

## Enhancing Silkworm Feeding Efficiency at Each Larval Stage Using Chatbot Technology to Improve Silk Production Capacity in Surin Province

Suphattra Wayalun<sup>1\*</sup>, Songsak Meesit<sup>2</sup>, and Suphacai Kaeochan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program in Computer Technology, Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University, Surin 32000, Thailand; Email: <sup>1</sup>suphattra@srru.ac.th, <sup>2</sup>252hot@srru.ac.th

<sup>3</sup>Program in Mechanical and Automotive Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University, Surin 32000, Thailand; Email: <sup>3</sup>supachai\_2518@hotmail.co.th

\*Corresponding author: Suphattra Wayalun (suphattra@srru.ac.th)

Received: 14 April 2026; Revised: 21 July 2026; Accepted: 24 July 2026; Published: 24 August 2026

### Abstract

In Surin Province, silkworm farming runs on memory. Feeding recommendations vary by larval stage, yet most rely on memory and informal knowledge passed between generations. This study developed and evaluated MaiKham AI, a domain-specific chatbot built on a Retrieval-Augmented Generation (RAG) architecture, designed to deliver stage-specific feeding guidance through text, voice, and image. The study had two objectives: assessing technical performance of the chatbot, and measuring its effect on sericulture productivity and technology acceptance. A quasi-experimental design was used. Fifty silkworm farmers in Surin Province were purposively selected 25 used the chatbot, 25 continued conventional practice. The RAG system drew on a 52-week silkworm rearing manual loaded into Google AI Studio's Knowledge Base, with Gemini 1.5 Pro generating responses grounded in that domain knowledge. Expert panels rated the system 4.58 out of 5.00 (S.D. = 0.24). Chatbot users harvested heavier cocoons and higher-grade silk than the control group ( $p < 0.001$ ), with yield gains of 70–90% across rearing cycles. On the Technology Acceptance Model, farmers scored Perceived Usefulness at 4.38 (S.D. = 0.78) and Perceived Ease of Use at 4.46 (S.D. = 0.87); elderly farmers who had initially resisted the phone adapted more quickly once they could speak their questions aloud. After a single structured training session, 94% used the system without assistance. RAG based chatbots appear capable of filling the knowledge gap in smallholder sericulture, even where farmers are older and digitally inexperienced.

**Keywords:** Retrieval-Augmented Generation, Agricultural Chatbot, Silkworm Feeding Management, Technology Acceptance Model, Surin Province



Copyright © 2026 Journal of Computer and Creative Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC-ND).

### Citation:

Wayalun, S., Meesit, S., & Kaeochan, S. (2026). Enhancing Silkworm Feeding Efficiency at Each Larval Stage Using Chatbot Technology to Improve Silk Production Capacity in Surin Province. *Journal of Computer and Creative Technology*, 4(2), e3896. <https://doi.org/10.65205/jcct.2026.e3896>

## การยกระดับประสิทธิภาพการให้อาหารหนอนไหมตามช่วงวัยด้วยเทคโนโลยีแชทบอท เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตผ้าไหม จังหวัดสุรินทร์

สุพัตรา วยะยุณ<sup>1,\*</sup> ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์<sup>2</sup> และ ศุภชัย แก้วจันทร์<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: <sup>1</sup>suphatra@sru.ac.th, <sup>2</sup>252hot@sru.ac.th

<sup>3</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกลและยานยนต์ไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000 ประเทศไทย; Email: <sup>3</sup>supachai\_2518@hotmail.co.th

\*ผู้ประพันธ์บทความ: สุพัตรา วยะยุณ (suphatra@sru.ac.th)

รับบทความ: 14 เมษายน 2569; แก้ไขบทความ: 21 กรกฎาคม 2569; ตอรับบทความ: 24 กรกฎาคม 2569;  
เผยแพร่บทความ: 24 สิงหาคม 2569

### บทคัดย่อ

เกษตรกรผู้เลี้ยงไหมในจังหวัดสุรินทร์ยังคงเผชิญกับความท้าทายอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากคำแนะนำในการให้อาหารที่แตกต่างกันไปตามช่วงวัยของหนอนไหม แต่ส่วนใหญ่ยังคงพึ่งพาความจำและความรู้ที่ไม่เป็นทางการถ่ายทอดกันมา ระหว่างรุ่น การศึกษานี้ได้พัฒนาและประเมิน MaiKham AI ซึ่งเป็นแชทบอทเฉพาะทางที่สร้างขึ้นบนสถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG) ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้คำแนะนำการให้อาหารตามช่วงวัยผ่านการโต้ตอบ ด้วยข้อความ เสียง และภาพ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคของแชทบอท และการวัดผลต่อผลผลิตการเลี้ยงไหมและการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกร ใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง คัดเลือกเกษตรกรผู้เลี้ยงไหม 50 คนในจังหวัดสุรินทร์แบบเจาะจง แบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้แชทบอท ( $n = 25$ ) หรือกลุ่มการปฏิบัติตามวิธีการดั้งเดิม ( $n = 25$ ) ระบบ RAG ซึ่งได้มาจากคู่มือการเลี้ยงไหมที่โหลดลงในฐานความรู้ของ Google AI Studio โดยใช้ Gemini 1.5 Pro ในการสร้างคำตอบที่อิงจากความรู้ในสาขานั้น การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนระบบที่ 4.58 จาก 5.00 (S.D. = 0.24) เกษตรกรที่ใช้ MaiKham AI ผลิตรังไหมที่มีน้ำหนักมากกว่าและไหมที่มีคุณภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุม ( $p < 0.001$ ) โดยมีการเพิ่มผลผลิต 70–90% ลดรอบการเลี้ยง ด้านการยอมรับเทคโนโลยี เกษตรกรให้คะแนน การรับรู้ประโยชน์ที่ 4.38 (S.D. = 0.78) และการรับรู้ความง่ายในการใช้งานที่ 4.46 (S.D. = 0.87) โดยเฉพาะเกษตรกรผู้สูงอายุ สามารถปรับตัวได้เร็วกว่าที่คาดไว้เมื่อมีการป้อนข้อมูลด้วยเสียง หลังจากการฝึกอบรมแบบมีโครงสร้าง ผู้เข้าร่วม 94% สามารถใช้งานระบบได้อย่างอิสระ งานวิจัยนี้ชี้ว่าแชทบอทบนสถาปัตยกรรม RAG สามารถนำไปใช้จริงในการเลี้ยงไหมระดับครัวเรือนได้ โดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรสูงอายุที่มีทักษะดิจิทัลจำกัด RAG

**คำสำคัญ:** การสร้างข้อมูลเสริมด้วยการค้นคืน, แชทบอทด้านการเกษตร, การจัดการการให้อาหารไหม, โมเดลการยอมรับเทคโนโลยี, จังหวัดสุรินทร์



Copyright © 2026 Journal of Computer and Creative Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC-ND).

### การอ้างอิง:

สุพัตรา วยะยุณ, ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์, และ ศุภชัย แก้วจันทร์. (2569). การยกระดับประสิทธิภาพการให้อาหารหนอนไหมตามช่วงวัยด้วยเทคโนโลยีแชทบอทเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตผ้าไหม จังหวัดสุรินทร์. *วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์*, 4(2), e3896. <https://doi.org/10.65205/jcct.2026.e3896>

## 1. บทนำ (Introduction)

ในจังหวัดสุรินทร์ เกษตรกรผู้เลี้ยงไหมส่วนใหญ่อายุเกิน 50 ปีขึ้นไป และยังคงใช้วิธีให้อาหารหนอนไหมตามที่เคยเรียนรู้มาจากบรรพบุรุษในสมัยก่อน ซึ่งมักไม่เป็นไปตามคำแนะนำเชิงวิทยาศาสตร์ในคู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์ของกรมหม่อนไหม ปัญหาไม่ได้อยู่ที่เกษตรกรไม่ขยัน แต่อยู่ที่ข้อมูลที่ถูกต้องไม่สอดคล้องกับรูปแบบที่ใช้งานได้จริงในการทำงาน (Sawangloke et al., 2023) แอปพลิเคชันการเกษตรที่มีอยู่แก้ปัญหานี้ได้บางส่วน Ekanayake & Saputhanthri (2020) ทำให้เห็นว่าระบบสนทนาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ช่วยเกษตรกรตัดสินใจได้เร็วขึ้น แต่ระบบส่วนใหญ่ยังทำงานแบบ Rule-Based คือตอบได้เฉพาะคำถามที่ผู้พัฒนาคาดเดาไว้ล่วงหน้า (Adamopoulou & Moussiades, 2020) เมื่อเกษตรกรถามสิ่งที่ไม่อยู่ในสคริปต์ เช่น หนอนไหมวัย 3 กินใบน้อยลงทั้งที่มีอุณหภูมิปกติ ระบบเหล่านั้นตอบไม่ได้หรือตอบผิดพลาดปัดถ่วงการค้นคืนข้อมูลร่วมกับการสร้างคำตอบ (Retrieval-Augmented Generation: RAG) แก่จุดอ่อนนี้ได้โดยตรง Lewis et al. (2020) แสดงว่า RAG ดึงข้อมูลจากเอกสารจริงมาประกอบคำตอบแทนการสร้างคำตอบจากความจำของโมเดล ลดปัญหาข้อมูลคลาดเคลื่อนซึ่งเป็นความเสี่ยงสูงในบริบทที่คำแนะนำผิดอาจทำให้รังไหมทั้งรุ่นเสียหาย Yu et al. (2025) ขยายแนวคิดนี้ให้ครอบคลุมระบบที่ดึงข้อมูลหลายแหล่งพร้อมกัน ซึ่งเหมาะกับการเลี้ยงไหมที่ต้องใช้ข้อมูลด้านอาหาร อุณหภูมิ และพัฒนาการของหนอนพร้อมกัน อุปสรรคที่เหลืออยู่คือด้านการใช้งาน ไม่ใช่ด้านเทคโนโลยี Jantavongso (2022) พบว่าผู้สูงอายุในชนบทไทยไม่ได้ปฏิเสธสมาร์ตโฟน แต่แอปพลิเคชันส่วนใหญ่ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับคนที่พิมพ์ช้าหรืออ่านหน้าจอเล็กไม่ถนัด Vaportzis et al. (2017) ยืนยันว่าเมื่อออกแบบให้รองรับการสั่งงานด้วยเสียงและตัวอักษรขนาดใหญ่ กลุ่มผู้สูงอายุยอมรับเทคโนโลยีได้ในระดับใกล้เคียงกับคนวัยทำงาน กรอบแนวคิดการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis (1989) ได้อธิบายว่าการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness: PU) และการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEOU) เป็นสองตัวแปรหลักที่กำหนดว่าเกษตรกรจะหยิบโทรศัพท์มาถามระบบหรือวางมันทิ้ง ในงานวิจัยนี้ทั้งสองตัวแปรถูกออกแบบให้วัดผลได้จากการใช้งานจริงในสนาม

จากช่องว่างองค์ความรู้และข้อจำกัดของเทคโนโลยีดังกล่าวนี้ จึงได้พัฒนา ไหมคำ AI (MaiKham AI Chatbot) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันสนทนาที่ทำงานบนสถาปัตยกรรม RAG และออกแบบเฉพาะสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมสูงวัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้คำแนะนำด้านการให้อาหารตามช่วงวัยอย่างเป็นระบบ ทั้งยังให้ข้อมูลเชิงเทคนิคที่ถูกต้องตามคู่มือกรมหม่อนไหม รวมถึงประเมินประสิทธิภาพของระบบผ่านผลผลิตจริงและการยอมรับเทคโนโลยีตามกรอบ TAM ซึ่งมีส่วนสนับสนุนทั้งเชิงเทคนิคและเชิงสังคม โดยแสดงตัวอย่างการใช้ AI เพื่อยกระดับภูมิปัญญาท้องถิ่น ลดความเหลื่อมล้ำด้านดิจิทัล โดยงานวิจัยนี้มีคุณูปการสำคัญ 4 ประการต่อวงการปัญญาประดิษฐ์และเกษตรอัจฉริยะ ได้แก่ 1) เสนอการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้สถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG) เฉพาะทางด้านการเลี้ยงไหม ซึ่งสามารถแก้ข้อจำกัดของระบบแชทบอทแบบเดิมที่อาศัยกฎ (Rule-Based) โดยให้คำแนะนำที่อิงบริบทและองค์ความรู้เชิงลึกได้ 2) พัฒนารูปแบบการโต้ตอบแบบหลายโหมด (Multimodal Interaction) ที่รองรับข้อความ เสียง และภาพ โดยออกแบบให้เหมาะสมกับเกษตรกรสูงวัยที่มีข้อจำกัดด้านทักษะดิจิทัล 3) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ของระบบผ่านการวิจัยเชิงทดลองกึ่งทดลอง โดยสามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 70-90 และเพิ่มคุณภาพผลผลิตได้ร้อยละ 50-60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) เสนอรูปแบบการประยุกต์ใช้ AI ที่สามารถขยายผลได้จริงในภาคเกษตร โดยผสานเทคโนโลยี AI การออกแบบที่ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน

## 2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของแชทบอทไหมคำ AI ที่พัฒนาบนสถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG) สำหรับสนับสนุนการให้อาหารหนอนไหมตามช่วงวัย
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้แชทบอทไหมคำ AI ต่อปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมในจังหวัดสุรินทร์

### 3. สมมติฐานการวิจัย

- H1: การใช้แชทบอทส่งผลให้เกษตรกรมีปริมาณผลผลิตการเลี้ยงไหมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
H2: การใช้แชทบอทส่งผลให้เกษตรกรมีคุณภาพผลผลิตการเลี้ยงไหมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
H3: เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีแชทบอทในระดับสูง ( $\geq 4.0$  จากคะแนนเต็ม 5.0)

### 4. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

#### 4.1 แชทบอทและปัญญาประดิษฐ์ในภาคเกษตร

แชทบอท (Chatbot) คือระบบสนทนาอัตโนมัติที่ใช้ AI เพื่อโต้ตอบกับผู้ใช้ผ่านข้อความ ช่วยให้การเข้าถึงข้อมูล คำแนะนำ หรือการเรียนรู้ของผู้ใช้มีความสะดวกและเป็นรายบุคคลมากขึ้น (Asolo et al., 2024; Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2018) งานวิจัยของ Ekanayake & Saputhanthri (2020) Krushi กล่าวว่าสำหรับเกษตรกรในอินเดีย พบว่าแชทบอทสามารถช่วยเกษตรกรในการตัดสินใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับพืชผล ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและลดความเสี่ยงในการเกษตร Asolo et al. (2024) ที่มีการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยปัญญาประดิษฐ์ผ่านแชทบอท (AI Chatbot) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่อง พบว่า เกษตรกรที่ใช้ระบบคำแนะนำเฉพาะบุคคลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับแนวทางการเพาะปลูกและการจัดการพืชผล ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและลดผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อม

#### 4.2 Retrieval-Augmented Generation (RAG) และโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models: LLMs)

โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLMs) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปัญญาประดิษฐ์เชิงสนทนา แต่ยังมีข้อจำกัดด้านการสร้างข้อมูลคลาดเคลื่อน (Hallucination) (Lewis et al., 2020) สถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG) จึงถูกพัฒนาขึ้นโดยผสานการค้นคืนข้อมูลจากแหล่งความรู้ภายนอกเข้ากับการสร้างคำตอบของโมเดลภาษา เพื่อเพิ่มความถูกต้องและความสอดคล้องกับบริบท (Yu et al., 2025) ด้วยความสามารถในการปรับปรุงองค์ความรู้ได้โดยไม่ต้องฝึกสอนโมเดลใหม่ทั้งหมด RAG จึงได้รับความนิยมในระบบสนับสนุนการตัดสินใจเฉพาะทาง รวมถึงการประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตรและการเลี้ยงไหม

#### 4.3 การยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรสูงวัย (TAM)

การยอมรับเทคโนโลยีพัฒนาโดย Davis (1989) เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้อธิบายการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี โดยเน้นปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness: PU) และการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEOU) การศึกษาของ Thar et al. (2021) พบว่า เกษตรกรที่เห็นว่าเทคโนโลยีช่วยให้ผลผลิตหรือคุณภาพดีขึ้น จะมีแนวโน้มใช้งานต่อเนื่อง และการออกแบบระบบให้เข้าใจง่าย ลดภาระการเรียนรู้ มีผลอย่างมากต่อระดับการยอมรับ

#### 4.4 Smart Sericulture และเทคโนโลยี IoT

จากข้อดีของสถาปัตยกรรม RAG ในการลดปัญหา Hallucination และเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงองค์ความรู้เฉพาะทาง งานวิจัยนี้จึงนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแชทบอทใหม่คำ AI (MaiKham AI Chatbot) เพื่อสนับสนุนการให้อาหารหนอนไหมตามช่วงวัย โดยใช้ข้อมูลจากคู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์และองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านหม่อนไหมเป็นฐานความรู้หลักของระบบ

งานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับแชทบอทเกษตร มีข้อจำกัดหลักสองประการ คือ 1) ระบบส่วนใหญ่ยังคงพึ่งพาการตอบคำถามแบบ rule-based หรือ FAQ ซึ่งทำได้ดีกับคำถามที่คาดการณ์ล่วงหน้าได้ แต่ล้มเหลว เมื่อเกษตรกรถามปัญหาเฉพาะหน้า เช่น หนอนไหมกินอาหารน้อยลงผิดปกติในวัยที่ 3 ทั้งที่อุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ปกติ (Adamopoulou & Moussiades, 2020; Ekanayake & Saputhanthri, 2020) และ 2) งานที่นำปัญญาประดิษฐ์ (AI) รุ่นใหม่มาใช้ในการเกษตรส่วนใหญ่ทดสอบกับพืชไร่หรือข้าว ซึ่งมีชุดข้อมูลขนาดใหญ่และเอกสารพร้อมอ้างอิง แต่งานด้านการเลี้ยงไหมยังมีน้อย Lewis et al. (2020) แสดงให้เห็นว่า RAG ลดปัญหา Hallucination ได้ดีกว่า Fine-Tuning สำหรับ Domain-Specific Tasks แต่ยังไม่มีการทดสอบในบริบทการเลี้ยงไหมซึ่งองค์ความรู้กระจายอยู่ในเอกสารภาษาไทยและภูมิปัญญาท้องถิ่นช่องว่างที่ชัดเจนที่สุดคือการขาดระบบที่ออกแบบมาสำหรับเกษตรกรสูงวัยในชนบทโดยเฉพาะ

จากการศึกษาของ Jantavongso (2022) และ Vaportzis et al. (2017) มีผลการศึกษาที่ชี้ว่าผู้สูงอายุในชนบทไทยไม่ได้ปฏิเสธเทคโนโลยี แต่ระบบที่มีอยู่ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้เข้าถึงได้ผ่านการพูดหรือภาพ ซึ่งเข้าถึงได้มากกว่าการพิมพ์

งานวิจัยนี้ จึงนำสถาปัตยกรรม RAG บน Google AI Studio มาพัฒนาระบบใหม่คำ AI ที่รองรับการโต้ตอบผ่านข้อความเสียง และภาพ พร้อมฐานความรู้จากคู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์ และประเมินผลด้วยการวิจัยกึ่งทดลองควบคู่กับการถ่ายทอดเทคโนโลยี (TAM) ซึ่งยังไม่มีงานใดทำในบริบทนี้มาก่อน

#### 4.5 แผนการดำเนินงานวิจัยโดยใช้วิธีการแบบ Agile

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการวางแผนเพื่อเก็บข้อมูลวิจัยโดยใช้กระบวนการดำเนินงาน Agile โดยมีรายละเอียดดัง Table 1.

**Table 1.** Road Map Plan in Agile Style

| Sprint                           | Timeline (2025) | Goal / Epic                                                                                                                                  | Key User Story (INVEST)                                                                                                                                  | Main Tasks (DEV / UX / DATA / QA)                                                                                                                        | Success Criteria & KPI                                                                                                                                                                                                            | UAT with FAG                                                    |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 0 Project Preparation            | Apr 21 – May 1  | <ul style="list-style-type: none"><li>Set project values</li><li>Identify stakeholders</li><li>Define roles &amp; responsibilities</li></ul> | As a PO, I need a Backlog and CI/CD to enable the team to develop quickly.                                                                               | <ul style="list-style-type: none"><li>Setup Jira &amp; Git</li><li>Setup Dev/ Staging</li><li>Select 5 FAG Members</li><li>Draft consent forms</li></ul> | Backlog ≥ 30 items, CI passes all tests, Focus Area Group (FAG) joined LINE group                                                                                                                                                 | Apr 30: Online training for FAG, sharing screens and discussion |
| 1 Quick Wins                     | May 4 – May 15  | Accessibility & user -friendly UI                                                                                                            | 1. As a farmer, I want to see the “Big Silkworm” button easily.<br>2. As a user, I want to view FAQ without printing.                                    | DEV: New big button, FAQ (LINE OA)<br>UX: Adjust layout + emoji<br>QA: Mobile test with RAM 2 GB                                                         |  Big Button works (Android 7+/iOS 12+)<br> FAQ ≥ 15 items | May 14: FAG test activity (Big Button, FAQ) success ≥ 4/5       |
| 2 Smart Alerts v1                | May 18 – May 29 | Intelligent notification alerts                                                                                                              | 3. As a farmer, I want to receive “120% silkworm feeding alert” at 08:00.                                                                                | DATA: Rule engine (silkworm age + weather forecast)<br>DEV: Scheduler, text-to-speech (TTS)<br>QA: Weather condition tests                               | time ±1 minute<br>95% of alerts on                                                                                                                                                                                                | days, ≥ 80% success<br>May 28: FAG trial for 10                 |
| 3 Local Dialect + Expert Handoff | Jun 1 – Jun 12  | Dialect of Surin & Expert Handoff                                                                                                            | 4. As a farmer, I want to ask questions in Surin dialect and receive correct answers.<br>5. If the system cannot answer, it should escalate to “Expert”. | DATA: Collect Q-A set, fine-tune LLaMA2-Thai<br>DEV: Confidence → escalate to expert<br>UX: Display escalation to expert<br>QA: Accuracy ≥ 85%           | SLA response < 30 sec                                                                                                                                                                                                             | Jun 11: Dialect quiz (10 questions),                            |

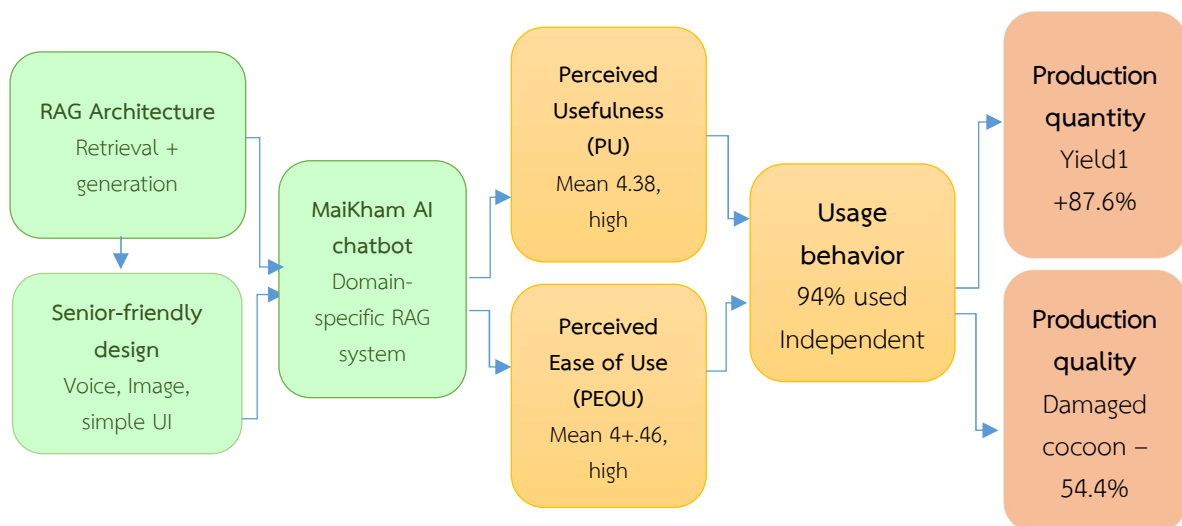
**Table 1.** Road Map Plan in Agile Style (Cont.)

| Sprint                | Timeline (2025) | Goal / Epic        | Key User Story (INVEST)                                                                                                                                                                                                                        | Main Tasks (DEV / UX / DATA / QA)                                                                                                           | Success Criteria & KPI                                                                    | UAT with FAG                                                                                 |
|-----------------------|-----------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 IoT & Analytics MVP | Jun 15 – Jun 26 | Sensor & Dashboard | 6. As a farmer, I want to see new silkworm health index + survival rate > 85%.<br>7. As a PO, I want to view production results summary.<br>receive<br>“silkworm caretaker badge”.<br>9. As a farmer, I want to see Leaderboard in LINE group. | DEV: MQTT → Timescale DB/DATA: ETL + Grafana<br>QA: Stress test 3 servers<br><br>UX/UI enhancement for engagement<br>QA: Anti-cheating test | Latency dashboard < 5 sec, PDF export enabled<br><br>increased ≥ 15% compared to Sprint 1 | Jun 25: Field demo #3, real-time notification completed<br><br>2 days, FAG usage ≥ 60% daily |

**Source:** Beck et al. (2001); Schwaber & Sutherland (2020)

จาก Table 1. แสดงเฉพาะช่วงการพัฒนาแบบด้วย Agile Development และ Scrum Framework ระหว่างเดือน พฤษภาคม–กรกฎาคม พ.ศ. 2568 โดยดำเนินการตาม Scrum Framework (Schwaber & Sutherland, 2020) เพื่อให้การพัฒนามีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงได้

## 5. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)



**Figure 1.** Conceptual Framework

จาก Figure 1. แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย โดยกำหนดให้สถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG) และการออกแบบระบบที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุเป็นปัจจัยนำเข้าของระบบไหมคำ AI (MaiKham AI Chatbot) ซึ่งส่งผลต่อการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness: PU) และการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PEOU) ของเกษตรกรผู้เลี้ยงไหม ปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการใช้งานระบบและนำไปสู่ผลลัพธ์ด้านการผลิต ได้แก่ ปริมาณผลผลิตและคุณภาพผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยทั้งด้านผลผลิตและการยอมรับเทคโนโลยี ผลลัพธ์ด้านปริมาณและคุณภาพผลผลิตตามกรอบแนวคิดนี้ถูกนำเสนอโดยละเอียดในหัวข้อ 7.2

## 6. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

### 6.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ เกษตรกรผู้เลี้ยงไหม ในตำบลตาเบา อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 8,961 คน กลุ่มทดลอง (Experimental Group) ได้แก่ ประชากรที่ใช้แชทบอทไหมคำ AI จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุม (Control Group) ซึ่งใช้วิธีการเลี้ยงไหมตามปกติ จำนวน 25 คน เพื่อลดอคติจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Selection Bias) ผู้วิจัยได้คัดเลือกเกษตรกรจากพื้นที่เดียวกันและมีลักษณะพื้นฐานใกล้เคียงกันทั้งในด้านประสบการณ์การเลี้ยงไหม ขนาดการผลิต และรูปแบบการจัดการฟาร์ม ก่อนเริ่มการทดลองได้มีการรวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของทั้งสองกลุ่ม เพื่อยืนยันว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในด้านคุณลักษณะพื้นฐานที่อาจส่งผลกระทบต่อผลการวิจัย จึงสามารถนำมาเปรียบเทียบผลลัพธ์ภายใต้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองได้อย่างเหมาะสม

### 6.2 เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบประเมินประสิทธิภาพและความถูกต้องของระบบ 2) แบบบันทึก Log การใช้งานระบบ (System Usage Logs) 3) แบบสอบถามข้อมูลผลลัพธ์การเลี้ยงไหมสำหรับกลุ่มควบคุม 4) แบบบันทึกข้อมูลการเลี้ยงไหม 5) แบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยีแอปพลิเคชันและแชทบอท 6) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันและแชทบอท และ 7) ระบบแชทบอทไหมคำ AI ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิด Retrieval-Augmented Generation (RAG) เพื่อสนับสนุนการให้คำแนะนำด้านการให้อาหารหนอนไหมตามช่วงวัย โดยตอบคำถามจากฐานความรู้คู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์ โดยมีฟังก์ชันหลัก ได้แก่ 1) ตอบคำถามการให้อาหารหนอนไหมตามช่วงวัย 2) แนะนำรอบเวลา/ปริมาณ/สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม 3) แจ้งเตือนกิจกรรมสำคัญ 4) วิเคราะห์ภาพเพื่อประเมินสุขภาพหนอนไหม (Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2018) 5) รองรับการสั่งงานด้วยเสียง 6) ออกแบบ UI/UX ที่เหมาะกับผู้สูงอายุ (Thar et al., 2021)



Figure 2. UI Chatbot MaiKham AI Examples (a) UI Sample Question "Feeding Ages 3"

Figure 2. (a) แสดงตัวอย่างหน้าจอการใช้งานแชทบอท “ไหมคำ AI” ซึ่งออกแบบให้รองรับการใช้งานสำหรับเกษตรกรผู้สูงอายุ สามารถพิมพ์หรือพูดถาม พร้อมแนบรูปภาพและไฟล์ ระบบมีฟังก์ชันฟังเสียง ตอบสรุป/ละเอียด และปุ่ม Feedback เพิ่มความสะดวกในการโต้ตอบ Figure 2. (b) แสดงตัวอย่างการตั้งคำถาม และแสดงผลการตอบกลับตามฐานข้อมูลในคู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์ และฟังก์ชันฟังเสียงสำหรับผู้มีปัญหาด้านสายตา

### 6.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) ภายใต้กรอบการวิจัยเชิงทดลองกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) การดำเนินโครงการมีระยะเวลา 13 เดือน โดยเริ่มจาก 1 ตุลาคม 2567 - 31 ตุลาคม 2568

### 6.4 การออกแบบกระบวนการทำงานของระบบและการดำเนินงาน

การพัฒนาแชทบอทไหมคำ AI (MaiKham AI Chatbot) ดำเนินการภายใต้แนวคิดการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Agile Development ร่วมกับกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) เพื่อให้สามารถปรับปรุงระบบตามข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานจริงได้อย่างต่อเนื่อง โดยกระบวนการดำเนินงานประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

#### 6.4.1 การรวบรวมองค์ความรู้และจัดเตรียมฐานความรู้

ผู้วิจัยได้รวบรวมองค์ความรู้ด้านการเลี้ยงไหมจากคู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์ เอกสารวิชาการของกรมหม่อนไหม และคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านหม่อนไหม เพื่อนำมาจัดทำเป็นฐานความรู้สำหรับระบบแชทบอท โดยเอกสารทั้งหมดได้รับการตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหาเพื่อนำเข้าสู่ระบบ

#### 6.4.2 การพัฒนาระบบแชทบอทไหมคำ AI

ระบบไหมคำ AI ได้รับการพัฒนาบนแพลตฟอร์ม Google AI Studio โดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ Gemini 1.5 Pro ภายใต้แนวคิด Retrieval-Augmented Generation (RAG) เพื่อให้ระบบสามารถค้นคืนข้อมูลจากฐานความรู้และสร้างคำตอบที่เหมาะสมกับบริบทของคำถาม ระบบรองรับการสื่อสารผ่านข้อความ เสียง และภาพถ่าย เพื่ออำนวยความสะดวกแก่เกษตรกรผู้สูงอายุที่มีข้อจำกัดด้านการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล

นอกจากนี้ ระบบยังรองรับการประมวลผลข้อมูลหลายรูปแบบ ได้แก่ ข้อความ เสียง และภาพ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งานสำหรับเกษตรกร สถาปัตยกรรมดังกล่าวช่วยให้ระบบสามารถให้คำแนะนำแบบเรียลไทม์ มีความแม่นยำ และสามารถขยายผลไปใช้ในบริบทเกษตรกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

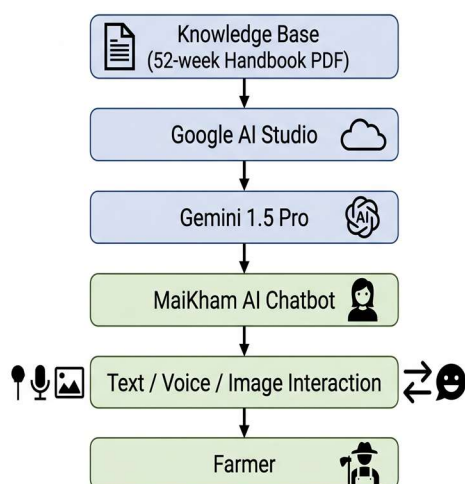


Figure 3. MaiKham AI RAG Workflow

จาก Figure 3 เมื่อเกษตรกรส่งคำถามเข้าสู่ระบบผ่านข้อความ เสียง หรือภาพถ่าย ระบบจะทำการค้นคืนข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากฐานความรู้ซึ่งประกอบด้วยคู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์และเอกสารด้านหม่อนไหมที่เกี่ยวข้อง จากนั้นข้อมูลที่ค้นคืนได้จะถูกนำไปประมวลผลร่วมกับโมเดล Gemini 1.5 Pro เพื่อสร้างคำตอบที่เหมาะสมกับบริบทของผู้ใช้งาน

กระบวนการดังกล่าวช่วยลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (Hallucination) และเพิ่มความถูกต้องของคำแนะนำในการจัดการการเลี้ยงไหม

การพัฒนาแพลตฟอร์มผู้ช่วยการให้อาหารหนอนไหม ใช้หลักการ Agile Methodology ตาม Beck et al. (2001) และ Scrum Framework ตาม Schwaber & Sutherland (2020) เพื่อให้สามารถปรับปรุงระบบตามข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานจริงได้อย่างต่อเนื่อง ดัง Table A. ในภาคผนวก

#### 6.4.3 การทดสอบและปรับปรุงระบบ

หลังจากพัฒนาระบบต้นแบบแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบร่วมกับกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมและผู้เชี่ยวชาญด้านหม่อนไหม เพื่อประเมินความถูกต้องของคำตอบ ความเหมาะสมของส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และประสิทธิภาพของการให้คำแนะนำ โดยนำข้อเสนอแนะที่ได้รับมาปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่องจนได้ระบบที่มีความพร้อมสำหรับการใช้งานจริง

#### 6.4.4 การนำระบบไปใช้และประเมินผล

ผู้วิจัยนำระบบใหม่คำ AI ไปใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน ในขณะที่กลุ่มควบคุมจำนวน 25 คน ใช้วิธีการเลี้ยงไหมตามปกติ จากนั้นจึงเก็บรวบรวมข้อมูลด้านผลผลิต คุณภาพผลผลิต การยอมรับเทคโนโลยี และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เพื่อนำมาวิเคราะห์และประเมินประสิทธิผลของระบบที่พัฒนาขึ้น

#### 6.4.5 ขั้นตอนเป็นกระบวนการทดสอบซอฟต์แวร์ขั้นสุดท้าย

ดำเนินการโดยผู้ใช้งานจริง (User Acceptance Testing: UAT) กับนักวิจัย ทุกสปรินต์ ได้แก่ 1) เตรียม คือ ส่งขั้นตอนการใช้งานและวิดีโอสอน < 1 นาที ก่อน 24 ชม. 2) ทดสอบ การใช้ LINE/Teams แชร้งจอภาพ และให้เกษตรกรทำ 5-7 ภารกิจ 3) เก็บข้อมูล โดยกำหนดเวลาแต่ละภารกิจ, และ บันทึกจอ 4) เกณฑ์ผ่าน คือ สำเร็จ  $\geq 80\%$  และ 5) สรุปผล แสดงรายงาน "UAT Insights" 1 หน้า ภายใน 24 ชม.

#### 6.4.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัย ประกอบด้วย

- 1) สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 2) Welch's t-test สำหรับเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมและไม่ควบคุม
- 3) Cohen's d สำหรับขนาดเอฟเฟกต์
- 4) Cronbach's  $\alpha$  สำหรับความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม TAM

#### 6.4.7 สถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG)

ระบบใหม่คำ AI (MaiKham AI Chatbot) ได้รับการพัฒนาบนแพลตฟอร์ม Google AI Studio โดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ Gemini 1.5 Pro ภายใต้แนวคิด Retrieval-Augmented Generation (RAG) เพื่อสนับสนุนการให้คำแนะนำด้านการเลี้ยงไหมตามช่วงวัย โดยมีฐานความรู้ของระบบประกอบด้วยคู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์ และองค์ความรู้ด้านการเลี้ยงไหมในรูปแบบไฟล์ PDF และอัปโหลดเข้าสู่ระบบ Knowledge Base ของ Google AI Studio เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงในการตอบคำถาม เมื่อผู้ใช้งานส่งคำถามเข้าสู่ระบบ กลไก Retrieval จะค้นคืนข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากเอกสารฐานความรู้ที่จัดเก็บไว้ จากนั้นข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งต่อไปยังโมเดล Gemini 1.5 Pro เพื่อสร้างคำตอบที่สอดคล้องกับบริบทของคำถาม ช่วยลดปัญหาการสร้างข้อมูลคลาดเคลื่อน (Hallucination) และเพิ่มความถูกต้องของคำแนะนำเกี่ยวกับการเลี้ยงไหม ระบบรองรับการโต้ตอบผ่านข้อความ เสียง และภาพถ่าย เพื่ออำนวยความสะดวกแก่เกษตรกรผู้สูงอายุและผู้ใช้งานที่มีข้อจำกัดด้านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล

โครงสร้าง RAG สำหรับระบบ AI เลี้ยงไหมเริ่มต้นด้วยการเตรียมฐานความรู้ โดยแบ่งคู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์ (PDF) ออกเป็นส่วนย่อยๆ ขนาด 500-800 โทเค็น โดยมีส่วนที่ซ้ำกัน 100 โทเค็นระหว่างส่วนย่อยที่ต่อเนื่องกันขนาดนี้ ถูกเลือกจากผลการทดสอบเบื้องต้นที่พบว่า ส่วนย่อยที่มีขนาดเล็กกว่า 500 โทเค็น มักจะตัดคำแนะนำการเลี้ยงไหมกลางประโยค ทำให้คำตอบขาดบริบทที่จำเป็นสำหรับวิธีการฝังและการดึงข้อมูล ระบบใช้ API การดึงข้อมูลเชิงความหมายมาตรฐานใน Google AI Studio แทนฐานข้อมูลเวกเตอร์ การตัดสินใจนี้เกิดจากข้อจำกัดในการใช้งานภายนอก เกษตรกรเป้าหมายใช้ระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ซึ่งต้องการความหน่วงต่ำ เมื่อผู้ใช้งานคำถาม ระบบจะคำนวณความคล้ายคลึงแบบโคไซน์ระหว่างข้อมูลฝังตัวของคำถามและข้อมูลฝังตัวของเอกสาร และดึงส่วนที่เกี่ยวข้องมากที่สุด 5 ส่วน (top-K = 5) เพื่อป้อนเข้าสู่ Gemini 1.5 Pro เพื่อสร้างคำตอบ ค่า Temperature กำหนดไว้ที่ 0.2 ซึ่งต่ำกว่า

ค่าเริ่มต้น เพื่อให้การประมวลผลคำแนะนำมีความสม่ำเสมอ งานนี้ให้ความสำคัญกับความถูกต้องมากกว่าความหลากหลายทางภาษา

#### 6.4.8 ซอฟต์แวร์ โมเดล และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1) แพลตฟอร์ม Google AI Studio โดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ Gemini 1.5 Pro ของ Google DeepMind เป็นกลไกหลักในการประมวลผลภาษาธรรมชาติและสร้างคำตอบอัตโนมัติ

2) ฐานความรู้ของระบบ ได้แก่ เอกสาร PDF คู่มือการเลี้ยงไหม 52 สัปดาห์ และองค์ความรู้ด้านการเลี้ยงไหมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งถูกจัดเก็บในระบบ Knowledge Base ของ Google AI Studio เพื่อใช้สนับสนุนกระบวนการ Retrieval ภายใต้สถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG)

3) การทดสอบและปรับปรุงระบบดำเนินการผ่าน Google AI Studio และเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสำหรับการใช้งานจริงของเกษตรกรผู้เลี้ยงไหม โดยระบบสามารถรองรับการรับข้อมูลผ่านข้อความ เสียง และภาพถ่าย และแสดงผลคำแนะนำผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานบนสมาร์ตโฟนและเว็บเบราว์เซอร์

### 7. ผลการวิจัย (Results)

#### 7.1 ผลการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของแชทบอทใหม่คำ AI ที่พัฒนาบนสถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG) สำหรับสนับสนุนการให้อาหารหนอนไหมตามช่วงวัย

##### 7.1.1 การประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

ระบบแชทบอทได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่ามีประสิทธิภาพโดยรวมในระดับ "ดีมาก" (ค่าเฉลี่ย = 4.58, S.D. = 0.24) โดยความถูกต้องของตารางให้อาหารหนอนไหมได้คะแนนสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 4.70, S.D. = 0.20) ใน Table 2.

Table 2. Evaluation of the system's efficiency and accuracy by experts

| Evaluation Item                                          | Mean | S.D. | Opinion Level |
|----------------------------------------------------------|------|------|---------------|
| 1. Accuracy of the silkworm feeding table                | 4.70 | 0.20 | Very Good     |
| 2. Completeness of data for each growth stage            | 4.60 | 0.30 | Very Good     |
| 3. Up-to-dateness of data on silkworm diseases and pests | 4.50 | 0.40 | Very Good     |
| 4. Accuracy of the summarized answers                    | 4.60 | 0.30 | Very Good     |
| 5. Efficiency in helping to reduce farmers' errors       | 4.50 | 0.30 | Very Good     |
| Overall Mean                                             | 4.58 | 0.24 | Very Good     |

##### 7.1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของระบบ

ผลการประเมินความสามารถในการค้นคืนข้อมูล (Retrieval Accuracy) ได้วิเคราะห์หัวข้อคำถามจริงจากบันทึกการใช้งาน (System Usage Log) ของเกษตรกรกลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน รวม 1,050 รายการ ตลอดการเลี้ยงไหม 2 รุ่น พบว่าหัวข้อคำถามกระจายตัวใน 5 หมวดหลักอย่างสมดุล ได้แก่ สุขภาพและการย้ายกระเบหนอนไหม ร้อยละ 21.62 สุขภาพหนอนไหมด้านอุณหภูมิและความชื้น ร้อยละ 20.86 หมวดอื่น ๆ ร้อยละ 20.19 คุณภาพและชนิดใบหม่อน ร้อยละ 19.33 และตารางเวลา/มื้ออาหาร ร้อยละ 18.00 สะท้อนว่าระบบสามารถรองรับคำถามที่หลากหลายตลอดกระบวนการเลี้ยงไหมได้ครอบคลุม แสดงให้เห็นว่าสถาปัตยกรรม Retrieval-Augmented Generation (RAG) สามารถเข้าถึงข้อมูลจากฐานความรู้ด้านการเลี้ยงไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

##### 7.1.3 ผลการประเมินคุณภาพคำตอบ (Answer Quality)

โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินคำตอบ 200 คำถาม พบว่าคำตอบที่ระบบสร้างขึ้นมีความถูกต้อง ความครบถ้วน และความเหมาะสมต่อบริบทของคำถาม ร้อยละ 85 คำตอบถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 12 และ คำตอบผิดหรือไม่เกี่ยวข้อง ร้อยละ 3

##### 7.1.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ RAG มีรายละเอียดดังนี้

1) การทดสอบ Retrieval Accuracy ได้วิเคราะห์หัวข้อคำถามจากบันทึกการใช้งานจริงของเกษตรกร 50 คน (1,050 รายการ) พบว่าคำถามกระจายตัวใน 5 หมวดหลักอย่างสมดุล ร้อยละ 18.00-21.62 ต่อหมวด สะท้อนความหลากหลายของประเด็นที่เกษตรกรต้องการคำปรึกษาตลอดวงจรการเลี้ยงไหม

2) การประเมิน Answer Quality โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินคำตอบ 200 คำถาม พบว่า 1) มีคำตอบถูกต้องสมบูรณ์ ร้อยละ 85 2) คำตอบถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 12 และ 3) คำตอบผิดหรือไม่เกี่ยวข้อง ร้อยละ 3

3) Failure Case Analysis กรณีที่ระบบตอบผิด (ร้อยละ 3) ส่วนใหญ่เกิดจากคำถามที่ซับซ้อนหรือต้องการการตีความเฉพาะบุคคล ซึ่งระบบจะแนะนำให้ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ

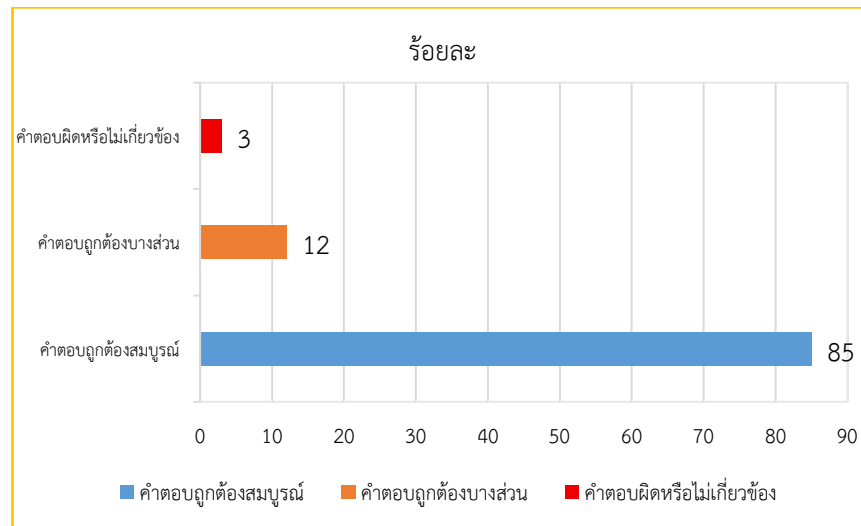


Figure 4. Answer Quality Assessment

## 7.2 ผลการศึกษาผลของการใช้แชทบอทใหม่คำ AI ต่อปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรผู้เลี้ยงไหมในจังหวัดสุรินทร์

### 7.2.1 ผลการศึกษาผลของการใช้แชทบอทใหม่คำ AI ต่อปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต

ผลการทดสอบ Welch's t-test แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรในกลุ่มทดลอง (Experimental Group) ซึ่งใช้แชทบอทใหม่คำ AI มีผลผลิตและคุณภาพผลผลิตสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Control Group) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) ในทุกตัวชี้วัด ใน Table 3.

Table 3. Comparison of Sericulture Production Between the Experimental Group and the Control Group

| Variable                      | Mean of Experimental Group | Mean of Control Group | % Increase | t-value | p-value   | Cohen's d |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------|---------|-----------|-----------|
| Generation 1                  |                            |                       |            |         |           |           |
| Number of Silkworm Trays      | 30.20±12.28                | 17.32±7.18            | +74.40%    | 3.784   | <0.001*** | 1.07      |
| Fresh Cocoon Weight (kg)      | 6.20±2.86                  | 3.69±1.66             | +68.00%    | 3.337   | <0.001*** | 0.94      |
| Average Weight per Cocoon (g) | 3.13±0.57                  | 2.09±0.29             | +49.80%    | 11.461  | <0.001*** | 3.24      |
| Waste Silk Weight (g)         | 98.80±37.20                | 216.72±94.09          | -54.40%    | -6.944  | <0.001*** | -1.96     |

**Table 3.** Comparison of Sericulture Production Between the Experimental Group and the Control Group (Cont.)

| Variable                      | Mean of Experimental Group | Mean of Control Group | % Increase | t-value | p-value   | Cohen's d |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------|---------|-----------|-----------|
| <b>Generation 2</b>           |                            |                       |            |         |           |           |
| Number of Silkworm Trays      | 28.68±12.12                | 15.16±5.41            | +89.20%    | 3.656   | <0.001*** | 1.03      |
| Fresh Cocoon Weight (kg)      | 6.04±2.57                  | 3.22±1.39             | +87.60%    | 3.622   | <0.001*** | 1.02      |
| Average Weight per Cocoon (g) | 3.28±0.45                  | 2.06±0.19             | +59.20%    | 11.354  | <0.001*** | 3.21      |
| Waste Silk Weight (g)         | 107.24±43.53               | 234.40±85.00          | -54.30%    | -6.699  | <0.001*** | -1.89     |

\*\*\*p < 0.001

จาก Table 3. พบว่า ด้านปริมาณผลผลิต พบว่า จำนวนกระดังรังไหมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 74.40 (รุ่นที่ 1) และ ร้อยละ 89.20 (รุ่นที่ 2) และมีน้ำหนักรังไหมสดเพิ่มขึ้น ร้อยละ 68.00 (รุ่นที่ 1) และ ร้อยละ 87.60 (รุ่นที่ 2) ด้านคุณภาพผลผลิต พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยต่อรังเพิ่มขึ้น ร้อยละ 49.8 (รุ่นที่ 1) และ ร้อยละ 59.2 (รุ่นที่ 2) และมีน้ำหนักรังไหมเสียลดลง ร้อยละ 54.4 (รุ่นที่ 1) และ ร้อยละ 54.3 (รุ่นที่ 2) และ ด้านขนาดเอฟเฟกต์ (Cohen's d) พบว่า ด้านคุณภาพ d = 3.21-3.24 (ขนาดใหญ่มาก) และด้านปริมาณ d = 0.94-1.07 (ขนาดกลางถึงใหญ่) แสดงถึงผลกระทบเชิงบวกที่ชัดเจน

## 7.2.2 ผลการประเมินการยอมรับเทคโนโลยี

ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยี ดังนี้

1) การรับรู้ประโยชน์ของระบบ (Perceived Usefulness: PU)

ผลการรับรู้ประโยชน์ของระบบ แสดงใน Table 4.

**Table 4.** Perception of Benefits

| Item                                                      | Mean        | S.D.        | Level       |
|-----------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Helps to better manage feeding according to growth stages | 4.48        | 0.65        | High        |
| Increases the efficiency of sericulture                   | 4.16        | 0.80        | High        |
| It is useful in providing the required information        | 4.40        | 1.00        | High        |
| Help to improve silkworm production                       | 4.12        | 1.01        | High        |
| Is beneficial to sericulture                              | 4.76        | 0.44        | Very High   |
| <b>Overall Mean</b>                                       | <b>4.38</b> | <b>0.78</b> | <b>High</b> |

จาก Table 4. ผลการประเมินพบว่าเกษตรกรมีการรับรู้ประโยชน์ของระบบในระดับสูง ( $\bar{X}$  = 4.38, S.D. = 0.62) สะท้อนว่าระบบสามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเลี้ยงไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (PEOU) ค่าเฉลี่ย = 4.46, S.D. = 0.87 (ระดับมาก)

3) การถ่ายทอดเทคโนโลยี กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีดำเนินการในตำบลเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นพื้นที่ขยายผลภายหลังสิ้นสุดการทดลองภาคสนามในตำบลตาเบา อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1) เกษตรกร ร้อยละ 94 (47 จาก 50 คน) สามารถใช้งานระบบได้หลังการอบรม

3.2) ความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ย = 4.29, S.D. = 0.70 (ระดับมาก)

3.3) เกษตรกร ร้อยละ 86 ต้องการใช้งานในรุ่นถัดไป และเกษตรกร ร้อยละ 82 ยินดีแนะนำให้เกษตรกรคน

อื่นต่อไป

4) การขยายผลและการถ่ายทอดเทคโนโลยี การทดลองภาคสนามและการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิผลของระบบใหม่คำ AI ดำเนินการกับเกษตรกรผู้เลี้ยงใหม่ในตำบลตาเบา อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นประชากรและกลุ่มตัวอย่างหลักของการวิจัยครั้งนี้ หลังจากการพัฒนาและประเมินผลระบบเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยีและเผยแพร่ผลการวิจัยเพิ่มเติมแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงใหม่ในตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ เพื่อส่งเสริมการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ดังนั้น ตำบลตาเบา และตำบลเชื้อเพลิงจึงเป็นพื้นที่ที่ใช้ในกิจกรรมคนละช่วงของโครงการ โดยตำบลตาเบาเป็นพื้นที่ทดลองและประเมินผล ส่วนตำบลเชื้อเพลิงเป็นพื้นที่สำหรับการขยายผลและถ่ายทอดเทคโนโลยี

## 8. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

ระบบใหม่คำ AI ทำงานได้จริงในพื้นที่ตำบลตาเบา อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ เกษตรกรกลุ่มทดลองเลี้ยงใหม่ได้ผลดีขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้วิธีเดิม สิ่งที่น่าสนใจคือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเดียวรอบการเลี้ยงปกติ ไม่ใช่โครงการนำร่องระยะยาว และเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุที่ไม่เคยใช้แอปพลิเคชันด้านการเกษตรมาก่อน

ผลลัพธ์หลัก ได้แก่ ระบบแชทบอทมีประสิทธิภาพระดับ "ดีมาก" (4.58/5.00) ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 70-90 และคุณภาพดีขึ้นร้อยละ 50-60 เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูง (PU=4.38, PEOU=4.46) และการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีอัตราความสำเร็จร้อยละ 94

การอธิบายผลกระทบที่สูง การเพิ่มขึ้นของผลผลิตร้อยละ 70-90 ที่สูงกว่างานวิจัยอื่นอาจเกิดจากปัจจัยหลักดังนี้

1) Baseline ต่ำ เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ศึกษามีผลผลิตเฉลี่ยก่อนการทดลองต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ จึงมีโอกาสนำมาปรับปรุงผลผลิตได้มากเมื่อได้รับการสนับสนุนด้วยแชทบอทใหม่คำ AI

2) Focus เฉพาะการให้อาหาร การศึกษานี้เน้นปรับปรุงการให้อาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่สุดต่อผลผลิตแตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่ครอบคลุมหลายด้าน

3) การใช้งานเข้มข้น เกษตรกรใช้แชทบอทเฉลี่ย 43 ครั้งต่อรุ่น แสดงถึงการนำไปใช้อย่างจริงจัง

4) Seasonal Effect งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในช่วงฤดูที่เหมาะสมอาจส่งผลต่อผลลัพธ์ นอกจากนี้เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการเลี้ยงไหมสูง เข้าใจสภาพบริบทพื้นที่

5) การตรวจสอบความถูกต้อง ทำการ Cross-Validation กับข้อมูลจากกรมหม่อนไหมและเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง ยืนยันว่าผลลัพธ์อยู่ในช่วงที่เป็นไปได้

การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งาน

1) รูปแบบการใช้งาน จากการวิเคราะห์ Log การใช้งาน พบว่า เวลาที่ใช้งานบ่อยที่สุดคือ 06:00-08:00 และ 17:00-19:00 มีคำถามยอดฮิต คือการให้อาหารตามช่วงวัย (ร้อยละ 45), โรคและศัตรู (ร้อยละ 25), สภาพแวดล้อม (ร้อยละ 20) โดยระยะเวลาการสนทนาเฉลี่ย 3.2 นาที

2) การปรับปรุงพฤติกรรม สัมภาษณ์เชิงลึกกับเกษตรกร 10 คน พบว่าเปลี่ยนจากให้อาหารตามประสบการณ์เป็นตามตารางที่แนะนำ เพิ่มความสนใจในการสังเกตอาการของหนอนไหม และมีความมั่นใจมากขึ้นในการตัดสินใจ นอกจากนี้ เกษตรกรยังรายงานว่าการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของหนอนไหมอย่างสม่ำเสมอมากขึ้น รวมถึงสามารถระบุอาการผิดปกติในระยะเริ่มต้นได้เร็วขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการลดอัตราการสูญเสียและการเพิ่มคุณภาพผลผลิตโดยรวม ข้อค้นพบเหล่านี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Davis (1989) ที่ระบุว่า การรับรู้ประโยชน์อย่างแท้จริงเป็นตัวขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระยะยาว

ความน่าเชื่อถือของผลการศึกษานี้ใช้การศึกษาแบบ Quasi-Experimental Design พร้อมกลุ่มควบคุม และการวัดผลหลายครั้ง ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือ (Internal Validity) และมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ประสบความสำเร็จในพื้นที่อื่น แสดงถึงความสามารถในการขยายผล แต่ควรระมัดระวังในการสรุปไปยังพื้นที่ที่มีบริบทแตกต่างมาก (External Validity) และมีการใช้หลายตัวชี้วัดและการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญช่วยยืนยันว่าวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้จริง (Construct Validity)

แม้ว่าผลการวิจัยจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของระบบใหม่คำ AI ในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงไหม แต่การตีความผลลัพธ์ควรพิจารณาภายใต้บริบทของพื้นที่ศึกษา เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรที่มีประสบการณ์การเลี้ยงไหมในระดับสูง และดำเนินการศึกษาในช่วงฤดูกาลที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงไหม นอกจากนี้ ระบบ

มุ่งเน้นการสนับสนุนการให้อาหารหนอนไหมเป็นหลัก ดังนั้น การนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมภูมิอากาศ หรือบริบทการผลิตที่แตกต่างกัน ควรมีการศึกษายืนยันผลเพิ่มเติมก่อนการสรุปอ้างอิงในวงกว้าง ทั้งนี้ การวิจัยนี้ใช้การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง ( $n = 25$  ใช้แชทบอทใหม่คำ AI) และกลุ่มควบคุม ( $n = 25$  ใช้วิธีการเลี้ยงไหมตามปกติ) เท่านั้น ตามที่ระบุในระเบียบวิธีวิจัย ไม่มีการเพิ่มกลุ่มเปรียบเทียบอื่น ๆ เช่น กลุ่มที่ใช้แผ่นพับหรือกลุ่ม SMS ในการวิจัยนี้ หากต้องการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างช่องทางการส่งมอบความรู้หลายรูปแบบ ควรดำเนินการเป็นงานวิจัยในอนาคตพร้อมการออกแบบการทดลองที่เหมาะสม

## 9. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

### 9.1 ประสิทธิภาพของระบบแชทบอทต่อการเพิ่มผลผลิต

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองที่ใช้แชทบอทใหม่คำ AI มีผลผลิตและคุณภาพผลผลิตสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการเลี้ยงไหมตามปกติ ร้อยละ 70-90 ซึ่งสูงกว่าที่พบใน Ekanayake & Saputhanthri (2020) ช่วยเกษตรกรในการตัดสินใจที่ต้อง ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และ Asolo et al. (2024) ที่พบว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยปัญญาประดิษฐ์ผ่านแชทบอท (AI Chatbot) ช่วยเกษตรกรที่ใช้ระบบได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางการเพาะปลูกและการจัดการพืชผล ส่งผลให้เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเปรียบเทียบกับงานวิจัย Smart Sericulture พบว่าการศึกษานี้ให้ผลลัพธ์ที่สูงกว่า Asolo et al. (2024) และ Shoaib et al. (2025) ที่พบการเพิ่มผลผลิตร้อยละ 15-25 อาจเนื่องจากการศึกษานี้เน้นการปรับปรุงการให้อาหารโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อผลผลิต

### 9.2 การยอมรับเทคโนโลยีตาม Technology Acceptance Model

ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรให้คะแนน PU สูงกว่า PEOU เล็กน้อย (4.38 และ 4.46) ต่างจากงานวิจัย TAM ในกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปที่มักพบผลตรงกันข้าม Davis (1989) อธิบายว่าเมื่อผู้ใช้เห็นประโยชน์จริง อุปสรรคด้านความง่ายจะลดความสำคัญลง

### 9.3 ความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสำเร็จสูง (ร้อยละ 94) ซึ่งสูงกว่าอัตราความสำเร็จทั่วไปของการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรที่อยู่ที่ประมาณร้อยละ 70-80 อาจเกิดจากการเตรียมความพร้อมที่ดี รูปแบบการสอนที่เหมาะสม การใช้ผู้นำชุมชน และการสนับสนุนต่อเนื่อง

### 9.4 การอภิปรายทางเทคนิคเกี่ยวกับประสิทธิภาพของ RAG

ดำเนินการวิเคราะห์หัวข้อคำถามจริงจากบันทึกการใช้งานของเกษตรกร 50 คน จำนวน 1,050 รายการ พร้อมสัดส่วน ร้อยละ 5 หมวดหลัก ได้แก่ สุขภาพและการย้ายกระเบงหนอนไหม ร้อยละ 21.62 สุขภาพหนอนไหมด้านอุณหภูมิ ความชื้น ร้อยละ 2.86 หมวดอื่น ๆ ร้อยละ 20.19 คุณภาพและชนิดใบหม่อน ร้อยละ 19.33 และตารางมี้อาหาร ร้อยละ 18.00

## 10. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

### 10.1 ข้อเสนอแนะเชิงเทคนิค

ควรปรับปรุงระบบ RAG ให้รองรับข้อมูลแบบเรียลไทม์ เช่น IoT และเพิ่มความสามารถด้านมัลติมีเดีย (ภาพ/เสียง) ให้คำแนะนำมีความแม่นยำ และพัฒนาโมเดลให้รองรับภาษาถิ่นและเพิ่มกลไกเรียนรู้จากผู้ใช้ (Feedback Loop) ให้เกิดการพัฒนาแบบอย่างต่อเนื่อง

### 10.2 ข้อเสนอแนะเชิงพาณิชย์

ควรพัฒนาใหม่คำ AI เป็นแพลตฟอร์มบริการด้านเกษตร (AI-as-a-Service) และสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนเพื่อขยายการใช้งานในระดับชุมชนและประเทศ รวมถึงต่อยอดสู่ตลาดภูมิภาคในบริบทเกษตรอัจฉริยะ

### 10.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

1) ขยายขนาดกลุ่มตัวอย่างและใช้การทดลองแบบสุ่มให้มีความน่าเชื่อถือทางสถิติ และศึกษาผลกระทบระยะยาว รวมทั้งการวิเคราะห์โมเดลการยอมรับเทคโนโลยีเชิงลึก เช่น SEM หรือ UTAUT รวมถึงเปรียบเทียบกับระบบอื่นเพื่อยืนยันประสิทธิภาพ

2) งานวิจัยครั้งต่อไปควรนำเสนอผล Confusion Matrix ประกอบการรายงานค่า Accuracy, Precision, Recall เพื่อให้เห็นรายละเอียดการจำแนกผลลัพธ์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

#### 11. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ประจำปีงบประมาณ 2568 และได้รับการพิจารณาและผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เลขที่ใบรับรอง HE-1444-2568 วันที่รับรอง 17 มิถุนายน 2568

#### 12. การเปิดเผยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Declaration of Generative AI)

งานวิจัยนี้ใช้ Artificial Intelligence (ChatGPT 5.3) เรียบเรียงบทความด้วยภาษาอังกฤษ (ChatGPT 5.3) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยเป็นการดำเนินงานโดยนักวิจัยเองทั้งสิ้น

#### 13. การแสดงบทบาทผู้เขียน (CRediT Author Statement)

**Suphattra Wayalun:** Investigation, Data Curation, Conceptualization, Methodology, Writing – Original Draft, Writing – Review & Editing, and Project Administration.

**Songsak Meesit:** Investigation, Software, Methodology, and Writing – Review & Editing.

**Suphacai Kaeochan:** Investigation, Project Administration, Methodology, and Writing – Review & Editing.

All authors read and approved the final manuscript.

#### 14. เอกสารอ้างอิง (References)

- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). An Overview of Chatbot Technology. In Maglogiannis, I., Iliadis, L., & Pimenidis, E. (Eds), *Artificial Intelligence Applications and Innovations* (584, 373–383). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4_31)
- Asolo, E., Gil-Ozoudeh, I., & Ejimuda, C. (2024). AI-Powered Decision Support Systems for Sustainable Agriculture using AI-Chatbot Solution. *Journal of Digital Food, Energy & Water Systems*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/10.36615/2ar4w994>
- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A. V., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. <https://agilemanifesto.org>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Ekanayake, J., & Saputhanthri, L. (2020). E-AGRO: Intelligent Chat-Bot. IoT and Artificial Intelligence to Enhance Farming Industry. *AGRIS On-Line Papers in Economics and Informatics*, 12(1), 15–21. <https://doi.org/10.7160/aol.2020.120102>
- Jantavongso, S. (2022). Toward Global Digital Literate Citizens: A Case of Thailand 's Aging Generation. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 88(2), e12207. <https://doi.org/10.1002/isd2.12207>
- Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). Deep Learning in Agriculture: A Survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147, 70–90. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>

- Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W. -T., Rocktäschel, T., Riedel, S., Kiela, D. (2020, December 6-12). Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *34th Conference on Neural Information Processing Systems*, 9459-9474. Curran Associates.
- Sawangloke, W., Chanthas, S., & Nuttee, S. (2023). Measuring the Labour Productivity of Sericultural Farmers in Mahasarakham Province, Thailand. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 23(8), 24383–24405. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.340749>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide*.  
<https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>
- Shoaib, M., Sadeghi-Niaraki, A., Ali, F., Hussain, I., & Khalid, S. (2025). Leveraging Deep Learning for Plant Disease and Pest Detection: A Comprehensive Review and Future Directions. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1538163. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1538163>
- Thar, S. P., Ramilan, T., Farquharson, R. J., Pang, A., & Chen, D. (2021). An Empirical Analysis of the Use of Agricultural Mobile Applications among Smallholder Farmers in Myanmar. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 87(2), e12159. <https://doi.org/10.1002/isd2.12159>
- Vaportzis, E., Giatsi Clausen, M., & Gow, A. J. (2017). Older Adults Perceptions of Technology and Barriers to Interacting with Tablet Computers: A Focus Group Study. *Frontiers in Psychology*, 8, 1687. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01687>
- Yu, H., Gan, A., Zhang, K., Tong, S., Liu, Q., & Liu, Z. (2025). Evaluation of Retrieval-Augmented Generation: A Survey. In Zhu, W., Xiong, H., Cheng, X., Cui, L., Dou, Z., Dong, J., Pang, S., Wang, L., Kong, L., & Chen, Z. (Eds), *Big Data* (2301, 102–120). Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-96-1024-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-96-1024-2_8)