 0.23^{a}	60.91 ± 1.18^{a}	84.83 ± 0.20^{ab}
4. Klab yam	316.65 ± 0.24^{b}	330.35 ± 0.22^{a}	59.16 ± 0.10^{b}	77.57 ± 0.25^{f}
5. Hau chang yam	323.08 ± 0.17^{a}	323.58 ± 0.05^{ab}	61.68 ± 0.13^{a}	86.73 ± 1.45^{a}
6. Praoyao yam	321.59 ± 0.09^{ab}	322.74 ± 0.16^{b}	58.49 ± 0.22^{b}	82.38 ± 1.12^{b}
7. Mue suae yam	301.37 ± 0.18^{cf}	313.96 ± 0.19^{c}	51.64 ± 1.46^{d}	64.83 ± 0.18^{e}
8. Aon yam	280.01 ± 0.10^{e}	283.99 ± 0.17^{e}	34.03 ± 0.43^{e}	46.67 ± 0.51^{g}
9. Sao yam	306.60 ± 0.27^{d}	324.07 ± 0.12^{ab}	58.02 ± 0.75^{b}	79.20 ± 1.70^{c}
10. Lueang yam	102.52 ± 0.11^{g}	238.81 ± 0.05^{f}	19.96± 0.85^{f}	55.86 ±1.35^{fg}
Mean	284.91	310.22	52.04	72.52
F-test	**	**	**	**
CV (%)	0.81	0.96	1.13	1.63

** = statistically highly significant difference ($p < 0.01$); Different letters labeled in the same column showed statistically highly significant differences ($p < 0.01$) using Duncan's New Multiple Range Test

Table 6 Correlation between the productivity, composition of the productivity of homegrown local yams from 10 varieties tested

Characteristics	Fresh head weight	Dried head weight	leaf area index
yield	0.8678**	0.8452**	0.4211**

** = There was a statistically highly significant correlation ($p < 0.01$)

Table 7 Correlation Coefficient between the amount of phytochemicals and an antioxidant ability

Antioxidation activity	The amount of phytochemical	
	Phenolic content	Flavonoid content
The restriction of free radicals DPPH	0.8855**	0.9683**
The restriction of free radicals ABTS	0.6013**	0.7758**

** = There was a statistically highly significant correlation ($p < 0.01$)

สรุปผลการทดลอง

จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า มันเลือดเป็นพันธุ์ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งมีการเจริญของลำต้นและปริมาณผลผลิตที่ดี โดยมีสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผลผลิตน้ำหนักหัวสด น้ำหนักหัวแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS จากสารสกัดส่วนเนื้อของมันหัวช้าง มันจาวพร้าว และมันเลือดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด และมีปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวมที่วิเคราะห์ได้สูงสุด จึงแสดงให้เห็นว่า มันหัวช้าง มันจาวพร้าว และมันเลือด มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เหมาะสำหรับการปลูกในพื้นที่ภาคเหนือ อย่างไรก็ตามมันพื้นบ้านแต่ละพันธุ์มีกลไกการต้านอนุมูลอิสระที่หลากหลาย ซึ่งปัจจุบันยังมีเทคนิคการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกหลายวิธีที่ควรพิจารณานำมาใช้เพิ่มเติม ซึ่งอาจจะได้แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีลักษณะการออกฤทธิ์เฉพาะตัวได้มากยิ่งขึ้น และตัวอย่างอาหารทางเลือกที่เหมาะสมต่อการพัฒนาต่อยอดอาทิเช่น บิสกิตแป้งมันพื้นบ้าน อาหารเช้าแผ่นกรอบไซรัปมันพื้นบ้าน เป็นต้น สำหรับการต่อยอดการวิจัยจึงควรวรศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของมันพื้นบ้านเพื่อการรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมที่จะช่วยคงคุณภาพมันพื้นบ้านต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) : งบประมาณด้านวิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ประจำปีงบประมาณ 2567 เลขที่สัญญารับทุน FF2568P014 และขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร บ้านป่าคา ตำบลบ่อสวก อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ปลูกมันพื้นบ้านที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชนาภร คุณวงศ์, วิลาวัณย์ พร้อมพรม, วรรณชัย ชาแท่น, และศจีรา คุปพิทยานันท์. (2566). ลักษณะทางกายวิภาคปริมาณสารพฤษเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากลำต้นใต้ดินมันเลือด (*Dioscorea alata* L.). *วิทยาศาสตร์และ*

เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 42(1), 10-19.

เดลินิวส์. (2553). *การปลูกมันพื้นบ้าน มันป่าเชิงพาณิชย์.* http://www. Dailynews.co.th/web/html/popup_news/Default.aspx?Newsid188254&NewsType=1&Template.

บรรจง อูปแก้ว และอภิรยา เทพสุคนธ์. (2567). การศึกษาสารพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและผลผลิตมันพื้นเมืองสกุล *Dioscorea* spp. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 32(1)*, 49-62.

บรรจง อูปแก้ว และอนุชา จันทรบูรณ์. (2567). การประเมินความหลากหลายของมันพื้นเมือง สกุล *Dioscorea* spp. ในจังหวัดน่านโดยใช้ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการ. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 43*(3), 168-179.

พักพล มุ่งลือ, ขวัญเดือน รัตนา, ศุภาวีร์ แสงจันทร์จิรเดช, นวลใย ญารักษา, และสุพรรนี อะโอกิ. (2565). การทดสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของมันเสา (*Dioscorea alata* L.). *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์, 22*(2), 83-100.

รักชัย คุรุบรรเจิดจิต. (2558). *การทดสอบพันธุ์มันเทศประกอบการรับรองพันธุ์.* (รายงานผลการวิจัย). กรมวิชาการเกษตร.

รักชัย คุรุบรรเจิดจิต, ณรงค์ แดงเปี่ยม, กำพล เมืองโคมพัส, เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล, ทัศนัย เพิ่มสัตย์, และพรรณผกา รัตนโกศล. (2558). *การปรับปรุงพันธ์มันเทศเพื่อการบริโภคสด.* (รายงานผลการวิจัย). กรมวิชาการเกษตร.

ละอองศรี ศิริเกสร, สุชาดา บุญเลิศนิรันดร์, และวชิรญา เหลียวตระกูล. (2561). การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศ 6 พันธุ์. *วิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 10*(3), 411-423.

สมนึก พรมแดง, รงรอง หอมหวน, มณฑา วงศ์มณีโรจน์, รัตนา เอการัมย์, และสุลักษณ์ แจ่มจารัส. (2561). สารสำคัญทางโภชนาการของมันเลือด. *วิชาการเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน สายวิทยาศาสตร์, 1*(1), 19-27.

อำนวย อรรถลังรอง, สุภาวดี สมภาค, ดรุณี สมณะ, และทิพย์ดรุณี สิทธินาม. (2558). *การเปรียบเทียบพันธุ์มันเทศลูกผสมเนื้อสีม่วง (ชุดที่ 2).* (รายงานผลการวิจัย). กรมวิชาการเกษตร.

โอรส รักชาติ. (2548). *สมบัติเคมีฟิสิกส์ของสตาร์ชจากพืชหัวในสกุล Dioscorea. บางชนิดที่พบในประเทศไทย* [ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (17 th ed.). The Association of Official Analytical Chemists.

Ayoola, G. A., Coker, H. A., Adesegun, S. A., Adepoju-Bello, A. A., Obaweya, K., Ezennia, E. C., & Atangbayila, T. O. (2008). Phytochemical screening and antioxidant activities of some selected medicinal plants used for malaria therapy in Southwestern Nigeria. *Tropical journal of pharmaceutical research*, *7*(3), 1019–1024.

Basma, A. A., Zakaria, Z., Latha, L. Y., & Sasidharan, S. (2011). Antioxidant activity and phytochemical screening of the methanol extracts of *Euphorbia hirta* L. *Asian Pacific Journal of tropical medicine, 4*(5), 386–390.

Darkwa, K., Olasanmi, B., Asiedu, R. and Asfaw, A. (2019). Review of empirical and emerging breeding methods and tools for yam (*Dioscorea* spp.) improvement: Status and prospects. *Journal plant breeding, 139*(2), 474-497.

Das, A., Chaudhuri, D., Mandal, N., & Chatterjee, A. (2012). Study of antioxidant and

reactive oxygen species scavenging activity of the edible tuber of “greater yam” (*Dioscorea alata* L.) from north-east India. *Asian journal of pharmaceutical and clinical research, 5*(3), 74-84.

Gomez, K. A., & Gomez A.A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research* (2nd ed). John Wiley and Sons.

Lazze, M. C., Savio, M., Pizzala, R., Cazzalini, O., Perucca, P., Scovassi, A.I., Stivala, L.A., & Bianchi, L. (2004). Anthocyanins induce cell cycle perturbations and apoptosis in different human cell lines. *Carcinogenesis*, *25*(8), 1427-33.

Mohsen, S. M., & Ammar, A. S. (2009). Total phenolic contents and antioxidant activity of corn tassel extracts. UK. *Journal of agricultural and food chemistry, 112*(3), 595-598.

Oka, A.O., & Famurewa, A.C. (2015). Estimation of nutritional and starch characteristics of *Dioscorea alata* (Water Yam) varieties commonly cultivated in the south-eastern Nigeria. *British journal of applied science and technology, 6*, 145-152.

Patil, N. B., Adsul, A. B., Khatiwora, E., Kale, A. A., Tambe, A. P., & Deshpande, N. R. (2012). Spectroscopic determination of total phenolic and flavonoid contents of Tribulus terrestric fruits. *International journal of chemTech research, 4*(3), 899-902.

Pumtes, P., Kongbangkerd, T., Rojsunthornkitti, K., & Jitrepotch, N. (2012). *Effect of extraction conditions on antioxidant activities of some Thai herbs*. In Proceedings of 4th Naresuan University Annual Conference: Science Research (pp. 52-54). Naresuan University.

Sakthidevi, G., & Mohan, V. R. (2013). Total phenolic, flavonoid contents and in vitro antioxidant activity of Dioscorea alata L. tuber. *Journal of pharmaceutical sciences and research*, *5*(5), 115.

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of food composition and analysis*, 19(6–7), 669–675.

Thapyai, C., (2004). *Taxonomic Revision of Dioscoreaceae in Thailand* [Doctoral Dissertation] Kasetsart University.

Ulbricht, C., Basch, E., Sollars, D., Hammerness, P., & Hashmi, S. (2003). Wild Yam (*Dioscoreaceae*). *Journal of herbal pharmacotherapy, 3*(4), 77–91. https://doi.org/10.1080/J157v03n04_08

Wilkin, P., & Thapyai, C. (2009). *Dioscoreaceae.* In T. Santisuk & K. Larsen (Eds.), *Flora of Thailand*. (pp. 1-140). Prachachon.

Wu, W. H., Chung, C. J., Liu, L. Y., Jou, H. J., & Wang, T. A. (2005). Estrogenic effect of yam ingestion in healthy postmenopausal women. *Journal of the American college of nutrition, 24*(4), 235-243.

Received: May 13, 2025 **Revised:** June 25, 2025 **Accepted:** June 25, 2025

ผลของการใช้ข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วยเชื้อ *Pleurotus ostreatus* ต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตในไก่เนื้อโคราช

Effects of Germinated Paddy Rice inoculated with *Pleurotus ostreatus* on Productive Performance of Korat Chicken

กิตติ วิรุณพันธุ์[1*] กฤษฎา บูรณารมย์[1] สุรีรัตน์ บุตรพรหม[1] รัชตาภรณ์ ลุนสิน[1] จุฑามาศ สิทธิวงศ์[1] กิตติศักดิ์ ผุยชา[2] และเสกสรร ชินวัง[2]

Kitti Wirunpan[1, *] Khitsada Buranarom[1] Sureerat Butprom[1] Ratchataporn Lunsin[1] Jutamas Sitthiwong[1] Kittisak Puycha[2] and Sakesan Chinwang[2]

[1] สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี 34000

[1] Division of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University. Ubon Ratchathani, Thailand 34000

[2] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี 34000

[2] Division of Agriculture, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University. Ubon Ratchathani, Thailand 34000

บทคัดย่อ

งานทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วยเชื้อ *Pleurotus ostreatus* ทดแทนในอาหารไก่สำเร็จรูปต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตในไก่เนื้อโคราช โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว คือ กลุ่มควบคุม (อาหารสำเร็จรูป) กลุ่มการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ อาหารสำเร็จรูปผสมข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วย *P. ostreatus* ระดับ 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 28 วัน การเก็บข้อมูลคือปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลจากการทดลองพบว่าการเสริมข้าวเปลือกงอกที่เพาะเลี้ยงด้วย *P. ostreatus* ในระดับ 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการกิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะ ($p>0.05$) การทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่าสามารถใช้ข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วย *P. ostreatus* ได้ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสำเร็จรูป

คำสำคัญ: ข้าวเปลือกงอก ไก่เนื้อโคราช สมรรถนะการให้ผลผลิต

*Corresponding author: kitti.w@ubru.ac.th

Abstract

This study evaluated the effects of replacing commercial diets with germinated paddy rice cultivated with *Pleurotus ostreatus* on productive performance in Korat chicken. A completely randomized design was used with 4 treatments: a control diet and diets supplemented with 3%, 6% and 9% of the germinated paddy rice. Each treatment consisted of 4 replicates with 8 birds per replicate. The trial was conducted over 28 days. Parameters measured included feed intake, body weight gain, and feed conversion ratio (FCR), as well as nutrient digestibility. Results showed no significant differences ($p > 0.05$) among treatments in terms of growth rate, feed intake, FCR, or apparent nutrient digestibility. These findings suggest that germinated paddy rice cultivated with *P. ostreatus* can be included in commercial diets at levels up to 9% without compromising conductive performance in Korat Chicken.

Keywords: germinated rice, Korat chickens, productive performance

บทนำ

ปัญหาด้านอาหารไก่เนื้อที่มีราคาสูงในปัจจุบัน ส่งผลต่อต้นทุนของเกษตรกรที่ต้องรับภาระ ซึ่งตรงกันข้ามกับราคาของสินค้าทางการเกษตรที่มีราคาต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ปัจจุบันได้มีการพัฒนาขบวนการเพิ่มคุณค่าของข้าวเปลือก เช่น Nacha et al. (2023) ได้ศึกษาการเพิ่มคุณค่าของข้าวเปลือกงอกไรเบอร์รี่ด้วย *Pleurotus ostreatus* ผลจากการทดลองพบว่ามีสารกาบา กรดอะมิโน และ กรดไขมัน มากที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวเปลือกงอกไรเบอร์รี่ และ ข้าวเปลือกไรเบอร์รี่ เช่นเดียวกับ Kayisoglu et al. (2024) ได้กล่าวถึงขบวนการงอกของข้าวฟ่างจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนและไขมันอย่างชัดเจน ส่วน Likittrakulwong et al. (2021) ได้วัดปริมาณกรดอะมิโนในข้าวเปลือกงอก เช่น lysine leucine isoleucine threonine phenylalanine และ valine พบว่ามีปริมาณมากกว่าข้าวเปลือกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ถนอม ทาทอง และคณะ (2556) ได้ศึกษาสมรรถนะการเจริญเติบโตและองค์ประกอบซากของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก ผลจากการทดลองพบว่าสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวกล้องงอกมีน้ำหนักตัวสุดท้าย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ สูงกว่ากลุ่มที่ให้ข้าวแปลือกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) Qui et al. (2024) ได้ใช้ข้าวเปลือกงอกเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกทดแทนข้าวโพดในอาหารไก่ลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง โดยผลการทดลองพบว่าใช้ข้าวเปลือกงอกทดแทนข้าวโพดในระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไก่ลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) Incharoen et al. (2021) ได้ใช้ข้าวเปลือกงอกเลี้ยงเป็นอาหารไก่ไข่พบว่าการให้ข้าวเปลือกงอกปริมาณ 148 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร โดยส่งผลต่อการให้ผลผลิตไข่ของไก่ที่เลี้ยงแบบความหนาแน่นต่ำ กิตติ วิรุณพันธุ์ และคณะ (2567) ได้ศึกษาผลของการใช้เชื้อเห็ดบางชนิดต่อการเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของกากแป้งมันสำปะหลัง จากผลการทดลองพบว่าเห็ดนางรม เห็ดขอนขาว เห็ดกระด้าง และเห็ดนางฟ้าสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของโปรตีน และน้ำตาลรีดิวซ์ของกากแป้งมันสำปะหลัง สอดคล้องกับ Wirunpan et al. (2019) ได้เพิ่มคุณค่าของกากแป้งมันสำปะหลัง ด้วยเชื้อเห็ดขอนขาว และเห็ดนางรม ด้วยวิธี solid state fermentation ผลจากการทดลองพบว่าเห็ด

ทั้ง 2 ชนิด สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของโปรตีน และน้ำตาลรีดิวซ์ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการใช้ข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วยเชื้อ *P. ostreatus* เป็นส่วนประกอบในอาหารไก่เนื้อโคราชต่อสมรรถนะการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมข้าวเปลือกงอกที่ใช้ทดลองเกิดการนำข้าวเปลือกไปแช่น้ำเป็นระเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบ่มในภาชนะเพื่อให้เกิดการงอกโดยใช้ระยะเวลา 4 วัน เมื่อครบกำหนดนำข้าวเปลือกที่งอกแล้วมาต้มให้ข้าวเปลือกงอกสุก และถูกนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเพาะเลี้ยงด้วย *P. ostreatus* ด้วยวิธี solid state fermentation เป็นระยะเวลา 14 วัน ถัดจากนั้นจะถูกนำไปอบแห้งและบดละเอียดเพื่อเสริมในอาหารไก่เนื้อสำเร็จรูป งานทดลองครั้งนี้ใช้ไก่เนื้อลูกผสมโคราชคละเพศที่ จำนวน 128 ตัว อายุ 28 วัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) ซึ่งกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (อาหารสำเร็จรูป) กลุ่มการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คืออาหารสำเร็จรูปผสมข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วย *P. ostreatus* ระดับ 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 28 วัน การเก็บข้อมูลคือปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ส่วนการทดสอบการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหาร ได้ทำการคัดเลือกไก่เพศผู้อายุ 9 สัปดาห์ กลุ่มละ 2 ตัว ขังกรงเดี่ยวและทำการเก็บตัวอย่างอาหารและมูลที่ขับถ่ายทั้งหมดมาวัดประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะโปรตีน และพลังงาน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทดลองถูกนำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Steel and Torrie, 1980) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป R-Statistic (R core Team, 2021)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเสริมข้าวเปลือกงอกที่เพาะเลี้ยงด้วยเห็ดนางรมในอาหารสำเร็จรูปในระดับ 0, 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ที่เลี้ยงในไก่เนื้อโคราช ผลจากการทดลองพบว่าการเสริมข้าวเปลือกงอกที่เพาะเลี้ยงด้วยเห็ดนางรมไม่ส่งผลต่ออัตราการกินอาหารต่อสัปดาห์ ($p > 0.05$) โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมข้าวเปลือกงอกที่เพาะเลี้ยงด้วยเชื้อ *P. Ostreatus* 6 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการกินอาหารต่อสัปดาห์สูงสุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับการเสริมในระดับ 3, 9 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 2,498.80, 2,401.70, 2,380.03 และ 2,334.40 กรัมต่อสัปดาห์ ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อสัปดาห์พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสูงสุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมข้าวเปลือกงอกที่เพาะเลี้ยงด้วยเห็ดนางรมในระดับ 9, 6 และ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 884.38, 878.13, 850 และ 837.50 กรัมต่อตัวต่อสัปดาห์ ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในอาหารทั้ง 4 สูตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่า กลุ่มควบคุมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมข้าวเปลือกงอกที่เพาะเลี้ยงด้วยเห็ดนางรมในระดับ 9, 3 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 2.66, 2.78, 2.88 และ 2.95 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Effects of supplementing Korat chicken diets with germinated paddy rice inoculated with *Pleurotus ostreatus* on productive performance

week	levels of paddy germinated in diet				p-value	Sig.
	0%	3%	6%	9%		
feed Intake (g/week)						
1	474.22	469.53	470.00	469.38	0.9669	ns
2	694.38	705.31	715.78	712.66	0.8919	ns
3	482.81	514.22	581.88	499.38	0.0934	ns
4	682.97	712.66	731.09	698.91	0.2156	ns
รวม 1-4	2,334.40	2,401.70	2,498.80	2,380.03	0.1547	ns
weight gain (g/week)						
1	78.13	90.63	112.50	125.00	0.0956	ns
2	318.75	271.88	221.88	300.00	0.0551	ns
3	246.88	246.88	287.50	206.25	0.2632	ns
4	240.63	228.13	228.13	246.88	0.8740	ns
รวม 1-4	884.38	837.50	850.00	878.13	0.8991	ns
FCR						
1	6.19	5.44	4.20	4.05	0.0544	ns
2	2.18	2.70	3.45	2.39	0.0584	ns
3	1.98	2.08	2.05	2.87	0.3605	ns
4	2.96	3.15	3.28	2.84	0.5902	ns
รวม 1-4	2.66	2.88	2.95	2.78	0.6005	ns

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร พบว่าการย่อยได้ของโภชนะโปรตีน และพลังงาน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าของการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในอาหารระหว่าง 65.97 – 75.51 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในอาหารระหว่าง 82.95 – 87.87 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Effects of supplementing germinated paddy rice inoculated with *Pleurotus ostreatus* in the diets of Korat chickens on nutrient digestibility

nutrient digestibility (%)	levels of paddy germinated in diet				p-value
	0 %	3 %	6 %	9 %	
crude protein (%)	65.97	71.35	68.44	75.51	0.3605
gross energy (%)	87.87	86.80	84.69	82.95	0.8113

จากการทดลองการเสริมข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วยเชื้อ *P. ostreatus* ในอาหารไก่เนื้อโคราชพบว่าการเสริมข้าวเปลือกงอกที่เพาะเลี้ยงด้วย *P. ostreatus* ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อโคราช เช่นเดียวกับ ถาวร ฉิมเลี้ยง และพรชัย เหลืองวารี (2563) ได้ศึกษาผลของการใช้ข้าวเปลือกหอมแม่พญาทองดำบดในสูตรอาหารไก่พื้นเมืองลูกผสมคละเพศ ผลจากการทดลองพบว่า สามารถใช้ข้าวเปลือกหอมแม่พญาทองดำบดผสมในอาหารไก่พื้นเมืองลูกผสมในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ทำให้ได้กำไรสูงสุด อย่างไรก็ตาม สามารถใช้ข้าวเปลือกหอมแม่พญาทองดำบดในสูตรอาหารได้สูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิต แต่อาจจะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับ Linh et al. (2020) ทดลองใช้ข้าวเปลือกงอกเลี้ยงในไก่ลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองได้ตั้งแต่ระดับ 0 – 7.5 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลอง

การใช้ข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วย *P. ostreatus* ในอาหารไก่เนื้อโคราช พบว่า สามารถเสริมในอาหารสำเร็จรูปในระดับ 3 - 9 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการกินอาหาร การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะ ดังนั้นข้าวเปลือกงอกที่เพาะด้วย *P. ostreatus* จึงเป็นแนวทางในการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารไก่เนื้อ

เอกสารอ้างอิง

กิตติ วิรุณพันธุ์, กฤษฎา บูรณารมย์, สุรีรัตน์ บุตรพรหม, รัชตาภรณ์ ลุนสิน, กิตติศักดิ์ ผุยชา, และ เสกสรร ชินวัง. (2567). ผลของการใช้เชื้อเห็ดบางชนิดต่อการเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของกากแป้งมันสำปะหลัง. *การเกษตรราชภัฏ, 23*(2), 100-108.

ถนอม ทาทอง, สันติสุข วรวัฒนธรรม, และพนมกร ลุนลาน. (2556). คุณภาพซากและเนื้อไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วย ข้าวเปลือกงอก. *เกษตร, 29*(2), 99-105.

ถาวร ฉิมเลี้ยง และพรชัย เหลืองวารี. (2563). ผลการใช้ข้าวเปลือกข้าวหอมแม่พญาทองดำบดผสมในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตของไก่พื้นเมืองลูกผสม. *วิจัยรำไพพรรณี, 14*(2), 192-203.

Incharoen, T., Roytrakul, S., & Likittrakulwong, W. (2021). Dietary germinated paddy rice and stocking density affect egg performance, serum biochemical properties, and proteomic and transcriptomic response of laying hens exposed to chronic heat stress. *Proteomes, 9*(4), 48. https://doi.org/-10.3390/proteomes9040048

Kayisoglu, C., Altikardes, E., Guzel, N., & Uzel, S. (2024). Germination: A powerful way to improve the nutritional, functional, and molecular properties of white-and red-colored sorghum grains. *Foods, 13*(5), 662. https://doi.org/10.3390/foods-13050662

Likittrakulwong, W., Poolprasert, P., & Srikaeo, K. (2021). Effects of extraction methods on protein properties obtained from paddy rice and germinated paddy rice. *PeerJ, 9*, e11365. https://doi.org/10.7717/-peerj.11365

Linh, N. T., Guntoro, B., Qui, N. H., & Anh Thu, N. T. (2020). Effect of sprouted rough rice on growth performance of local crossbred chickens. *Livestock research for rural development, 32*(10), 156.

Nacha, J., Soodpakdee, K., & Chamyuang, S. (2023). Nutritional improvement of germinated rice berry rice (*Oryza sativa*) cultivated with *Pleurotus ostreatus* mycelium. *Trends in sciences, 20*(9), 5574–5574. https://doi.org/10.48048/-tis.2023.5574

Qui, N. H., Linh, N. T., & Thu, N. T. A. (2024). Sprouted rough rice as an alternative to corn for growth, health performance and meat quality of broilers. *Saudi journal of biological sciences, 31*(8), 104034.

R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. https://www.R-project.org

Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1980). *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Wirunpan, K., Chinwang, S., Chaikong, N., & Pukahuta, C. (2019). Increasing nutritional contents of cassava starch wastes using Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. and *Lentinus squarrosulus* Mont. *Journal of pure and applied microbiology, 13*(1), 117–126.