

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ Management Information System for Organic Garlic Cultivation

ทองปาน ปรีวัตร^{1,*} และ อนุชา ดีผาง²

Thongpan Pariwat¹ and Anucha Deephang²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

²สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

^{1,*}Department of Information Technology Faculty of Engineering Northeastern University

²Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering Northeastern University

¹Email: pariwat@neu.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5001-9808>

²Email: anuchar.dee@neu.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6516-4298>

Received 02/08/2022

Revised 06/08/2022

Accepted 07/08/2022

บทคัดย่อ

การทำเกษตรอินทรีย์เป็นแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรได้มากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามแนวโน้มความต้องการของการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพของคนในยุคปัจจุบัน ในขณะเดียวกันเกษตรกรหันมาให้ความสนใจการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยในการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการปลูกให้มีผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ที่ทำงานร่วมกับกล้องวัดสภาพดิน ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ โดยประชากรและกลุ่มเป้าหมายเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ จำนวน 5 คน และกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์ จำนวน 55 คน โดยนำระบบสารสนเทศและกล้องวัดสภาพดิน ไปทดสอบการใช้งานกับกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นใช้เครื่องมือในการประเมินผลด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แปลผลการประเมินด้วยเกณฑ์คะแนน 5 ระดับ

ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ พบว่าระบบสามารถทำงานร่วมกับกล้องวัดสภาพดินได้เป็นอย่างดีและเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ 2) ผลประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ พบว่าประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับดี และ 3) ผลประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับ

การปลูกกระเทียมอินทรีย์ พบว่าความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับดี ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์สามารถนำค่าสภาพดินพร้อมกับคำแนะนำการปลูกในแต่ละช่วงอายุของกระเทียม ไปปรับปรุงกระบวนการปลูกได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ; กระเทียมอินทรีย์; อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

Abstract

Organic farming is a process to increase the value of agricultural products. This is consistent with the current trend of people's consumption of nutritious foods. Meanwhile, agriculturists are also interested in employing technology to assist create and enhancing farming techniques for higher yields and quality. Therefore, the goals of this research were to study and develop a management information system for the cultivation of organic garlic that functions with the soil analyzer and everything has Internet technology. The objectives of this research were to 1) develop management information systems for organic garlic cultivation, 2) assess the effectiveness of management information systems for organic garlic cultivation, and 3) assess satisfaction with the use of management information systems for organic garlic cultivation. The population and target groups were selected by a specific method, consisting of 5 information system development experts and 55 organic garlic farmers. The information system and the soil analyzer were taken to test the functionality with the target groups and then used the tool to assess the efficiency and satisfaction with the system. The statistics used for data analysis were percentage, mean and standard deviation. The test findings were analyzed using a 5-level scale.

The results showed that 1) the development of a management information system for organic garlic cultivation, it was discovered that the system was able to function extremely well with the soil analyzer and follow the user's expectations, 2) the efficiency of a management information system for organic garlic cultivation in all 4 sectors, it was found that the system's efficiency was at a good level and 3) assessment of management information systems' effectiveness in organic garlic farming, it was discovered that there was a good level of satisfaction with the system's use in all 3 areas. As a result, the organic garlic farmers applied soil conditions along with planting guidelines for each garlic age to more effectively and efficiently enhance the planting procedure.

Keywords: Management Information System; Organic Garlic; Internet of Thing

[330]

Citation:

ทองปาน ปริวัตร และ อนุชา ดีผาง. (2565). ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์. วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ, 2 (4), 329-350.

Pariwat, T., & Deeaphang, A., (2022). Management Information System for Organic Garlic Cultivation. Interdisciplinary Academic and Research Journal, 2 (4), 329-350; DOI: <https://doi.org/10.14456/iarj.2022.61>

บทนำ

แนวโน้มในการบริโภคอาหารในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา กลุ่มผู้บริโภคมีความใส่ใจต่อการดูแลสุขภาพมากขึ้น และจากการสำรวจของ Euromonitor พบว่า มูลค่าตลาดอาหารเพื่อสุขภาพทั่วโลกมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง (สถาบันอาหาร, 2560) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการระบาดของโควิด-19 ที่ผ่านมาเป็นช่วงโอกาสที่ผู้บริโภคหันมาใส่ใจดูแลสุขภาพมากยิ่งขึ้น นั่นเพราะอาหารสุขภาพมีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อโรค ช่วยให้สุขภาพแข็งแรง ซึ่งหนึ่งในอาหารเพื่อสุขภาพคือ อาหารออร์แกนิก ปราศจากสารเคมี ที่ปลูกด้วยวิธีเกษตรอินทรีย์ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.), 2564)

กระเทียม เป็นพืชสมุนไพรที่อุดมไปด้วยไฟโตนิวเทรียนที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และนิยมนำมาใช้สำหรับปรุงอาหารไทย (จันทร์จิรา รุ่งเจริญ, 2563) ซึ่งการปลูกกระเทียมด้วยวิธีเกษตรอินทรีย์เป็นการทำให้ตอบโจทย์ผู้บริโภคที่รักสุขภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตกระเทียมอินทรีย์มีมูลค่ามากขึ้น โดยในปัจจุบันเกษตรกรหันมาปลูกกระเทียมด้วยวิธีเกษตรอินทรีย์มากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในการปลูกกระเทียมอินทรีย์จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ และศึกษาหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่มีคุณภาพ ซึ่งปัญหาในการปลูกกระเทียมอินทรีย์ของเกษตรกรในชุมชน คือ ผลผลิตมีหัวกระเทียม เล็ก-ใหญ่ ไม่เท่ากัน เกษตรกรที่มีประสบการณ์มาก สามารถให้ปุ๋ย และดูแลรักษา กระเทียมในช่วงอายุได้เป็นอย่างดี มักจะได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ แต่สำหรับเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อย และไม่มีเครื่องมือเพื่อช่วยในการวัดสภาพดิน ไม่มีประสบการณ์ในการดูแลรักษากระเทียมในแต่ละช่วงอายุ และปฏิบัติตามขั้นตอนของการทำเกษตรอินทรีย์ผิดพลาด นอกจากนี้ การให้ปุ๋ยในปริมาณที่ไม่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุการปลูก ทำให้เกิดการสิ้นเปลือง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงเกินความจำเป็น ได้ผลผลิตต่ำ กระเทียมหัวเล็ก และไม่มีคุณภาพ

ระบบเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) ทางเกษตร คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและเซนเซอร์ต่างๆ มาพัฒนารูปแบบวิธีทางการเกษตร (พรทิพย์ กัญญา, 2565:33-45) ให้การทำการเกษตรมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เช่น การนำเซนเซอร์มาใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นด้วย DHT21 สำหรับการพัฒนาระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะเกษตรอินทรีย์ ซึ่งสามารถทำให้การควบคุมการทำงานผ่านสมาร์ตโฟนได้ง่ายมากยิ่งขึ้น (อุมพร บ่อพิมาย และคณะ, 2563: 63-78) นอกจากนี้ระบบ IoT ยังสามารถนำไปประยุกต์กับการเกษตรที่หลากหลาย เช่น การนำระบบเซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางการเกษตรประกอบด้วย ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความชื้นในดิน และความเข้มข้นของแสง ซึ่งนำไปประยุกต์ใช้กับมะม่วง เพื่อแจ้งเตือนรายงานสภาพอากาศผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังอุปกรณ์สมาร์ตโฟน ให้กับเกษตรกร ได้ทราบถึงข้อมูลสำคัญต่างๆ ที่พืชต้องการและนำไปใช้ในการบริหารจัดการสวนมะม่วงได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ (สิทธิโชค พรศรีพิทักษ์

และคณะ, 2564: 60-72) นอกจากการวัดสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมของพืชแล้ว การวัดค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยใช้เซนเซอร์วัดค่า ค่าธาตุอาหารในดิน (NPK) ร่วมกับการวัดค่าสภาพแวดล้อมต่างๆ ผ่านระบบ IoT เพื่อส่งข้อมูลผ่านระบบคลาวด์เพื่อประมวลผลแล้วส่งข้อมูลให้กับเกษตรกรแบบทันทีทันใด (Real-time) เพื่อให้เกษตรกรสามารถจัดการและควบคุมปัจจัยในการทำการเกษตรได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ (Shylaja, S. N., & Veena, M. B., 2017) นอกจากนี้ เทคโนโลยี Internet of Thing ที่ทำงานร่วมกับเซนเซอร์ต่างๆ เช่น การวัดค่าความอุดมสมบูรณ์ในดินยังสามารถทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศเพื่อนำส่งข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์ ส่งมายังระบบสารสนเทศผ่านระบบ Wireless sensor networks (WSN) และยังสามารถแนะนำการปฏิบัติเพื่อให้เกษตรกรสามารถจัดการกับพืชได้อย่างเหมาะสม และยังสามารถบริหารต้นทุน และประเมินผลผลิตที่จะได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (Saurabh, S., & et al, 2021)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดสภาพดินด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการปลูกกระเทียมเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งสามารถวัดว่าธาตุอาหารในดิน ค่าความชื้นในดิน และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) แต่ยังมีขาดระบบในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจากเครื่องวัดสภาพดิน ซึ่งเดิมเกษตรกรจะต้องจดบันทึกข้อมูลสภาพดินในแต่ละแปลงด้วยตนเอง ซึ่งบางครั้งเอกสารอาจเกิดการชำรุด สูญหาย และมีการจัดเก็บอย่างไม่เป็นระบบ ส่งผลให้นำเอาเครื่องวัดสภาพดินไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ เพื่อทำงานร่วมกับเครื่องวัดสภาพดินด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) เพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์สามารถนำเครื่องวัดสภาพดินไปวัดค่าจากแปลงปลูก และส่งผลการตรวจมาจัดเก็บที่ระบบสารสนเทศ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการจัดการการปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ระบบสารสนเทศดังกล่าว ยังสามารถให้คำแนะนำเพิ่มเติมกรณีที่สภาพดินที่วัดได้มีค่าไม่เหมาะสมตามช่วงอายุของการปลูก ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถทราบถึงสภาพดินและแนวทางปฏิบัติในการจัดการกับแปลงปลูก และส่งผลให้ได้กระเทียมที่มีคุณภาพ มีผลผลิตที่สม่ำเสมอ หัวใหญ่และขายได้ราคาสูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการศึกษาและพัฒนา (Research and Development) เพื่อศึกษาปัญหาในการปลูกกระเทียมอินทรีย์ในพื้นที่ ต.เฝ้าไร่ และ อ.อุทุมพร อ.เฝ้าไร่ และ ต.สร้างนางขาว อ.โพธิ์ชัย จ.หนองคาย และพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) เพื่อทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ โดยได้ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง: สำหรับประชากรและกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มประกอบด้วย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน

1.2 กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์จำนวน 55 คน จากจังหวัดหนองคาย ใน 3 พื้นที่ ซึ่งสามารถแยกตามรายตำบลได้ดังนี้

1.2.1 ตำบลอุทุมพร อำเภอเฝ้าไร่ จำนวน 26 คน

1.2.2 ตำบลเฝ้าไร่ อำเภอเฝ้าไร่ จำนวน 19 คน

1.2.3 ตำบลสร้างนางขาว อำเภอโพธิ์ชัย จำนวน 10 ราย

2. เครื่องมือสำหรับการวิจัย: งานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิจัย โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ซึ่งคณะผู้วิจัยใช้รูปแบบตามขั้นตอนวิธี SDLC (Software Development Life Cycle) (จารุณี ภัทรวงษ์ธนา และคณะ : 2560) โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังต่อไปนี้

2.1.1 กระบวนการที่ 1 การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ (Requirement Analysis) คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ 3 ตำบล จ.หนองคาย เพื่อศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ซึ่งพบว่ากลุ่มผู้ปลูกกระเทียมมีความต้องการที่จะนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการ

[333]

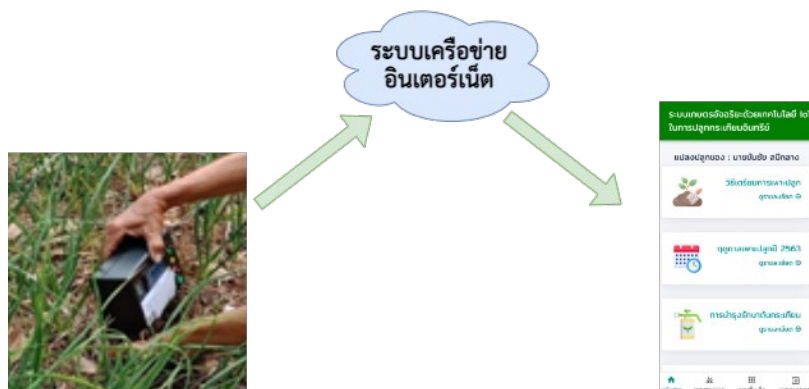
Citation:

ทองปาน ปริวัตร และ อนุชา ดีผาง. (2565). ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์. วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ, 2 (4), 329-350.
Pariwat, T., & Deeaphang, A., (2022). Management Information System for Organic Garlic Cultivation. Interdisciplinary Academic and Research Journal, 2 (4), 329-350; DOI: <https://doi.org/10.14456/iarj.2022.61>

ปลูกกระเทียมอินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยผนวกคำแนะนำจากปราชญ์ชาวบ้านลงไปในระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการปลูกในแต่ละช่วงอายุของการปลูกกระเทียมอินทรีย์

2.1.2 กระบวนการที่ 2 การออกแบบระบบ (System Design) คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความต้องการของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่มาทำการวิเคราะห์และทำการออกแบบระบบ รวมถึงการเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวัดสภาพดินเพื่อทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การออกแบบการเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวัดสภาพดินและระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ สำหรับการเชื่อมโยงเครื่องวัดสภาพดิน ผู้วิจัยได้ออกแบบให้เครื่องวัดสภาพดินส่งข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ค่าความชื้นในดิน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปยังระบบฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบไว้ เพื่อให้ระบบสารสนเทศสามารถดึงข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการประมวลผลได้ง่าย ดังแผนภาพที่ 1



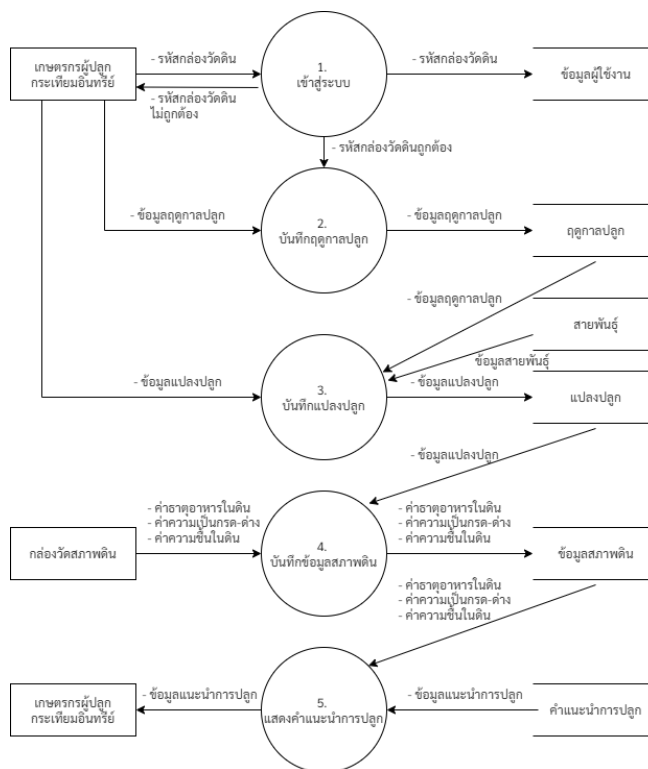
แผนภาพที่ 1 การเชื่อมโยงระหว่างกล่องวัดสภาพดินและระบบสารสนเทศ

(ที่มา : สังเคราะห์โดยผู้เขียน)

2) การออกแบบระบบระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความต้องการของกลุ่มผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์ มาทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบด้วย Context Diagram และออกแบบการไหลของข้อมูลด้วย Data flow Diagram ดังแสดงตามแผนภาพที่ 2 และ 3



แผนภาพที่ 2 Context Diagram ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์
(ที่มา : สังเคราะห์โดยผู้เขียน)



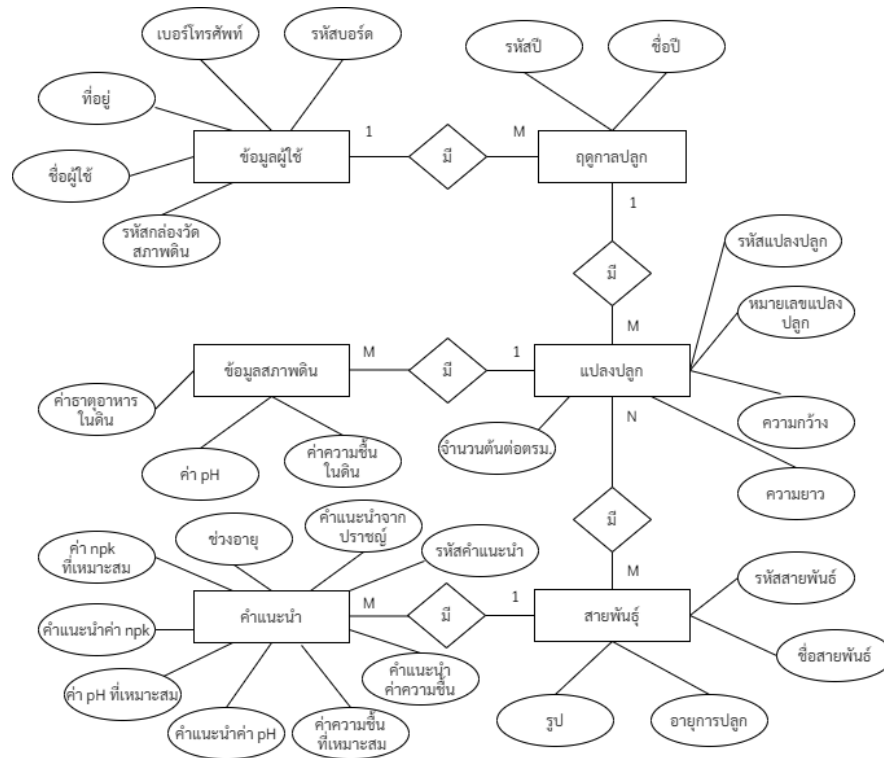
แผนภาพที่ 3 Data flow Diagram ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์
(ที่มา : สังเคราะห์โดยผู้เขียน)

3) การออกแบบฐานข้อมูล ระบบฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบสำหรับงานวิจัยนี้ ได้นำมาจากการออกแบบการไหลของข้อมูล และนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบระบบฐานข้อมูลด้วย ER-Diagram ดังแสดงตามแผนภาพที่ 4

[335]

Citation:

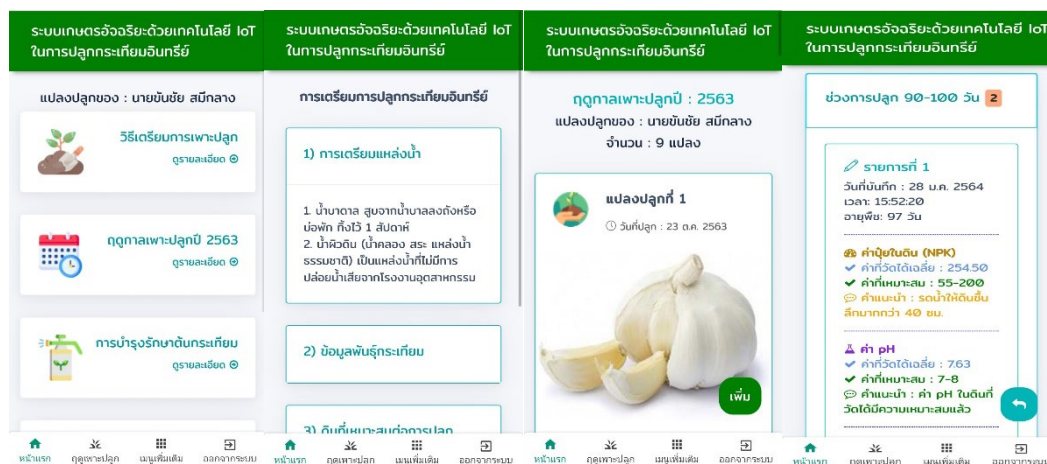
ทองปาน ปริวัตร และ อนุชา ดีผาง. (2565). ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์. วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ, 2 (4), 329-350.
Pariwat, T., & Deeaphang, A., (2022). Management Information System for Organic Garlic Cultivation. Interdisciplinary Academic and Research Journal, 2 (4), 329-350; DOI: <https://doi.org/10.14456/iarj.2022.61>



แผนภาพที่ 4 ER-Diagram ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์

(ที่มา : สังเคราะห์โดยผู้เขียน)

4) การออกแบบหน้าจอ จากความต้องการของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์ ในการใช้งานผ่านอุปกรณ์สมาร์ตโฟน ซึ่งสามารถพกพาได้ง่ายและสามารถจัดการกับข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบหน้าจอของระบบ ให้ตอบสนองกับหน้าจอของโทรศัพท์มือถือ มีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม สามารถอ่านข้อมูลได้ง่าย ดังตัวอย่างตามแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์
(ที่มา : สังเคราะห์โดยผู้เขียน)

2.1.3 กระบวนการที่ 3 การพัฒนาระบบ (Implement) สำหรับการพัฒนากระบวนการพัฒนาระบบคณะผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino IDE เพื่อเขียนโปรแกรมสำหรับการเชื่อมโยงข้อมูลจากกล่องวัดสภาพดินให้ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังระบบฐานข้อมูล และระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ถูกพัฒนาในรูปแบบ Web Application ด้วย ภาษา PHP ร่วมกับ Bootstrap Framework เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL โดยติดตั้งโปรแกรมไว้บนเว็บไซต์ <https://สายใยออร์แกนิกหนองคาย.net/garliciot/index.php>

2.1.4 กระบวนการที่ 4 การทดสอบระบบ (System Testing) คณะผู้วิจัยใช้รูปแบบการทดสอบระบบแบบ Blackbox Testing ในกระบวนการทดสอบทั้ง 3 ระดับดังนี้ 1) การทดสอบส่วนย่อยของโปรแกรม (Unit Test) 2) การทดสอบการทำงานร่วมกันของระบบย่อย (Integration Test) และ 3) การทดสอบการทำงานภาพรวมทั้งระบบ (System Test)

2.1.5 กระบวนการที่ 5 การบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance) กระบวนการหลังจากนำระบบสารสนเทศไปให้กลุ่มเกษตรกรใช้งาน คณะผู้วิจัยได้กำกับติดตามการใช้งานเป็นระยะ เพื่อให้แน่ใจว่าการทำงานร่วมกันของเครื่องวัดสภาพดิน สามารถส่งข้อมูลมายังระบบสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง และให้คำแนะนำกับเกษตรกรในการปลูกกระเทียมอินทรีย์ในแต่ละช่วงอายุได้อย่างเหมาะสม ในกรณีที่เกษตรกรผู้ใช้งานแจ้งปัญหาการใช้งานมายังคณะผู้วิจัย คณะผู้วิจัยจะนำปัญหาและข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้นและตรงตามความต้องการของผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง

2.2 การสร้างและออกแบบเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ สำหรับการประเมินประสิทธิภาพและการประเมินความพึงพอใจ คณะผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ โดยมีขั้นตอนในการสร้างและออกแบบเครื่องมือดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 สร้างแบบประเมินให้ครอบคลุมกับประเด็นการประเมิน

2.2.3 นำแบบประเมินเข้าสู่กระบวนการ IOC โดยผู้เชี่ยวชาญ

2.2.4 ปรับแก้แบบประเมินตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.2.5 จัดพิมพ์แบบประเมินเพื่อใช้สำหรับการเก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามมาตราส่วน 5 ระดับ เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินผลการวิจัย 2 แบบประเมินดังต่อไปนี้ (1) แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ และ (2) แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์

3. การเก็บและรวบรวมข้อมูล: คณะผู้วิจัยได้นำกล้องวัดสภาพดินและระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ไปทดสอบการทำงานของระบบกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบระบบเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบประสิทธิภาพของระบบเป็นเครื่องมือ สำหรับการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ คณะผู้วิจัยได้มอบกล้องวัดคุณภาพดินให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์จำนวน 55 คน เพื่อใช้สำหรับการวัดสภาพดินจากแปลงปลูก แล้วจัดส่งข้อมูลไปยัง ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ที่ถูกติดตั้งไว้ที่เว็บไซต์ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยให้กำหนดให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์ใช้งานเครื่องวัดสภาพดินร่วมกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน หลังจากนั้นทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบเป็นเครื่องมือ

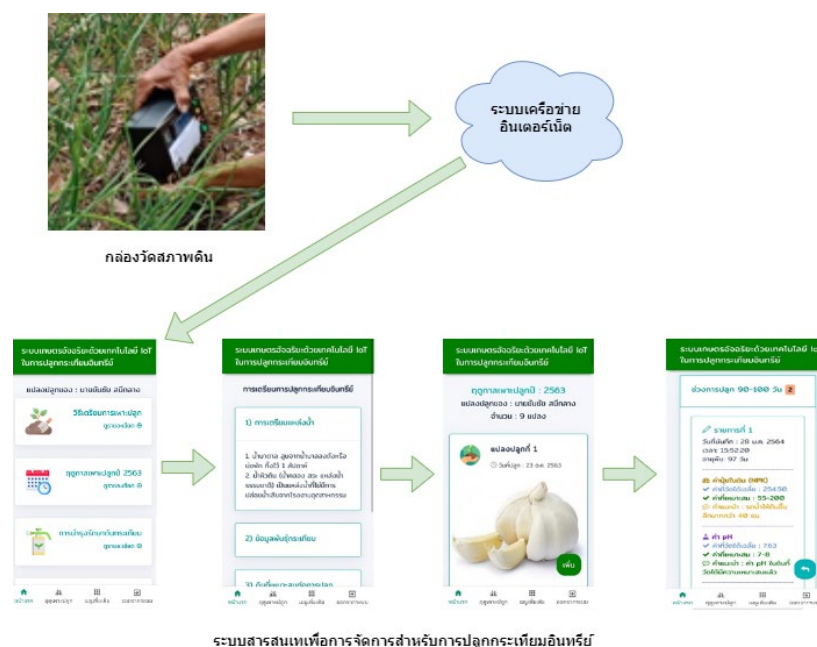
4. การวิเคราะห์ข้อมูล : ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ผ่านการเก็บรวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการหาผลประเมินทั้ง 2 ส่วนคือ 1) การวิเคราะห์เพื่อหาผลประเมินประสิทธิภาพของระบบ และ 2) การวิเคราะห์เพื่อหาผลประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ สามารถวัดผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์

จากการศึกษาความต้องการของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์ นำมาสู่การออกแบบและพัฒนาการทำงานร่วมกันระหว่าง เครื่องวัดสภาพดินและระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียม ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบด้วยวิธีการ Blackbox Testing โดยทำการทดสอบ 3 ระดับ กล่าวคือ การทดสอบระบบย่อย การทดสอบการรวมกันของระบบย่อย และ การทดสอบภาพรวมของระบบ ผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและเป็นไปตามขอบเขตของระบบที่ได้กำหนดเอาไว้ รวมทั้งสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์ ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ดังแสดงการเชื่อมโยงทำงานระหว่างกล่องวัดสภาพดินและระบบสารสนเทศ ดังแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอร์บบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์
(ที่มา : สังเคราะห์โดยผู้เขียน)

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เป็นไปตามรายละเอียดข้างล่างนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามประสิทธิภาพของระบบ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

2.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Functional Requirement Test

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Functional Requirement Test

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1.1 ความสามารถของระบบด้านการบันทึกข้อมูลฤดูกาลปลูก	4.40	0.55	ดี
1.2 ความสามารถของระบบด้านการบันทึกข้อมูลแปลงปลูก	4.60	0.55	ดีมาก
1.3 ความสามารถของระบบด้านการบันทึกการส่งและบันทึกข้อมูลสภาพดิน	4.20	0.84	ดี
1.4 ความสามารถของระบบด้านการแจ้งเตือนการตรวจสอบสภาพดิน	3.80	0.84	ดี
1.5 ความสามารถของระบบด้านการแสดงค่าสภาพดินและคำแนะนำ	4.40	0.55	ดี
1.6 ความสามารถของระบบด้านการแสดงคำแนะนำจากปราชญ์ชาวบ้าน	4.40	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยด้าน Functional Requirement Test	4.30	0.64	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่าประเด็นความสามารถของระบบด้านการบันทึกข้อมูลแปลงปลูก มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.60,S.D.=0.55 อยู่ในระดับดีมาก รองลงมามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40,S.D.=0.55 อยู่ในระดับดี ซึ่งประกอบด้วย 3 ประเด็น คือ ความสามารถของระบบด้านการบันทึกข้อมูลฤดูกาลปลูก ความสามารถของระบบด้านการแสดงค่าสภาพดินและคำแนะนำ และ ความสามารถของระบบด้านการแสดงค่าสภาพดินและคำแนะนำ ถัดมาประเด็นความสามารถของระบบด้านการบันทึกการส่งและบันทึกข้อมูลสภาพดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20,S.D.=0.84 อยู่ในระดับดี และลำดับสุดท้ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80,S.D.=0.84 คือประเด็น ความสามารถของระบบด้านการแจ้งเตือนการตรวจสอบสภาพดิน อยู่ในระดับดี สำหรับภาพรวมด้าน Functional Requirement Test มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30,S.D.=0.64 อยู่ในระดับดี

2.2 การประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Function Test

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Function Test

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
2.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.20	0.45	ดี
2.2 ความถูกต้องในการค้นหาข้อมูล	3.80	0.84	ดี
2.3 ความถูกต้องในการแก้ไขข้อมูล	4.60	0.55	ดีมาก
2.4 ความถูกต้องในการลบข้อมูล	4.80	0.45	ดีมาก
2.5 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล	4.20	1.10	ดี
2.6 ระบบที่พัฒนาขึ้นมีฟังก์ชันการทำงานที่ครอบคลุมกับการใช้งานจริง	3.80	0.84	ดี
2.7 ระบบมีการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยด้าน Functional Requirement Test	4.29	0.68	ดี

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Function Test ในภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29,S.D.=0.68 แยกเป็นรายประเด็นได้ดังนี้ ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80,S.D.=0.45 คือประเด็น ความถูกต้องในการลบข้อมูล อยู่ในระดับดีมาก ลำดับรองลงมามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60,S.D.=0.55 ประกอบด้วย 2 ประเด็นคือ ความถูกต้องในการแก้ไขข้อมูล และ ระบบมีการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น อยู่ในระดับดี ถัดมาคือประเด็น ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20,S.D.=0.45 และ ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20,S.D.=1.10 อยู่ในระดับดี ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ความถูกต้องในการค้นหาข้อมูล และ ระบบที่พัฒนาขึ้นมีฟังก์ชันการทำงานที่ครอบคลุมกับการใช้งานจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80,S.D.=0.84 อยู่ในระดับดี

2.3 การประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Usability

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Function Test

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
3.1 ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ	4.60	0.55	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมในการเลือกใช้นาฬิกาดิจิทัลบนจอภาพ	4.20	0.45	ดี
3.3 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	4.60	0.55	ดีมาก
3.4 ความเหมาะสมในการใช้ข้อความ สัญลักษณ์หรือรูปภาพเพื่อใช้ในการสื่อความหมาย	4.40	0.55	ดี
3.5 ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอ	4.00	0.71	ดี
3.6 ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	3.60	0.89	ดี
3.7 ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	3.60	0.89	ดี
3.8 คำศัพท์ที่ใช้เป็นที่คุ้นเคยและสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยด้าน Usability	4.20	0.64	ดี

จากตารางที่ 3 พบว่ามี 3 ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.60,S.D.=0.55 ประกอบด้วย ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ และ คำศัพท์ที่ใช้เป็นที่คุ้นเคยและสามารถเข้าใจได้ง่าย ประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก สำหรับประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับรองลงมาคือ ความเหมาะสมในการใช้ข้อความ สัญลักษณ์หรือรูปภาพ เพื่อใช้ในการสื่อความหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40,S.D.=0.55 อยู่ในระดับดี ประเด็นความเหมาะสมในการเลือกใช้นาฬิกาดิจิทัลบนจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20,S.D.=0.45 อยู่ในระดับดี ตามด้วยประเด็น ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00,S.D.=0.71 อยู่ในระดับดี และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 3.60,S.D.=0.89 ประกอบด้วย ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ และ ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ ระดับประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ทั้งนี้ในภาพรวมของการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Function Test มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20,S.D.=0.64 ระดับประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

2.4 การประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Security Test

ตารางที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้าน Security Test

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
4.1 การกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าใช้ระบบ	4.60	0.55	ดีมาก
4.2 มีการตรวจสอบสิทธิ์ก่อนเข้าใช้งานระบบ	4.20	0.45	ดี
4.3 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	4.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยด้าน Security Test	4.47	0.51	ดี

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ย 4.60,S.D.=0.55 เป็นค่าเฉลี่ยที่มีระดับประสิทธิภาพสูงที่สุด ประกอบด้วย ประเด็น การกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าใช้ระบบ และ การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง อยู่ในระดับดีมาก และประเด็นมีการตรวจสอบสิทธิ์ก่อนเข้าใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20,S.D.=0.45 อยู่ในระดับดี ในภาพรวมของค่าเฉลี่ยด้าน Security Test มีค่าเท่ากับ 4.47,S.D.=0.51 อยู่ในระดับดี

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะจากผู้ประเมิน

สรุปข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญสามารถแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการเสริมสร้างประสิทธิภาพของระบบ ควรปรับปรุงความสามารถในการแจ้งเตือนการตรวจวัดสภาพดินให้มีความถูกต้องแม่นยำ และควรพัฒนาระบบให้ครอบคลุมกับการใช้งานจริง เช่น การเพิ่มฟังก์ชันการออกรายงาน เป็นต้น 2) ด้านการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดในอนาคต ควรเพิ่มระบบงานบันทึกการเก็บเกี่ยว และรายงานสรุปผลด้านต่างๆเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการปลูกในปีต่อไป

3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์

คณะผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ จากกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์ จำนวน 55 ราย พบว่า ผลของการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เป็นไปตามรายละเอียดข้างล่างนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน (N=55)

ผู้ตอบแบบประเมิน เป็นผู้ชาย จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 32.73 และเป็นผู้หญิง จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 67.27 โดยแบ่งออกเป็น 3 พื้นที่ ในจังหวัดหนองคาย ดังนี้ ต.อุดมพร อ.เฝ้าไร่ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ

ละ 47.27 ต.เผ้าไร่ อ.เผ้าไร่ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 34.55 และ ต.สร้างนางขาว อ.โพธิ์ชัย จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18 สำหรับประสบการณ์การปลูกกระเทียม เกษตรกรผู้มีประสบการณ์มากกว่า 4 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 21.82 มีประสบการณ์ระหว่างขึ้นไป 2-4 ปี จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 32.73 มีประสบการณ์ 1-2 ปี จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 36.36 และผู้ยังไม่มีประสบการณ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ แบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

3.1 ด้านการใช้งานเครื่องวัดสภาพดินและการเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศ

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องวัดสภาพดินและการเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1.1 การออกแบบเครื่องวัดสภาพดินใช้งานง่าย	4.51	0.51	ดีมาก
1.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดสภาพดินใช้งานง่าย	4.04	0.82	ดี
1.3 การเชื่อมต่อเครื่องวัดสภาพดินกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	3.89	0.79	ดี
1.4 การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเครื่องวัดสภาพดินและระบบสารสนเทศ	3.93	0.86	ดี
1.5 การใช้งานของเครื่องวัดสภาพดินต่อการชาร์ตหนึ่งครั้งใช้ได้นาน	4.53	0.50	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยด้านการใช้งานเครื่องวัดสภาพดินและการเชื่อมโยงกับระบบ	4.18	0.69	ดี

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องวัดสภาพดินและการเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศ ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การใช้งานของเครื่องวัดสภาพดินต่อการชาร์ตหนึ่งครั้งใช้ได้นาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53, S.D.=0.50 อยู่ในระดับดีมาก รองลงมาคือประเด็นด้านการออกแบบเครื่องวัดสภาพดินใช้งานง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51, S.D.=0.51 อยู่ในระดับดีมาก และมีประเด็นที่อยู่ในระดับดี จำนวน 3 ประเด็นคือ ขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดสภาพดินใช้งานง่าย การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเครื่องวัดสภาพดินและระบบสารสนเทศ และ การเชื่อมต่อเครื่องวัดสภาพดินกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04, S.D.=0.82, 3.93, S.D.=0.86 และ 3.89, S.D.=0.79 ตามลำดับ ในภาพรวมค่าเฉลี่ยด้านการใช้งานเครื่องวัดสภาพดินและการเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศ มีค่าเท่ากับ 4.18, S.D.=0.69 ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

3.2 ด้านการใช้งานระบบสารสนเทศ

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
2.1 การออกแบบระบบสารสนเทศใช้งานง่าย	4.47	0.50	ดี
2.2 ขนาดตัวอักษร สีตัวอักษร และรูปภาพที่ใช้สื่อความหมายได้ดี	4.44	0.50	ดี
2.3 การบันทึกข้อ แก้ไข และ ลบ ข้อมูล ทำได้ง่ายและถูกต้อง	4.56	0.50	ดีมาก
2.4 สามารถดึงข้อมูลจากกล้องวัดสภาพดินมาแสดงได้อย่างถูกต้อง	4.02	0.78	ดี
2.5 แสดงคำแนะนำการปลูกในแต่ละช่วงอายุ และคำแนะนำจากปราชญ์ ได้อย่างถูกต้อง	3.95	0.83	ดี
2.6 ระบบแจ้งเตือนการตรวจสภาพดินทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ	4.15	0.80	ดี
2.7 ระบบแจ้งเตือนได้ตอบเมื่อมีการทำงานผิดพลาด	4.20	0.78	ดี
ค่าเฉลี่ยด้านการใช้งานระบบสารสนเทศสารสนเทศ	4.25	0.67	ดี

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศ ประเด็นด้านการบันทึกข้อ แก้ไข และ ลบ ข้อมูล ทำได้ง่ายและถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56, S.D.=0.50 รองลงมาคือประเด็น การออกแบบระบบสารสนเทศใช้งานง่าย อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47, S.D.=0.50 ลำดับถัดมาคือประเด็น ขนาดตัวอักษร สีตัวอักษร และรูปภาพที่ใช้สื่อความหมายได้ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44, S.D.=0.50 อยู่ในระดับดี ต่อจากนั้น คือ ประเด็นระบบแจ้งเตือนได้ตอบเมื่อมีการทำงานผิดพลาด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20, S.D.=0.78 อยู่ในระดับดี และ สามลำดับสุดท้ายประกอบด้วยประเด็น ระบบแจ้งเตือนการตรวจสภาพดินทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ สามารถดึงข้อมูลจากกล้องวัดสภาพดินมาแสดงได้อย่างถูกต้อง และ แสดงคำแนะนำการปลูกในแต่ละช่วงอายุ และคำแนะนำจากปราชญ์ ได้อย่างถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15, S.D.=0.80 4.02, S.D.=0.78 และ 3.95, S.D.=0.86 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยด้านการใช้งานระบบสารสนเทศสารสนเทศในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25, S.D.=0.67 อยู่ในระดับ ดี

3.3 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการนำไปใช้ประโยชน์

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
3.1 ระบบมีประโยชน์ต่อการปลูกกระเทียมอินทรีย์	4.45	0.50	ดี
3.2 ระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง และเหมาะสมกับบริบทของพื้นที่	4.24	0.82	ดี
3.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่นได้	4.47	0.50	ดี
3.4 สามารถนำไปเผยแพร่ให้กับผู้อื่นได้	4.07	0.81	ดี
3.5 สามารถนำไปต่อยอดกับการทำงานด้านอื่นๆ ได้	3.95	0.89	ดี
ค่าเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์	4.24	0.71	ดี

จากตารางที่ 7 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.47, S.D.=0.50 คือประเด็น สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่นได้ อยู่ในระดับดี รองลงมาคือประเด็น ระบบมีประโยชน์ต่อการปลูกกระเทียมอินทรีย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45, S.D.=0.50 อยู่ในระดับดี ถัดมาคือประเด็น ระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง และเหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24, S.D.=0.82 อยู่ในระดับดี ตามด้วยประเด็น สามารถนำไปเผยแพร่ให้กับผู้อื่นได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07, S.D.=0.81 อยู่ในระดับดี และ ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ สามารถนำไปต่อยอดกับการทำงานด้านอื่นๆ ได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95, S.D.=0.89 อยู่ในระดับดี สำหรับค่าเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์ในภาพรวมมีค่าเท่ากับ 4.24, S.D.=0.71 อยู่ในระดับ ดี

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะจากผู้ประเมิน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูล คณะผู้วิจัยสามารถสรุปข้อเสนอแนะจากผู้ประเมินออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ 1) ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงแก้ไขในครั้งนี้ ควรให้การเชื่อมต่อกล่องวัดสภาพดินกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตง่ายขึ้นกว่าเดิม และการเชื่อมโยงระหว่างกล่องวัดสภาพดินและระบบสารสนเทศง่ายขึ้น และให้คำแนะนำที่ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น 2) ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงต่อไปในอนาคต ควรติดตั้งอุปกรณ์วัดสภาพดินไว้กับแปลงปลูกโดยไม่ได้เคลื่อนย้าย และเมื่อค่าที่วัดได้ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ให้ระบบส่งการควบคุมการรดน้ำและแจ้งเตือนเข้าระบบ และแจ้งเตือนผ่านไลน์ อัตโนมัติ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ ผลการวิจัยพบว่าสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ ดังนี้

1. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ สามารถเชื่อมโยงกับกล้องวัดสภาพดินเพื่อส่งข้อมูล ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความชื้นในดิน ไปยังระบบเพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปลูกกระเทียมได้อย่างเหมาะสม และเป็นไปตามความต้องการของกลุ่มเกษตรกร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุมพร บ่อพิมาย และคณะ (2563 : 60-72) ที่ได้พัฒนาระบบการวัดค่าสภาพอากาศทางการเกษตรด้วยเซนเซอร์ แล้วส่งข้อมูลดังกล่าวผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังสมาร์ทโฟน เพื่อแสดงผลข้อมูลและสารสนเทศต่างๆ ให้กับเกษตรกรเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนและควบคุมปัจจัยต่างๆ ภายในสวนมะม่วงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการวิจัยของ Shylaja, S. N. & Veena, M. B. (2017) ที่ได้ศึกษาวิธีการใช้เซนเซอร์เพื่อวัดค่าความอุดมสมบูรณ์ในดิน (Soil fertility) ส่งข้อมูลผ่านระบบ (Wireless sensor networks: WSN) ซึ่งสามารถตรวจสอบข้อมูลได้แบบทันทีทันใด (Real-time) ทำให้เกษตรกรสามารถนำค่าข้อมูลต่างไปใช้ในการวางแผนการปลูกพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ พบว่าประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้าน Functional Requirement Test ด้าน Function Test ด้าน Usability และด้าน Security Test อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ทองปาน ปรีวัตร และคณะ (2563 : 131-144) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำระบบสารสนเทศเพื่อใช้สำหรับการจัดการข้อมูลโคนม ในพื้นที่ บ้านช้างงาน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งได้นำเอาระบบสารสนเทศไปใช้ประโยชน์เพื่อบริหารจัดการข้อมูลภายในฟาร์มเช่น การจัดเก็บข้อมูลโคนม ข้อมูลการตั้งครรรค์ ข้อมูลการผสมเทียม และข้อมูลการฉีดวัคซีน เป็นต้น ผลการวิจัยพบว่า การนำเอาระบบสารสนเทศไปใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลภายในฟาร์มส่งผลให้การจัดเก็บข้อมูลภายในฟาร์มเป็นระบบมากยิ่งขึ้น เกษตรกรสามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวางแผนการทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลโคนม ทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธิรัตน์ ปิ่นทอง และ สุรีย์พร เกิดผล (2563: 24-30) ที่ได้วิจัยเรื่อง การนำระบบสารสนเทศมาใช้ในการเกษตรเกลือสมุทร โดยใช้รูปแบบการทำงานผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อจัดเก็บข้อมูลเกษตรกรเกลือทะเล และจัดทำฐานข้อมูลเกษตรกรเกลือทะเล ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่า การนำเอาระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการเกษตรเกลือสมุทร สามารถเพิ่มความรวดเร็วการรวบรวมข้อมูลเกษตรกรเกลือ

ทะเลได้ ตลอดจนมีฐานข้อมูลกลางเกษตรกรรมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ และสามารถลดข้อผิดพลาดในการประสานงานระหว่างบุคคลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

3. การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์ พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการใช้งานเครื่องวัดสภาพดินและการเชื่อมโยงกับระบบ ด้านการใช้งานระบบสารสนเทศ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ อยู่ในระดับดี นอกจากนี้พบว่า การนำระบบสารสนเทศเพื่อนำมาจัดการสำหรับการปลูกกระเทียม ทำให้เกษตรกรสามารถทราบถึง สภาพของดินในแปลงปลูก เช่น ค่าธาตุอาหารในดิน ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความชื้นในดิน รวมถึงได้ทราบค่าความเหมาะสมของสภาพดินในแต่ละช่วยอายุ ตลอดจนคำแนะนำการปลูกและคำแนะนำจากปราชญ์ชาวบ้าน ซึ่งสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการบริหารจัดการการปลูกกระเทียมอินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพ และยังสามารถควบคุมปริมาณการให้ปุ๋ยและการให้น้ำกับกระเทียมตามช่วยอายุอย่างเหมาะสม ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต และส่งผลให้ผลผลิตการปลูกกระเทียมอินทรีย์มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น เกษตรกรมีรายได้ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัทมา ตรีมงคล และ กิตติยา ปัญญาเยาว์ (2564:41-54) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกการนำระบบสารสนเทศเพื่อประยุกต์ใช้ในการท่องเที่ยวโดยชุมชน ของกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1 ผลการศึกษาพบว่า ชุมชนท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีความต้องการนำเอาระบบสารสนเทศเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสาร และสำหรับนักท่องเที่ยวก็ต้องการข้อมูลสารสนเทศเพื่อรับรู้ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวที่ดึงดูดใจ ซึ่งข้อมูลต่างๆเหล่านี้ สามารถจัดเก็บและเผยแพร่ผ่านระบบสารสนเทศได้เป็นอย่างดี และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลผลประเมินประสิทธิภาพของระบบและประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ ผู้วิจัยสามารถสรุปข้อเสนอแนะออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการนำระบบสารสนเทศและเครื่องวัดสภาพดินไปทดสอบการใช้งาน พบว่า การแจ้งเตือนการวัดสภาพดินมีปัญหา ไม่สามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ได้ ผู้เชี่ยวชาญ จึงแนะนำให้ปรับปรุงการแจ้งเตือนการวัดสภาพดินให้มีความถูกต้องแม่นยำ และระบบสารสนเทศยังขาดส่วนระบบรายงาน จึงแนะนำให้เพิ่มระบบรายงานเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวางแผนการปลูกได้ดียิ่งขึ้น สำหรับสำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้งานเมื่อนำระบบไปใช้งานบางครั้งพบปัญหาเรื่องการเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวัดสภาพดินกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึง

แนะนำให้ปรับปรุงวิธีการเชื่อมโยงกล่องวัดดินกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและส่งข้อมูลมายังระบบสารสนเทศ ให้ใช้งานง่ายยิ่งขึ้น และปรับปรุงการให้คำแนะนำที่ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากระบบสารสนเทศที่มียังไม่ครอบคลุมถึงงานการเก็บเกี่ยว ผู้เชี่ยวชาญจึงแนะนำให้เพิ่มระบบงานให้ครอบคลุมไปถึงการเก็บเกี่ยว และเพิ่มระบบรายงานข้อมูลต่างๆที่เป็นโยชน์ต่อเกษตรกรในการวางแผนการปลูกในปีต่อไป และจากปัญหาการเชื่อมต่อระหว่างกล่องวัดดินและระบบสารสนเทศ กลุ่มผู้ปลูกกระเทียมอินทรีย์ แนะนำให้พัฒนาระบบการวัดสภาพดิน สามารถติดตั้งไว้กับแปลงปลูกโดยไม่ต้องเคลื่อนย้าย และเมื่อค่าที่วัดได้ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ให้มีระบบส่งการอัตโนมัติเช่น การรดน้ำ เป็นต้น และการแจ้งเตือนข้อมูลต่างๆ ผ่านแอปพลิเคชัน

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์จิรา รุ่งเจริญ. (2563). “กระเทียมอินทรีย์” อาหารดีจากพื้นที่สูง. [Online] <https://www.hrdi.or.th/Articles/Detail/84> [15 พฤษภาคม 2565].
- จารุณี ภัทรวงษ์ธนา สุพัฒน์วรี ทิพย์เจริญ พงศ์กร จันทราช. (2560). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการจัดทำแผนพัฒนาชุมชนในพื้นที่ชุมชนกึ่งเมืองตำบลสารภี อำเภอสาร์ภีจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อรองรับการบริหารจัดการชุมชนแบบมีส่วนร่วมสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*. 11 (4), 128-146
- ทองปาน ปรีวีตา พันธวุธ จันทรมงคล จตุรงค์ จิตติยพล พงษ์ศักดิ์ ดรพินิจ และอรรณพ ปรีวัตร. (2563). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลโคนม: กรณีศึกษา เกษตรกรผู้เลี้ยง โคนม บ้านช้างงาน อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น. *วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*. 8 (1), 131-144
- ธิดารัตน์ ปิ่นทอง และ สุรีย์พร เกิดผล. (2563). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการเกษตรกรเกลือสมุทร. *วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม*. 1 (4), 24-30
- ปัทมา ตรีมงคล และ กิตติยา ปัญญาเยาว์. (2564). การพัฒนาระบบสารสนเทศการท่องเที่ยวโดยชุมชนของกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1. *วารสารวิชาการ RMUTT Global Business and Economics Review*. 16 (1), 41-54

- พรทิพย์ กัญญา ฐิติรัตน์ สีสมาน กฤตชัย เจียมเกาะ ปฏิพัทธ์ สีคำแสน ปภาณ ไชยสงคราม พิพัฒน์ ไกลมณี และอุมาพร บ่อพิมาย. (2565). การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*. 7 (1), 33-45
- สถาบันอาหาร. (2560). “อาหารเพื่อสุขภาพ” โอกาสและการเติบโตที่น่าจับตามอง. [Online] <http://fic.nfi.or.th/foodsectordatabankNews-detail.php?smid=1559#:~:text=จากการสำรวจของ%20Euromonitor,มีกำลังซื้อค่อนข้างสูง> [15 พฤษภาคม 2565].
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.). (2564). *อาหารเพื่อสุขภาพ เทรนด์ร้อนยุค New Normal*. [Online] <https://resourcecenter.thaihealth.or.th/article/อาหารเพื่อสุขภาพ-เทรนด์ร้อนยุค-new-normal> [15 พฤษภาคม 2565].
- สิทธิโชค พรค์พิทักษ์ อรรถวุธ แก้วสีขาว และธนาพล ตรีสกุล. (2564). การพัฒนาระบบแจ้งเตือนสถานะแวดล้อมทางการเกษตรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกรณีศึกษาสวนมะม่วง. *วารสารวิชาการ “การจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม”*, 8 (1), 60-72.
- อุมาพร บ่อพิมาย นิคม ลนขุนทด อัญญา วรรณกายนต์ และเที่ยงธรรม สิทธิจันทเสน. (2563). ระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะเกษตรอินทรีย์. *วารสารมหาดูพานาครทรรค์*, 7 (11), 63-78.
- Shylaja, S. N. & Veena, M. B. (2017). (2017). *Real-time Monitoring of Soil Nutrient Analysis Using WSN*. [Online] <https://ieeexplore.ieee.org/document/8390018> [April 20, 2022]
- Saurabh, S., Adit, C., Pranit, S., Abdur R. S., & Namrata, A.. (2021). Soil Monitoring and Recommendation System. *Proceedings of the 4th International Conference on Advances in Science & Technology (ICAST2021)*. May 7, 2021. India: K J Somaiya Institute of Engineering and Information Technology

[350]

Citation:

ทองปาน ปริวัตร และ อนุชา ดีผาง. (2565). ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการปลูกกระเทียมอินทรีย์. *วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ*, 2 (4), 329-350.
Pariwat, T., & Deeaphang, A., (2022). Management Information System for Organic Garlic Cultivation. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 2 (4), 329-350; DOI: <https://doi.org/10.14456/iarj.2022.61>