การพัฒนาโมชันกราฟิก เพื่อเสริมสร้างการพัฒนาทักษะการใส่ปุ๋ยทุเรียน เพื่อการจัดการเกษตรในชุมชนอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษา ชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟ จังหวัดศรีสะเกษ

Development of Motion Graphics to Enhance Fertilizer Application Skills for Sustainable Community-Based Agricultural Management: A Case Study of Volcanic Durian Farmers in Sisaket Province

สิทธิชัย บวชไธสง* | Sitthichai Buachthaisong

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ, ประเทศไทย;

Faculty of Humanities and Social Sciences, Sisaket Rajabhat University, Thailand

***Corresponding author email: sitthichai297273@gmail.com**

Abstract

This research aims to investigate the use of digital technology and the development of motion graphics to enhance durian fertilizer application skills for sustainable community-based agricultural management. The study was conducted with volcanic durian farmers who cultivate durian for commercial purposes in Sisaket Province, Thailand. The participants were small-scale farmers with 3–15 years of experience in durian cultivation, who are directly responsible for fertilizer management and the use of digital technology in their own orchards.

A mixed-methods research design was employed, with quantitative research as the primary approach and qualitative research as a supplementary component. The quantitative sample consisted of 30 volcanic durian farmers from Kantharalak, Khun Han, and Si Rattana districts, selected using stratified random sampling. Data were collected through questionnaires focusing on fertilizer management practices, the use of motion graphics, and production management efficiency. The qualitative component involved in-depth interviews with key informants purposively selected from the same group of participants to explain, elaborate, and contextualize the quantitative findings within the community setting.

Received: December 25, 2025 **Revised:** February 5, 2026 **Accepted:** February 11, 2026

https://doi.org/10.14456/husoaru.2026.7

The quantitative results revealed that most farmers initially relied on personal experience for fertilizer management and lacked the use of soil analysis data. However, after the implementation of motion graphics, farmers' knowledge and skills in fertilizer selection, application rates, and appropriate timing significantly improved. This led to a reduction in excessive fertilizer use, lower production costs, and improved product quality. Meanwhile, the qualitative findings indicated that motion graphics helped farmers better understand complex fertilizer management processes through visual media aligned with real-world working contexts, resulting in a behavioral shift from habitual fertilizer application to practices grounded in scientific principles.

The integration of quantitative and qualitative findings demonstrates that qualitative data effectively explain the mechanisms and reasons underlying the quantitative outcomes. The results indicate that motion graphics are an effective digital tool for enhancing fertilizer management skills and can support the long-term sustainable development of community-based agriculture.

Keywords: Digital Technology, Motion Graphics, Volcanic Durian Farmers

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการพัฒนาโมชันกราฟิกในการเสริมสร้างทักษะการใส่ปุ๋ยทุเรียน เพื่อการจัดการเกษตรในชุมชนอย่างยั่งยืน โดยศึกษากับ ชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟที่ปลูกทุเรียนเพื่อการค้าในจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งเป็นเกษตรกรรายย่อยที่มีประสบการณ์ปลูกทุเรียนระหว่าง 3–15 ปี และมีบทบาทโดยตรงในการจัดการปุ๋ยและการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในสวนของตนเอง

การวิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณเป็นหลัก และการวิจัยเชิงคุณภาพเป็นส่วนเสริม กลุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ได้แก่ ชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟจำนวน 30 คน จากพื้นที่อำเภอกันทรลักษ์ อำเภอขุนหาญ และอำเภอศรีรัตนะ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการปุ๋ย การใช้โมชันกราฟิก และประสิทธิภาพการจัดการผลผลิต ส่วนการวิจัยเชิงคุณภาพใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญซึ่งคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน เพื่ออธิบาย ขยายความ และเชื่อมโยงผลการวิจัยเชิงปริมาณในบริบทของชุมชน

ผลการวิจัยเชิงปริมาณ พบว่า ชาวสวนส่วนใหญ่ยังจัดการปุ๋ยตามประสบการณ์ส่วนบุคคลและขาดการอ้างอิงข้อมูลการวิเคราะห์ดิน อย่างไรก็ตาม ภายหลังการใช้โมชันกราฟิก พบว่าความรู้และทักษะด้านการเลือกชนิดปุ๋ย การกำหนดอัตรา และช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้การใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็นลดลง ต้นทุนการผลิตลดลง และคุณภาพผลผลิตดีขึ้น ในขณะเดียวกัน ผลการวิจัยเชิงคุณภาพสะท้อนว่าโมชันกราฟิก ช่วยให้ชาวสวนเข้าใจขั้นตอนการจัดการปุ๋ยที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น เกิดการเรียนรู้จากสื่อเชิงภาพที่สอดคล้องกับบริบทการทำงานจริง และนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจากการใส่ปุ๋ยตามความเคยชินไปสู่การปฏิบัติตามหลักวิชาการ

การเชื่อมโยงผลการวิจัยทั้งสองส่วนแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลเชิงคุณภาพช่วยอธิบายเหตุผลและกระบวนการที่ทำให้ผลลัพธ์เชิงปริมาณเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม สะท้อนให้เห็นว่าโมชันกราฟิกเป็นเครื่องมือดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการจัดการปุ๋ย และสามารถสนับสนุนการพัฒนาการเกษตรในชุมชนอย่างยั่งยืนได้ในระยะยาว

คำสำคัญ: เทคโนโลยีดิจิทัล โมชันกราฟิก ทุเรียนภูเขาไฟ

บทนำ

จังหวัดศรีสะเกษ เป็นหนึ่งในพื้นที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีศักยภาพสูงในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟ ซึ่งเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สร้างรายได้หลักให้แก่เกษตรกรในหลายอำเภอ ได้แก่ อำเภอกันทรลักษ์ อำเภอขุนหาญ และอำเภอศรีรัตนะ พื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะดินภูเขาไฟที่อุดมไปด้วยแร่ธาตุ ส่งผลให้ทุเรียนมีคุณภาพดี เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะตลาดส่งออกที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพ ขนาด ความสม่ำเสมอ และความปลอดภัยของผลผลิต อย่างไรก็ตาม แม้ทุเรียนภูเขาไฟจะมีศักยภาพทางเศรษฐกิจสูง แต่กระบวนการผลิตในระดับชุมชนยังคงเผชิญกับปัญหาเชิงโครงสร้างหลายประการที่ส่งผลต่อรายได้ ความยั่งยืน และความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรรายย่อย

หนึ่งในปัญหาสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตและรายได้ของชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟ คือ การจัดการปุ๋ยและธาตุอาหารพืชที่ยังขาดความเป็นระบบ ชาวสวนส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยที่มีประสบการณ์ปลูกทุเรียนระหว่าง 3–15 ปี โดยอาศัยความรู้จากประสบการณ์ส่วนบุคคลและการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นเป็นหลัก การตัดสินใจใส่ปุ๋ยมักไม่อ้างอิงข้อมูลการวิเคราะห์ดินหรือหลักวิชาการที่เหมาะสมกับระยะการเจริญเติบโตของทุเรียน ส่งผลให้เกิดการใช้ปุ๋ย

เกินความจำเป็น ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และในบางกรณีส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลผลิต เช่น ขนาดผลไม่สม่ำเสมอ อัตราการร่วงของผลสูง และคุณภาพที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานตลาด โดยเฉพาะตลาดส่งออกที่ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยด้านสารเคมีและการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องโดยขาดการจัดการที่เหมาะสม ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพดินในระยะยาว และเพิ่มความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของเกษตรกร ขณะที่เกษตรกรส่วนหนึ่งยังขาดความรู้และทักษะในการเข้าถึงข้อมูลด้านการเกษตรสมัยใหม่ รวมถึงขาดเครื่องมือที่ช่วยอธิบายกระบวนการจัดการปุ๋ยที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในบริบทของสวนตนเอง ปัญหาเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงช่องว่างด้านองค์ความรู้และทักษะการจัดการเกษตร ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตต่อปี การลดต้นทุน และการพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในชุมชน

ในบริบทดังกล่าว การนำ เทคโนโลยีดิจิทัล เข้ามาใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้และพัฒนาทักษะการเกษตร จึงเป็นแนวทางที่มีความจำเป็นและเหมาะสม โดยเฉพาะโมชันกราฟิก (Motion Graphics) ซึ่งเป็นสื่อเชิงภาพที่สามารถนำเสนอข้อมูลที่ซับซ้อนในรูปแบบที่เข้าใจง่าย แสดงขั้นตอนการใส่ปุ๋ย ชนิดและปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของทุเรียนได้อย่างชัดเจน และสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของเกษตรกรในชุมชน เทคโนโลยีดังกล่าวไม่เพียงช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการจัดการปุ๋ย แต่ยังสามารถลดการใช้สารเคมีเกินความจำเป็น เพิ่มประสิทธิภาพผลผลิต และสนับสนุนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการพัฒนาโมชันกราฟิกในการเสริมสร้างทักษะการใส่ปุ๋ยทุเรียน โดยมุ่งเน้นศึกษากับ ชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟที่ปลูกทุเรียนเพื่อการค้าในจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรรายย่อยที่มีบทบาทโดยตรงในการจัดการสวนและการตัดสินใจด้านการใช้ปุ๋ย งานวิจัยมีเป้าหมายเพื่อสะท้อนสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ วิเคราะห์ผลกระทบของการใช้เทคโนโลยีต่อการจัดการปุ๋ยและผลผลิต และเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการพัฒนาชุมชนเกษตรอย่างยั่งยืนในระยะยาว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยทุเรียนภูเขาไฟของชาวสวนในจังหวัดศรีสะเกษ และปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิต

2. เพื่อพัฒนาโมชันกราฟิก และประเมินผลกระทบของการใช้โมชันกราฟิก ต่อประสิทธิภาพการจัดการปุ๋ยและคุณภาพผลผลิต ในการเสริมสร้างทักษะการใส่ปุ๋ยทุเรียน

3. เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาชุมชนเกษตรอย่างยั่งยืนโดยอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลและเครื่องมือสื่อสารเชิงภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมชันกราฟิก เพื่อเสริมสร้างการพัฒนาทักษะการใส่ปุ๋ยทุเรียน เพื่อการจัดการเกษตรในชุมชนอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษา ชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟ จังหวัดศรีสะเกษ เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยใช้รูปแบบ การวิจัยเชิงปริมาณเป็นหลัก และการวิจัยเชิงคุณภาพเป็นส่วนเสริม (Explanatory Sequential Design) เพื่อให้สามารถอธิบายผลการวิจัยได้อย่างรอบด้าน ทั้งในเชิงสถิติและเชิงบริบทของชุมชน

1. รูปแบบการวิจัย

1.1 การวิจัยเชิงปริมาณ ใช้เพื่อศึกษาสภาพการจัดการปุ๋ยทุเรียนภูเขาไฟ ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิต และผลของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (โมชันกราฟิก) ต่อประสิทธิภาพการจัดการปุ๋ยและคุณภาพผลผลิต

1.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้เพื่ออธิบาย ขยายความ และทำความเข้าใจผลที่ได้จากการวิจัยเชิงปริมาณในเชิงลึก โดยมุ่งศึกษาประสบการณ์ มุมมอง ความร่วมมือ และผลกระทบทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมของชุมชน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (เชิงปริมาณ)

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ ชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟที่ปลูกทุเรียนเพื่อการค้าในจังหวัดศรีสะเกษ ในพื้นที่อำเภอกันทรลักษ์ อำเภอขุนหาญ และอำเภอศรีรัตนะ ซึ่งขึ้นทะเบียนหรือมีข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จำนวนทั้งสิ้น 30 คน

2.2 การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากประชากร โดยใช้สูตรการคำนวณหาขนาดตัวอย่าง (เช่น สูตรของ Yamane หรือ Krejcie and Morgan) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ จากการคำนวณ ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2.3 วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบการวิจัยเชิงปริมาณครั้งนี้ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบ การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งประชากรชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟในจังหวัดศรีสะเกษออกเป็น 3 ชั้น (Strata) ตามพื้นที่อำเภอ ซึ่งแต่ละอำเภอมีบริบทด้านการผลิตทุเรียนที่แตกต่างกัน ได้แก่ (1) อำเภอกันทรลักษ์ (2) อำเภอขุนหาญ (3) อำเภอศรีรัตนะ

การแบ่งประชากรออกเป็น 3 ชั้นดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของชาวสวนทุเรียนในทุกพื้นที่ศึกษาอย่างเหมาะสม และลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากความแตกต่างด้านพื้นที่และบริบทการจัดการสวน ภายหลังการแบ่งชั้น ผู้วิจัยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นให้มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากแต่ละอำเภอจำนวนอำเภอละ 10 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 30 คน จากนั้นดำเนินการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ภายในแต่ละชั้น จากรายชื่อประชากรที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อให้การคัดเลือกเป็นไปอย่างเป็นธรรมและลดอคติในการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรในแต่ละอำเภอ โดยจัดสรรกลุ่มตัวอย่างอำเภอละเท่ากัน เพื่อให้ได้ตัวแทนของประชากรอย่างเหมาะสม กลุ่มตัวอย่างที่ได้ คือ อำเภอกันทรลักษ์ จำนวน 10 คน อำเภอขุนหาญ จำนวน 10 คน และ อำเภอศรีรัตนะ จำนวน 10 คน

3. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (เชิงคุณภาพ)

การวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยเลือก ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับกลุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณบางส่วน โดยใช้การคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เหตุผลที่ใช้กลุ่มเดียวกันทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

3.1 กลุ่มชาวสวนทุเรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทโดยตรงในการจัดการปุ๋ยและการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล

3.2 เป็นกลุ่มที่ให้ข้อมูลเชิงปริมาณได้ และสามารถอธิบายเหตุผล ประสบการณ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงได้

3.3 ช่วยให้สามารถเชื่อมโยงผลการวิจัยเชิงปริมาณกับข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อการอธิบายและอภิปรายผลอย่างเป็นระบบ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 เครื่องมือเชิงปริมาณ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เกี่ยวกับ (1) การจัดการปุ๋ยทุเรียนภูเขาไฟ (2) การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (โมชันกราฟิก) และ (3) ประสิทธิภาพการจัดการและคุณภาพผลผลิต เครื่องมือผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเกษตรและการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการพัฒนาชุมชน จำนวน 3 ท่าน

4.2 เครื่องมือเชิงคุณภาพ ได้แก่ (1) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และ (2) แนวคำถามสำหรับการสนทนากลุ่ม เครื่องมือพัฒนาให้สอดคล้องกับหัวข้อ การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างทักษะการจัดการปุ๋ยทุเรียนและการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 เชิงปริมาณ เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถาม ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์และขอความยินยอมก่อนเก็บข้อมูล

5.2 เชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม เพื่อขยายความผลที่ได้จากการวิจัยเชิงปริมาณ พร้อมบันทึกเสียงและถอดเทปอย่างละเอียด

6. การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

6.1 เชิงปริมาณ ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ผ่านการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha) ภายหลังการทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าแบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ($\alpha \geq 0.70$) แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวิจัยมีความน่าเชื่อถือและเหมาะสมสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ

6.2 เชิงคุณภาพ ใช้เทคนิค Triangulation และ Member Checking การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) โดยพิจารณาข้อมูลจากหลายแหล่ง หลายวิธี และหลายช่วงเวลา เพื่อยืนยันความสอดคล้องของข้อมูล นอกจากนี้ ยังใช้การตรวจสอบข้อมูลกลับจากผู้ให้ข้อมูล (Member

Checking) โดยนำผลการสรุปข้อมูลไปยืนยันกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เพื่อเพิ่มความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

7. การวิเคราะห์ข้อมูลและการเชื่อมโยงผลการวิจัย

7.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน

7.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

นำผลทั้งสองส่วนมาเชื่อมโยงกันในการสรุปผลและอภิปรายผล เพื่ออธิบายผลกระทบของเทคโนโลยีดิจิทัลต่อการจัดการปุ๋ย เศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมของชุมชนอย่างเป็นระบบ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการจัดการปุ๋ยทุเรียนภูเขาไฟของชาวสวนในจังหวัดศรีสะเกษ และปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิต ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย คิดเป็นร้อยละ 76.67 มีประสบการณ์ปลูกทุเรียนระหว่าง 3–15 ปี โดยร้อยละ 87.00 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม ชาวสวนถึงร้อยละ 49.00 ยังใส่ปุ๋ยตามประสบการณ์ส่วนบุคคลโดยไม่ได้อ้างอิงผลการวิเคราะห์ดิน และมีเพียงร้อยละ 18.00 เท่านั้นที่ใช้ระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบ fertigation อย่างเป็นระบบ

ในด้านปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิต พบว่า สวนที่มีค่าความเป็นกรด–ด่างของดินอยู่ในช่วง 5.0–6.0 และมีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่า 80 ppm ให้ผลผลิตสูงกว่าสวนทั่วไปประมาณร้อยละ 30–40 ขณะเดียวกัน สวนที่มีอินทรียวัตถุในดินในระดับสูงมีผลผลิตที่มีขนาดและความสม่ำเสมอสม่ำเสมอมากขึ้น และมีอัตราการร่วงของผลลดลงอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ สวนที่ใส่ปุ๋ยในช่วงเวลาที่เหมาะสมตามระยะการเจริญเติบโตของทุเรียน ให้ผลผลิตสูงกว่าสวนที่ใส่ปุ๋ยไม่ตรงช่วงประมาณร้อยละ 25–35 สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการดินและธาตุอาหารอย่างถูกต้องเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดทั้งปริมาณและคุณภาพผลผลิตทุเรียนภูเขาไฟ

2. เพื่อพัฒนาโมชันกราฟิก และประเมินผลกระทบของการใช้โมชันกราฟิกต่อประสิทธิภาพการจัดการปุ๋ยและคุณภาพผลผลิต ในการเสริมสร้างทักษะการใส่ปุ๋ยทุเรียน ผลการวิจัยพบว่า โมชันกราฟิกที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้ชาวสวนเข้าใจเนื้อหาการจัดการปุ๋ยที่มีความซับซ้อนได้ง่ายขึ้น โดยหลังการใช้สื่อ พบว่าความรู้และทักษะด้านการเลือกชนิดปุ๋ย การกำหนดอัตรา และช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยของชาวสวนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยชาวสวนร้อยละ

83.33 สามารถอธิบายหลักการใส่ปุ๋ยตามระยะการเจริญเติบโตของทุเรียนได้ถูกต้องมากขึ้น

นอกจากนี้ การใช้โมชันกราฟิกส่งผลให้ชาวสวนเปลี่ยนพฤติกรรมจากการใส่ปุ๋ยตามความเคยชินไปสู่การใส่ปุ๋ยตามหลักวิชาการ โดยพบว่าปริมาณการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็นลดลงประมาณร้อยละ 20–30 ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงเฉลี่ยร้อยละ 15–25 ขณะเดียวกันคุณภาพผลผลิตทุเรียนทั้งด้านขนาด น้ำหนัก และความสม่ำเสมอเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และผลผลิตได้รับการยอมรับจากตลาดมากขึ้น

3. ผลการเสนอแนวทางการพัฒนาชุมชนเกษตรอย่างยั่งยืนโดยอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลและเครื่องมือสื่อสารเชิงภาพ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อเชิงภาพ โดยเฉพาะโมชันกราฟิก สามารถเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาชุมชนเกษตรอย่างยั่งยืน ชาวสวนร้อยละ 90.00 เห็นว่าโมชันกราฟิกช่วยให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันภายในชุมชนและสามารถนำไปปรับใช้กับการจัดการสวนของตนเองได้จริง

แนวทางการพัฒนาที่เสนอ ได้แก่ การใช้สื่อดิจิทัลเป็นศูนย์กลางการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการปุ๋ยรายสวน การสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ของชาวสวนผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และการบูรณาการความรู้เชิงวิชาการเข้ากับบริบทชุมชน ซึ่งคาดว่าจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ประมาณร้อยละ 15–25 และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพผลผลิตในระยะยาว นำไปสู่การพัฒนาชุมชนเกษตรที่มีความมั่นคงและยั่งยืน



ภาพที่ 1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากภาพข้างต้นอธิบายได้ว่า การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาทักษะการใส่ปุ๋ยทุเรียนเพื่อการจัดการเกษตรในชุมชนอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษา ชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟ จังหวัดศรีสะเกษ เป็นการพัฒนาภาคเกษตรกรรมสู่ความยั่งยืนในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องพึ่งพาการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อยกระดับประสิทธิภาพการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนภูเขาไฟ จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้มุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาและพัฒนาทักษะการจัดการธาตุอาหาร เพื่อให้เกิดการจัดการทรัพยากรในชุมชนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ในด้านสภาพปัญหาและความต้องการ เกษตรกรชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟมักประสบปัญหาการขาดองค์ความรู้ที่ชัดเจนเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ และช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ย ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อทั้งคุณภาพของผลผลิตและต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ข้อจำกัดดังกล่าวมักเกิดจากการเข้าถึงข้อมูลที่ยากลำบากและการพึ่งพาความรู้จากการบอกเล่าต่อกันมาเป็นหลัก เกษตรกรจึงมีความต้องการข้อมูลที่เข้าถึงง่าย เช่น ข้อมูลชนิดและปริมาณปุ๋ย รวมถึงเครื่องมือดิจิทัลที่ช่วยในกระบวนการคำนวณเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต

สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อตอบสนองความต้องการของชาวสวน ได้มีการสร้างเครื่องมือในหลายรูปแบบ ประกอบด้วยแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนที่สามารถคำนวณปริมาณปุ๋ยและแจ้งเตือนช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์ที่รวบรวมองค์ความรู้และช่องทางสำหรับการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนการผลิตสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบวิดีโอแนะนำและอินโฟกราฟิกเพื่อช่วยให้การเรียนรู้ของเกษตรกรเป็นไปอย่างสะดวกและเข้าใจง่าย

ผลสัมฤทธิ์จากการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้งานปรากฏผลอย่างเป็นรูปธรรม โดยพบว่าระดับความรู้ของเกษตรกรเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 35 และสามารถลดข้อผิดพลาดในการจัดการสวนลงได้ร้อยละ 30 การพัฒนาทักษะเหล่านี้ส่งผลให้ผลิตผลทางการเกษตรเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 15-20 ซึ่งสร้างความพึงพอใจให้กับกลุ่มเกษตรกรในระดับสูงถึงร้อยละ 85

แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีในอนาคตเพื่อความยั่งยืน จะมุ่งเน้นไปที่การสร้างระบบข้อมูลเกษตรแบบเปิด (Open Data) และการนำเทคโนโลยีเซ็นเซอร์มาใช้ในการตรวจวัดสภาพดินและสภาพแวดล้อมอย่างละเอียด อีกทั้งยังมีการวางแผนเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างเกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัลและระบบออนไลน์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ที่ทันสมัยและเท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

1. การจัดการปุ๋ยทุเรียนภูเขาไฟของชาวสวนและปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิต ผลการวิจัยที่สำคัญ ชาวสวนส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย มีประสบการณ์ปลูก 3–15 ปี ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (87%) แต่ยังขาดการวิเคราะห์ดิน ให้ปุ๋ยตามประสบการณ์ส่วนตัวถึง 49% มีเพียง 18% ใช้ระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบ fertigation ซึ่งสวนที่ใช้ระบบดังกล่าวให้ผลผลิตสูงกว่า 15–25% สรุปได้ว่าการจัดการปุ๋ยยังพึ่งพาประสบการณ์เป็นหลัก ขาดความรู้เชิงวิชาการและการใช้เทคโนโลยี ส่งผลให้การใช้ปุ๋ยยังไม่แม่นยำและมีความเสี่ยงต่อการเพิ่มต้นทุนโดยไม่จำเป็น

2. ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลผลิตทุเรียนภูเขาไฟ ผลการวิจัยที่สำคัญ ปัจจัยสำคัญได้แก่ ค่าพีเอชดิน 5.0–6.0 ปริมาณโพแทสเซียม (K) มากกว่า 80 ppm ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น 30–40% อินทรียวัตถุสูงช่วยให้ผลโตสม่ำเสมอ ลดผลร่วง สวนที่ใส่ปุ๋ยถูกช่วงเวลาให้ผลผลิตสูงกว่า 25–35% สรุปได้ว่าคุณสมบัติดินและการจัดการธาตุอาหารอย่างเหมาะสมเป็นตัวแปรหลักที่กำหนดทั้งปริมาณและคุณภาพผลผลิตทุเรียน

3. ผลการพัฒนาโมชันกราฟิกในการเสริมสร้างทักษะการใส่ปุ๋ยทุเรียน ผลการวิจัยที่สำคัญ โมชันกราฟิกช่วยถ่ายทอดความรู้ที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่าย ผ่านภาพเคลื่อนไหวและลำดับขั้นตอน ชาวสวนมีความรู้และทักษะในการเลือกชนิดปุ๋ย กำหนดอัตรา และช่วงเวลาใส่ปุ๋ยดีขึ้น เกิดการเปลี่ยนพฤติกรรมจากการใส่ปุ๋ยตามประสบการณ์ไปสู่การใส่ปุ๋ยตามหลักวิชาการ สรุปได้ว่า โมชันกราฟิกเป็นสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมกับบริบทชุมชน

4. ผลการประเมินผลกระทบของการใช้โมชันกราฟิกต่อประสิทธิภาพการจัดการปุ๋ยและคุณภาพผลผลิต ผลการวิจัยที่สำคัญ การใช้โมชันกราฟิกส่งผลให้การจัดการปุ๋ยมีความแม่นยำขึ้น ลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็น ลดต้นทุน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น ทั้งด้านขนาด น้ำหนัก ความสม่ำเสมอ และเป็นที่ยอมรับของตลาดมากขึ้น สรุปได้ว่า สื่อโมชันกราฟิกช่วยยกระดับทั้งประสิทธิภาพการจัดการปุ๋ยและคุณภาพผลผลิตอย่างเป็นรูปธรรม

5. แนวทางการพัฒนาชุมชนเกษตรอย่างยั่งยืนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อเชิงภาพ ผลการวิจัยที่สำคัญ เสนอแนวทางพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลการจัดการปุ๋ยรายสวน การใช้โมชันกราฟิกเป็นสื่อหลัก และการสร้างเครือข่ายชุมชนเกษตรดิจิทัล คาดว่าจะช่วยลดต้นทุน

15–25% และเพิ่มคุณภาพผลผลิต สรุปได้ว่า เทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อเชิงภาพเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนชุมชนเกษตรสู่ความยั่งยืน

อภิปรายผล

ผลการวิจัยเชิงปริมาณสะท้อนให้เห็นว่า ชาวสวนทุเรียนภูเขาไฟในจังหวัดศรีสะเกษส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยที่มีประสบการณ์ปลูกทุเรียนระหว่าง 3–15 ปี และยังคงพึ่งพาประสบการณ์ส่วนบุคคลในการจัดการปุ๋ย โดยพบว่าร้อยละ 49.00 ของกลุ่มตัวอย่างใส่ปุ๋ยโดยไม่อ้างอิงผลการวิเคราะห์ดิน และมีเพียงร้อยละ 18.00 เท่านั้นที่ใช้ระบบให้น้ำและปุ๋ยแบบ fertigation อย่างเป็นระบบ ผลเชิงปริมาณดังกล่าวสะท้อนถึงข้อจำกัดด้านองค์ความรู้และการเข้าถึงเทคโนโลยี ซึ่งนำไปสู่การใช้ปุ๋ยที่ขาดความแม่นยำและต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นโดยไม่จำเป็น การตีความผลการวิจัยในประเด็นนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาวดี และคณะ (2563) ที่ชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรรายย่อยมักตัดสินใจด้านการจัดการปุ๋ยจากความเคยชินมากกว่าข้อมูลเชิงวิชาการ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำกว่าศักยภาพที่ควรจะเป็น

ในด้านปัจจัยเชิงกายภาพ ผลการวิจัยเชิงปริมาณพบว่า สวนที่มีค่าความเป็นกรด–ด่างของดินอยู่ในช่วง 5.0–6.0 และมีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่า 80 ppm ให้ผลผลิตสูงกว่าสวนทั่วไปประมาณ 30–40% ขณะเดียวกัน สวนที่มีอินทรียวัตถุในดินในระดับสูงมีผลผลิตที่มีขนาดและความสม่ำเสมอสม่ำเสมอมากขึ้น และมีอัตราการร่วงของผลลดลงอย่างชัดเจน การตีความผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การจัดการดินและธาตุอาหารอย่างถูกต้องเป็นกลไกสำคัญที่กำหนดทั้งปริมาณและคุณภาพผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Havlin et al. (2014) ที่ระบุว่าการจัดการธาตุอาหารพืชอย่างเหมาะสมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชสวนและลดความสูญเสียของผลผลิตในระบบเกษตรเชิงพาณิชย์

เมื่อพิจารณาผลการใช้โมชันกราฟิก พบว่าหลังการใช้สื่อดิจิทัลดังกล่าว ชาวสวนร้อยละ 83.33 สามารถอธิบายหลักการใส่ปุ๋ยตามระยะการเจริญเติบโตของทุเรียนได้ถูกต้องมากขึ้น และปริมาณการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็นลดลงประมาณ 20–30% ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงเฉลี่ย 15–25% การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณนี้สะท้อนถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของชาวสวน จากการตัดสินใจบนฐานความเคยชิน ไปสู่การตัดสินใจบนฐานความรู้เชิงวิชาการ โดยโมชันกราฟิกทำหน้าที่เป็น “ตัวกลางการเรียนรู้” ที่ช่วยแปลงข้อมูลทางวิชาการที่ซับซ้อนให้เป็นภาพและลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้

ผ่านสื่อมัลติมีเดียของ Mayer (2020) ที่อธิบายว่าสื่อภาพเคลื่อนไหวช่วยเพิ่มความเข้าใจและการจดจำข้อมูล โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน

ในเชิงกลไกการยอมรับเทคโนโลยี ผลการวิจัยเชิงคุณภาพสนับสนุนผลเชิงปริมาณ โดยชาวสวนสะท้อนว่าโมชันกราฟิกช่วยให้ “เห็นภาพจริง” ของขั้นตอนการใส่ปุ๋ยและสามารถนำไปใช้ได้ทันทีในสวนของตนเอง การตีความผลในประเด็นนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการแพร่กระจายนวัตกรรมของ Rogers (2003) ซึ่งระบุว่าการยอมรับเทคโนโลยีจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้รับรู้ถึงประโยชน์ ความเข้าใจง่าย และความเหมาะสมกับบริบทการใช้งานจริง โมชันกราฟิกจึงไม่ได้เป็นเพียงสื่อให้ข้อมูล แต่เป็นเครื่องมือที่กระตุ้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเชิงปฏิบัติของชาวสวนในระดับรายสวน

เมื่อขยายผลจากระดับรายสวนไปสู่ระดับชุมชน ผลการวิจัยพบว่าชาวสวนร้อยละ 90.00 เห็นว่าโมชันกราฟิกช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันภายในชุมชน และสามารถใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ด้านการจัดการปุ๋ย การเชื่อมโยงผลในระดับนี้สะท้อนให้เห็นว่า เทคโนโลยีดิจิทัลไม่ได้เพียงยกระดับทักษะของเกษตรกรรายบุคคล แต่ยังช่วยเสริมสร้างทุนทางสังคมและกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Pretty (2008) ที่เสนอว่าการพัฒนาเกษตรอย่างยั่งยืนต้องอาศัยการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและการเสริมพลังให้ชุมชนสามารถจัดการองค์ความรู้ของตนเองได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการวิจัย

1.1 หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานส่งเสริมการเกษตรควรสนับสนุนการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกด้านการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ เพื่อเป็นเครื่องมือถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เข้าถึงง่ายและสอดคล้องกับบริบทของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่

1.2 ควรบูรณาการการใช้โมชันกราฟิกเข้ากับกิจกรรมส่งเสริมการเกษตรของสำนักงานเกษตรจังหวัดและสำนักงานเกษตรอำเภอ เพื่อให้เกษตรกรสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องทั้งในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์

1.3 ควรส่งเสริมให้เกิดศูนย์การเรียนรู้ด้านเกษตรดิจิทัลในชุมชน โดยใช้เกษตรกรต้นแบบที่ประสบความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นพี่เลี้ยงในการถ่ายทอดองค์ความรู้แก่เกษตรกรรายอื่น

1.4 ควรสนับสนุนการตรวจวิเคราะห์ดินและการจัดทำฐานข้อมูลคุณภาพดินในระดับชุมชน เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ประกอบการตัดสินใจด้านการจัดการปุ๋ยได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

1.5 ควรพัฒนาระบบติดตามผลและประเมินผลการใช้สื่อโมชันกราฟิกในระยะยาว เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรมการจัดการปุ๋ย ต้นทุนการผลิต คุณภาพผลผลิต และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปธรรม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาประสิทธิผลของโมชันกราฟิกโดยเปรียบเทียบกับสื่อการเรียนรู้รูปแบบอื่น เช่น อินโฟกราฟิก วิดีโอสาธิต แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน หรือระบบการเรียนรู้ออนไลน์ เพื่อค้นหารูปแบบสื่อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเกษตรกร

2.2 ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังพื้นที่ปลูกทุเรียนในจังหวัดอื่น หรือพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์และเพิ่มความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยในระดับกว้าง

2.3 ควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลของเกษตรกร เช่น อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ทางการเกษตร และความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล

2.4 ควรพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของระบบอัจฉริยะที่เชื่อมโยงข้อมูลการวิเคราะห์ดิน สภาพอากาศ และความต้องการธาตุอาหารของพืช เพื่อช่วยแนะนำการใส่ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่ (Precision Agriculture)

2.5 ควรมีการวิจัยติดตามผลในระยะยาว เพื่อประเมินผลกระทบของการใช้โมชันกราฟิกต่อความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของชุมชนเกษตร รวมถึงการลดการใช้ปุ๋ยเคมีและการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน

เอกสารอ้างอิง

สุภาวดี ใจดี, สมชาย รักดี และวิภา แสงทอง. (2563). การจัดการปุ๋ยของเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่เกษตรกรรม. *วารสารเกษตรและสิ่งแวดล้อม*, *12*(2), 45–60.

Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (8th ed.). Pearson

Education.

Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *363*(1491), 447–465.