

ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ด ในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์

IoT System for Humidity and Temperature Monitoring to Promote Cultivation of Mushrooms in Greenhouses to have a Complete Product

ธรัช อารีราษฎร์^{1*} และ วรปภา อารีราษฎร์²

Tharach Arreerard^{1*} and Woraphapa Arreerard²

สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม^{1,2}

Information Technology Management Program, Faculty of Information Technology,

Rajabhat Maha sarakham University^{1,2}

E-Mail: dr.tharach@rmu.ac.th, dr.worapapha@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ 2) พัฒนาระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ และ 3) ถ่ายทอดระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ สุ่มชุมชนต้นแบบ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ชุมชนบ้านดงน้อย ตำบลเขวาสินรินทร์ อำเภอมือเือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 โรงเรือน ซึ่งเป็นโรงเรือนของชุมชน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน 3) แบบประเมินประสิทธิผลของการดำเนินงานเพาะเห็ดในโรงเรือนของชุมชน และ 4) แบบสำรวจความพึงพอใจของชุมชนที่มีต่อระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน ได้แก่ 1.1) ระบบควบคุม 1.2) ระบบการจ่ายน้ำภายในโรงเรือน 1.3) ระบบการกระจายความร้อนในโรงเรือน 1.4) ระบบดูดอากาศออกจากโรงเรือน และ 1.5) ระบบการสร้างความร้อนในโรงเรือน โดยองค์ประกอบของระบบไอโอที มีความเหมาะสมโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด 2) ระบบควบคุมสามารถสั่งการให้ทุกระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเงื่อนไข และสถานการณ์ที่ตั้งไว้ โดยประสิทธิภาพของระบบไอโอทีที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) ประสิทธิภาพมากกว่าการดำเนินการโดยวิธีปฏิบัติของชุมชนที่ผ่านมา ทั้งนี้เนื่องมาจากระบบไอโอทีที่พัฒนามีการควบคุมความชื้น และอุณหภูมิในโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการผลิตดอกเห็ด ดังนั้นจึงส่งผลต่ออัตราก่อนเชื้อเห็ดเสียหายจากเชื้อราดำ ซึ่งมีอัตราส่วนที่เป็นเชื้อราน้อย นอกจากนี้ส่งผลต่อผลผลิตที่สามารถจัดเก็บได้ระยะเวลายาวนานขึ้น และผลผลิตมีน้ำหนักดี ดอกอวบ และอึมน้ำ และมีการเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แต่ละรอบของการจัดเก็บได้จำนวนที่มาก ในขณะเดียวกันผลจากการใช้ระบบสามารถดำเนินการได้ตลอดทั้งปี เพราะมีระบบการสร้างความร้อนในโรงเรือน และควบคุมความชื้นที่เหมาะสมภายในโรงเรือน โดยชุมชนมีความพึงพอใจต่อระบบไอโอทีโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ไอโอที, การตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ, การเพาะเลี้ยงเห็ด

Abstract

This research objectives were 1) to study components of the IoT system for humidity and temperature monitoring to promote Cultivation of mushrooms in greenhouses to have a complete product, 2) to develop the IoT, and 3) to transfer the IoT system to community. The target group was a planting house of BanDongNoi community in Khwao, Maueng, Mahasarakham. The research tools were 1) the system fitness assessment form, 2) the system performance assessment form, 3) the system effectiveness assessment, and 4) the system satisfaction questionnaire. The statistics used in this research were mean and standard deviation.

The research results were as followed: 1) the system components were comprised of 1.1) the control system, 1.2) the water supply system, 1.3) the heat distribution system, 1.4) the air suction system, and 1.5) the heat generating system, where the system components were suitable at the highest level. 2) the control system was able to manage the systems in accordance with the set condition and situation. The system performance assessed by experts was at the highest level. 3) Using the system yielded the better effectiveness because the system was able to control humidity and temperature in the planting house. Therefore, this lower the rate of mushroom being damaged by black mold. Besides, it also increased the quality of mushrooms such as weight and moist in the mushrooms, as well as the quantity. The mushrooms can be preserved longer and grew regularly. The system was able to function throughout the year because of the heat generating system and humidity control system which satisfied the community at the highest level.

Keywords: IOT, humidity and temperature, cultivation of mushrooms

บทนำ

เห็ดเป็นราชนิดหนึ่ง มีการเจริญเติบโตเริ่มมาจากเส้นใยของเห็ดราที่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือ ในที่มีอาหาร ความชื้น และอุณหภูมิที่พอเหมาะ ก้อนเห็ดอ่อนเจริญมีขนาดใหญ่ขึ้นแล้วปริแตก และยืดยาวออกไปในอากาศ เผยให้เห็นส่วนต่าง ๆ ของดอกเห็ด [1] เห็ดจัดเป็นพืชผักที่สำคัญทางเศรษฐกิจของโลก ประชาชนทั่วไปนิยมเก็บเห็ดป่า และซื้อเห็ดมาบริโภคเป็นอาหารประจำวัน เห็ดหลายชนิดมีคุณค่าทางอาหารสูง รสชาติดี และเห็ดบางชนิด เช่น เห็ดหอม และเห็ดหลินจือ มีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะหรือป้องกันโรคร้ายแรงบางชนิด จึงทำให้ประชาชนหันมาบริโภคกันมากขึ้น [2] เห็ดที่รับประทานกันทั่วไปจะเป็นเห็ดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยจะเกิดเฉพาะช่วงฤดูกาลเท่านั้น เมื่อมีผู้นิยมบริโภคกันมากขึ้น จึงทำให้เกิดการพัฒนาไปสู่การเพาะเห็ดในเชิงการค้ามากขึ้น [3]

การเพาะเห็ดในโรงเรือนถือเป็นแนวทางการผลิตเห็ดเพื่อการค้า ดังนั้นโรงเรือนจึงมีความสำคัญต่อการเพาะเห็ด การสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดนั้น จำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดที่ดี โดยส่วนใหญ่จะต้องมีลักษณะดังนี้ คือ สถานที่ที่จะใช้เพาะเห็ดควรจะมีลักษณะเป็นที่โล่งแจ้งอากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่มีน้ำท่วมขังหรือเปียกชื้นมากเกินไป มีระบบระบายน้ำที่ดี ไม่เป็นที่มีสารปนเปื้อนยาฆ่าแมลงและเชื้อรา ลักษณะของสภาพดินไม่เป็นดินเค็ม เพราะความเค็มของดินจะทำให้เส้นใยของเห็ดไม่รวมตัวกันเป็นดอกเห็ด [1] สอดคล้องกับประสิทธิ์ กาบจันทร์ [4] กล่าวว่า การสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับสภาพภายในบริเวณโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเห็ด ลักษณะโรงเรือนส่วนมากสร้างเป็นแบบหน้าจั่ว วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายตามความเหมาะสมของแต่ละท้องถิ่น ท่าเลที่ตั้งโรงเรือนควรเป็นที่ลม แสงแดดไม่จัด

ลมไม่โกรก น้ำท่วมไม่ถึง ไม่เป็นบริเวณที่ผู้คนพลุกพล่าน หรืออยู่ใกล้คอกปศุสัตว์ โดยสภาพอากาศมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ด เห็ดแต่ละชนิดมีความต้องการสภาพอากาศของอุณหภูมิที่ไม่เท่ากัน เช่น เห็ดฟางชอบอากาศร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 35 – 37 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงนิยมเพาะเห็ดในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน เพราะเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด แต่ถ้าเป็นฤดูหนาวเห็ดจะไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าไรนัก แต่ก็สามารถทำได้โดยใช้พลาสติกคลุมแล้วปล่อยให้แดดส่องในช่วงเวลากลางวัน เพื่อให้กองฟางมีการเก็บสะสมความร้อนไว้ ส่วนเห็ดนางฟ้าและเห็ดนางรมอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ ในช่วง 25 – 35 องศาเซลเซียส [5] ส่วนความชื้นมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยการเกิดดอกและการเจริญเติบโตของดอกเห็ด แต่ถ้าความชื้นมากเกินไป เส้นใยจะช้มน้ำมากและตายได้ ดอกเห็ดเล็ก ๆ ที่ถูกรดน้ำจะไปช้มน้ำอยู่บริเวณรอยต่อของเส้นใยกับดอกเห็ด ทำให้ส่งอาหารไปยังดอกเห็ดไม่ได้จึงฝ่อและตายลงได้ แต่ถ้าแห้งไปดอกเห็ดจะกระด้างหรือมีรอยแตกและดอกเห็ดไม่เจริญเติบโต [6] ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นต้องมีการควบคุมสภาพอากาศทั้งความชื้น และอุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรักษาผลผลิตให้มีความสมบูรณ์ทั้งในปริมาณและคุณภาพ

การควบคุมสภาพอากาศทั้งความชื้น และอุณหภูมิ อย่างสม่ำเสมอเพื่อรักษาผลผลิตให้มีความสมบูรณ์ทั้งในปริมาณและคุณภาพ สามารถทำได้โดยใช้เทคโนโลยีช่วยดำเนินการตรวจสอบ และแจ้งเตือนให้กับเกษตรกรให้ทราบได้อย่างต่อเนื่อง Shashwathi, Priyam, & Suhas [7] กล่าวว่า การนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาปรับใช้กับการเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้น การนำเอาเทคโนโลยีรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการมากขึ้น ทำให้สามารถลดแรงงานด้านการเกษตร ซึ่งในปัจจุบันแรงงานในส่วนของการเกษตรก็จะยิ่งลดลงไปเรื่อย ๆ ยิ่งในประเทศที่พัฒนาแล้วก็จะยังมีแรงงานภาคการเกษตรที่ลดลง แต่ประเทศดังกล่าวมาให้ความสนใจภาคการเกษตรมากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ มาช่วยในการจัดการ ส่งผลให้เกิดการผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพ และปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด จึงควรหันมาให้ความสำคัญในด้าน การเกษตรแบบอัจฉริยะ และควรนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้กับภาคเกษตรให้มากขึ้น

ชุมชนบ้านเหล่าน้อย หมู่ที่ 10 ตำบลเขวาสี อำเภอมือง จังหวัดมหาสารคาม มีประชากร 340 คน จำนวน 84 ครัวเรือน อาชีพหลัก คือ การทำนา อาชีพรอง คือ การปลูกพืชผัก และเลี้ยงสัตว์ แต่ละครัวเรือนมีรายได้เฉลี่ยปีละ 159,277 และมีรายได้เฉลี่ยคนละ 46,679 บาทต่อคนต่อปี ประชาชนในหมู่บ้านมีการรวมกลุ่มและน้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาปฏิบัติ การทำการเกษตรโดยส่วนใหญ่ดำเนินการโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ดังนั้นกระบวนการผลิตต่าง ๆ จึงยังไม่มีมีการนำเทคโนโลยีไปใช้ช่วยดำเนินการ ดังนั้นผลผลิตจึงขึ้นอยู่กับ การดูแลโดยเกษตรกร ซึ่งอาจจะไม่ต่อเนื่อง สม่าเสมอ ส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของผลผลิตทั้งในปริมาณ และคุณภาพ

จากสภาพการณ์ดังกล่าว คณะผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการพัฒนาชุมชนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากให้มีความมั่นคง ยั่งยืน การพัฒนาระบบเทคโนโลยีเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการควบคุมผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะเห็ดในโรงเรือน ที่สามารถตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิให้กับเกษตรกรอย่างต่อเนื่องก็จะช่วยให้เกษตรกรลดภาระการตรวจสอบ สามารถใช้เวลาในการทำงานอย่างอื่นได้มากขึ้น อีกทั้งสามารถป้องกันหรือควบคุมความชื้นและอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้อย่างเหมาะสม ท้นการณ์อยู่เสมอ ประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งผลให้เกษตรกรมีผลผลิตที่สมบูรณ์ในทั้งปริมาณ และคุณภาพ สามารถจำหน่ายผลผลิตได้ราคาตามความเหมาะสม

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์
- 1.2 เพื่อพัฒนาระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์
- 1.3 เพื่อถ่ายทอดระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ สู่ชุมชนต้นแบบ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เบญจพล เรืองศักดิ์, และณัฐภูมิ ชันมั่ง [8] กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ได้แก่ อุณหภูมิ อุณหภูมิมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเป็นอย่างมาก ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการออกของสปอร์เห็ด เส้นใยเจริญดีที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส และเกิดดอกได้ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ถ้าร้อนเกินไปดอกเห็ดจะเล็กและบานเร็วกว่าธรรมดา ถ้าเย็นเกินไปเส้นใยเจริญช้าลงจนหยุดเจริญก็มีความชื้น ความชื้นจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย การเกิดดอกและการเจริญเติบโตของดอกเห็ด แต่ภายในดอกเห็ดถ้าความชื้นมากเกินไป เส้นใยจะชุ่มน้ำมากและตายได้ ซึ่งความชื้นที่พอเหมาะให้กับเห็ดอยู่ที่ 75-85% ในส่วนแสง แม้ว่าแสงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการรวมตัวของเส้นใยเห็ดเพื่อเกิดเป็นดอก แต่แสงก็ไม่มีผลจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด และในทางตรงกันข้ามแสงจะเป็นตัวทำให้ดอกเห็ดเปลี่ยนสีคล้ำขึ้น ต่างกับเห็ดที่ขึ้นในที่มืดซึ่งจะมีสีขาวเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ความเป็นกรดต่าง (pH) ผลของกรดต่างมีผลที่สำคัญต่อการผลิตเห็ดเช่นกัน เห็ดฟางชอบสภาพเป็นกลางหรือกรดเล็กน้อยความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมสำหรับเห็ดฟางควรอยู่ในระดับ 5-8 อากาศ ทุกระยะของการเจริญเติบโตของเห็ดล้วนแต่ต้องการอากาศในการหายใจทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่กำลังจะเกิดดอกและเกิดดอกแล้ว

เสกสรรค์ ศิริลย์ [9] กล่าวว่า Internet of Things หรือเรียกสั้นๆ ว่า IoT คือ การที่สิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันบนโลกของอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถควบคุมหรือสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเปิด-ปิดไฟแอร์ โทรทัศน์ ฯลฯ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยสมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ นอกจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราแล้ว IoT ยังถูกนำไปใช้กับทางการแพทย์ การเกษตร เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม และอื่นๆ อีกจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้าน Smart Farming หรือเกษตรอัจฉริยะ เป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้กับงานด้านการเกษตร เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตและแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูก เช่น การใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ต่าง ๆ มาวัดคุณภาพดิน ความชื้น หรือสภาพอากาศ และนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม 2) การดูแลรักษาและเพิ่มผลผลิต เช่น ระบบให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชที่ต้องการการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้น และ 3) พ่นแรงและลดภาระหรือความเสี่ยงให้กับเกษตรกร เช่น การใช้โดรนติดตั้งอุปกรณ์สำหรับฉีดพ่นสารเคมีในที่สูงหรือยากต่อการเข้าถึง อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงต่อตัวเกษตรกรในการได้รับสารเคมีที่เป็นอันตรายโดยตรง

ศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่, และอดิสร ถมยา [10] ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลบึงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ผลวิจัยพบว่า กลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลห้างฉัตร จังหวัดลำปาง มีความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของเห็ดอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.26 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.7 สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตเห็ดเฉลี่ย 10.1 กิโลกรัมต่อการเก็บผลผลิตเห็ด 1 ครั้ง ทางคณะผู้วิจัยได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบควบคุมดังกล่าวสู่ชุมชนโดยมีการจัดอบรมและให้ความรู้ความเข้าใจในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ด และสร้างสัมพันธ์อันดีระหว่างกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดและคณะผู้วิจัย

วีรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ, และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ [11] ได้วิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอที ควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า ผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ ซึ่งให้ผลผลิตเป็นที่พอใจ และในส่วนของทดสอบผลผลิตของดอกเห็ด พบว่า เห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุม อุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไป และเมื่อนำดอกเห็ดที่ได้มาชั่งน้ำหนัก พบว่า เห็ดที่ได้ จากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีน้ำหนักเฉลี่ยก่อนละ 1.506 กิโลกรัม และมีค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน 0.17 ซึ่งเมื่อเทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไปพบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.206 กิโลกรัมและมีค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด และนอกจากการควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ด เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน
- 1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริม การเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน
- 1.3 แบบประเมินประสิทธิผลของการดำเนินงานเพาะเห็ดในโรงเรือนของชุมชน
- 1.4 แบบสำรวจความพึงพอใจของชุมชนที่มีต่อระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน

2. กลุ่มเป้าหมาย

ชุมชนบ้านดงน้อย ตำบลเขาวา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ให้ระบุขั้นตอน หรือระยะที่ดำเนินการวิจัยเป็นข้อ ๆ ตามลำดับการวิจัย

จัดแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริม การเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

- 3.1.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3.2.1 ลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลในชุมชน ในด้านสภาพแวดล้อมของโรงเรือน ข้อมูลในการควบคุมโรงเรือน ในระหว่างเพาะเห็ด และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3.1.3 สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและ อุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน
- 3.1.4 สรุปผลจากการลงพื้นที่ และสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ และนำข้อมูลมาออกแบบองค์ประกอบของ ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน
- 3.1.5 ประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและ อุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน โดยผู้เชี่ยวชาญ
- 3.1.6 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้น และอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2 การพัฒนาของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริม การเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

3.2.1 นำองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน ที่ศึกษาได้ในระยะที่ 1 มาเป็นกรอบในการออกแบบระบบ

3.2.2 พัฒนาระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน

3.2.3 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน

3.2.4 ประเมินความเหมาะสมของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน โดยผู้เชี่ยวชาญ

3.2.5 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 3 การถ่ายทอดระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์สู่ชุมชนต้นแบบ และศึกษาผลหลังการใช้ระบบไอโอทีที่พัฒนามีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

3.3.1 ลงพื้นที่ชุมชนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อสร้างความเข้าใจในการถ่ายทอดระบบที่พัฒนาขึ้น

3.3.2 ติดตั้งระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน ในโรงเรือนของชุมชนกลุ่มเป้าหมาย

3.3.3 จัดเก็บข้อมูลตามระยะเวลาของการวิจัย โดยคณะผู้วิจัยลงพื้นที่ชุมชนกลุ่มเป้าหมาย จัดประชุมสะท้อนผลการวิจัยจากการใช้ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ ตามประเด็นต่าง ๆ ที่กำหนด

3.3.4 สรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงานผลการวิจัย

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ [12]

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

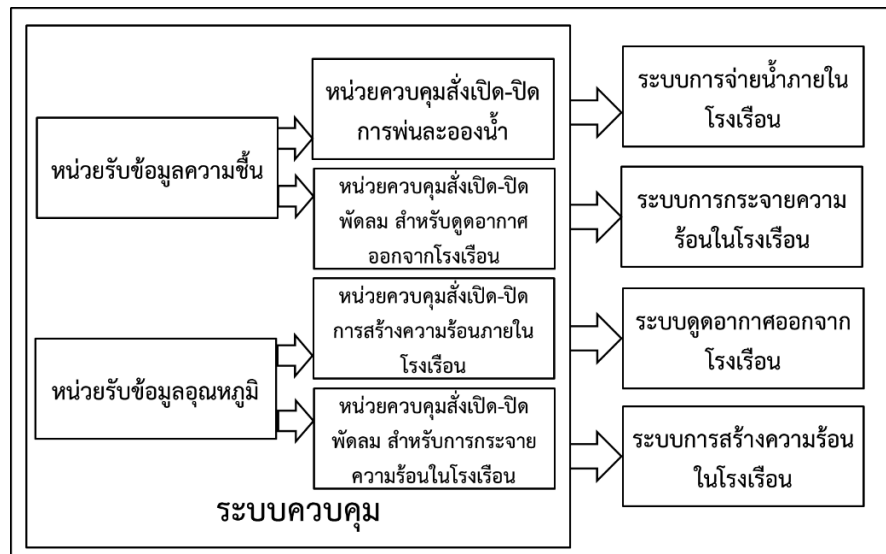
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลศึกษาองค์ประกอบของระบบไอโอที สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยลงพื้นที่เพื่อศึกษาบริบท สภาพปัญหา และนำไปเป็นข้อมูลในการออกแบบองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน ดังแสดงในภาพที่ 1 มีซึ่งองค์ประกอบประกอบด้วย 1) ระบบควบคุม ประกอบด้วย 1.1) หน่วยรับข้อมูลความชื้น 1.2) หน่วยรับข้อมูลอุณหภูมิ 1.3) หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดการพ่นละอองน้ำ 1.4) หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดพัดลม สำหรับดูดอากาศออกจากโรงเรือน ในกรณีเมื่อมีความชื้นภายในโรงเรือนเกินจากที่กำหนดไว้ 1.5) หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดการสร้างความร้อนภายในโรงเรือน และ 1.6) หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดพัดลม สำหรับการกระจายความร้อนในโรงเรือน

ในกรณีเมื่อมีสร้างความร้อนขึ้นภายในโรงเรือน 2) ระบบการจ่ายน้ำภายในโรงเรือน 3) ระบบการกระจายความร้อนในโรงเรือน 4) ระบบดูดอากาศออกจากโรงเรือน และ 5) ระบบการสร้างความร้อนในโรงเรือน



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ

ผู้วิจัยนำองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนที่ได้ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 1

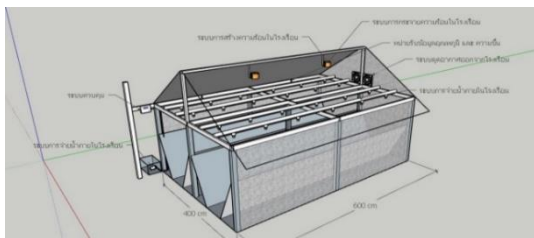
ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน

รายการความเหมาะสม	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. ระบบควบคุม	4.61	0.47	มากที่สุด
1.1 หน่วยรับข้อมูลความชื้น	4.54	0.35	มากที่สุด
1.2 หน่วยรับข้อมูลอุณหภูมิ	4.55	0.56	มากที่สุด
1.3 หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดการพ่นละอองน้ำ	4.67	0.50	มากที่สุด
1.4 หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดพัดลม สำหรับดูดอากาศออกจากโรงเรือน ในกรณีเมื่อมีความชื้นภายในโรงเรือนเกินจากที่กำหนดไว้	4.34	0.57	มาก
1.5 หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดการสร้างความร้อนภายในโรงเรือน	4.73	0.47	มากที่สุด
1.6 หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดพัดลม สำหรับการกระจายความร้อนในโรงเรือน ในกรณีเมื่อมีสร้างความร้อนขึ้นภายในโรงเรือน	4.84	0.38	มากที่สุด
2. ระบบการจ่ายน้ำภายในโรงเรือน	4.75	0.50	มากที่สุด
3. ระบบการกระจายความร้อนในโรงเรือน	4.57	0.61	มากที่สุด
4. ระบบดูดอากาศออกจากโรงเรือน	4.55	0.56	มากที่สุด
5. ระบบการสร้างความร้อนในโรงเรือน	4.32	0.51	มาก
เฉลี่ยรวม	4.61	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อความเหมาะสมขององค์ประกอบของระบบไอโอที สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.61 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.50) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า มีความเหมาะสมขององค์ประกอบอยู่ในระดับมาก ถึงมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.32-4.84 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.35-0.61)

2. ผลพัฒนาระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยจัดทำโครงร่างของโรงเรือนและวางแผนการนำระบบไปติดตั้งในโรงเรือน ดังแสดงในภาพที่ 2(ก) และพัฒนาระบบตามภาพที่ 2 (ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 โครงร่างของโรงเรือนและวางแผนการนำระบบไปติดตั้งในโรงเรือน และ การพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยนำระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนที่ได้ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบประสิทธิภาพ โดยใช้แบบประเมินประสิทธิภาพ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบไอโอที สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน

รายการประสิทธิภาพ	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. ระบบควบคุม	4.68	0.49	มากที่สุด
1.1 หน่วยรับข้อมูลความชื้นสามารถส่งข้อมูลให้กับหน่วยควบคุม ได้อย่างต่อเนื่อง	4.68	0.50	มากที่สุด
1.2 หน่วยรับข้อมูลอุณหภูมิสามารถส่งข้อมูลให้กับหน่วยควบคุม ได้อย่างต่อเนื่อง	4.80	0.41	มากที่สุด
1.3 หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดการพ่นละอองน้ำ สามารถสั่งการระบบที่เกี่ยวข้องได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.64	0.48	มากที่สุด
1.4 หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดพัดลม สำหรับดูดอากาศออกจากโรงเรือน สามารถสั่งการระบบที่เกี่ยวข้อง ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.65	0.54	มากที่สุด
1.5 หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดการสร้างความร้อนภายในโรงเรือน สามารถสั่งการระบบที่เกี่ยวข้อง ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.51	0.59	มากที่สุด
1.6 หน่วยควบคุมสั่งเปิด-ปิดพัดลม สำหรับการกระจายความร้อนในโรงเรือน สามารถสั่งการระบบที่เกี่ยวข้อง ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ระบบการถ่ายน้ำภายในโรงเรือน สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ระบบการกระจายความร้อนในโรงเรือนสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ระบบดูดอากาศออกจากโรงเรือนสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.60	0.45	มากที่สุด
5. ระบบการสร้างความร้อนในโรงเรือนสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.80	0.41	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.72	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.72 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.42) เมื่อพิจารณารายชื่อ พบว่า มีความเหมาะสมของประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ถึงมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.51-5.00 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0-0.54)

3. ผลการถ่ายทอดระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ ชุ่มชื้นต้นแบบ

เมื่อผู้วิจัยดำเนินการติดตั้งระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนแล้วเสร็จ ได้ประสานกับชุมชนนาก่อนเพาะเห็ดไปจัดวางในโรงเรือน จำนวน 2,500 ก้อน โดยเป็นเห็ดนางรม เห็ดอั่งการ์ และเห็ดภูฐานผสมกัน ดังแสดงในภาพที่ 3 (ก) และ (ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 การติดตั้งระบบควบคุมและการวางก้อนเห็ด

หลังจากที่ชุมชนดำเนินการเพาะเห็ดผ่านไปช่วงระยะเวลา 5 เดือน ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ชุมชนใน 6 ประเด็น พบว่า มีประสิทธิผลมากกว่าการดำเนินการโดยวิถีปฏิบัติของชุมชนที่ผ่านมา มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของการดำเนินงานเพาะเห็ดในโรงเรือนของชุมชน

ประเด็น	ผลจากการดำเนินงาน	
	การดำเนินการโดยวิถีปฏิบัติของชุมชน	การดำเนินการโดยใช้ระบบควบคุม
ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว	3-4 เดือน	5-6 เดือน
อัตราก่อนเชื้อเห็ดเสียหาย (จากเชื้อราดำ)	1) หากมีการดูแลอย่างสม่ำเสมอ อัตราก่อนเชื้อเห็ดเสียหายจะอยู่ในช่วง 10% ของจำนวนก้อนที่วางในโรงเรือน 2) หากไม่มีการดูแลอย่างสม่ำเสมอ อัตราก่อนเชื้อเห็ดเสียหายจะอยู่ในช่วง 20% ของจำนวนก้อนที่วางในโรงเรือน	อัตราก่อนเชื้อเห็ดเสียหายจะอยู่ในช่วง 2% ของจำนวนก้อนที่วางในโรงเรือน
คุณภาพของดอกเห็ด	น้ำหนักค่อนข้างเบา ดอกแห้ง	น้ำหนักดี ดอกอวบ และอมน้ำ
การดูแลรักษาผลผลิต	ต้องมีการดูแลสม่ำเสมอ เช่น การรดน้ำ การเปิดโรงเรือนระบายอากาศ เป็นต้น หากไม่มีการดูแลอย่างสม่ำเสมอ จะไม่มีผลผลิตเก็บเกี่ยวในแต่ละวัน หรือแต่ละรอบของการเก็บเกี่ยว	ไม่จำเป็นต้องมีการดูแลในโรงเรือน ชุมชนรอเก็บเกี่ยวผลผลิตเพียงอย่างเดียว
ช่วงระยะเวลาการดำเนินงาน	ประมาณเดือนมีนาคม-ตุลาคม	ตลอดทั้งปี เพราะมีระบบการทำความร้อน ความชื้นที่เหมาะสมภายในโรงเรือน
ผลผลิต(ต่อครั้งในการเก็บ)	1-3 กก.	3-15 กก.
รายได้ (จากต้นทุน)	กำไร 20%	กำไร 60%

ผู้วิจัยได้ศึกษาความคิดเห็นของชุมชนในด้านความพึงพอใจที่มีต่อระบบไอโอที่สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน หลังจากได้ใช้ระบบในโรงเรือนเป็นระยะเวลา 5 เดือน ผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของชุมชนที่มีต่อระบบไอโอที่สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน

รายการความพึงพอใจ	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. ระบบช่วยให้ชุมชนมีเวลามากขึ้น เนื่องจากไม่ต้องดูแลโรงเรือน เช่น การรดน้ำ การเปิดโรงเรือนระบายอากาศ เป็นต้น	4.94	0.49	มากที่สุด
2. ระบบช่วยให้ชุมชนมีอัตราก่อนเชื้อเห็ดเสียหายจากเชื้อราดำน้อยลง	4.70	0.52	มากที่สุด
3. ระบบช่วยให้ชุมชนจัดเก็บผลผลิตต่อรอบหรือต่อครั้ง ได้จำนวนมากขึ้น	4.74	0.57	มากที่สุด
4. ระบบช่วยให้ชุมชนสามารถผลิตรายได้ในโรงเรือนได้ทุกฤดูกาล	4.82	0.51	มากที่สุด
5. ระบบช่วยให้ชุมชนสามารถจัดเก็บดอกเห็ดในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น	4.84	0.38	มากที่สุด
6. ระบบช่วยให้ชุมชนมีผลผลิตที่สมบูรณ์ น้ำหนักดี ดอกอวบ และอมน้ำ	4.75	0.50	มากที่สุด
7. ระบบช่วยให้ชุมชนมีรายได้เพิ่มมากขึ้น	4.67	0.61	มากที่สุด
8. ระบบช่วยให้ชุมชนเป็นแบบอย่างในการใช้เทคโนโลยี ส่งผลให้ชุมชนอื่น ๆ มาศึกษาดูงาน	4.73	0.47	มากที่สุด
9. ระบบช่วยให้ชุมชนร่วมกันเก็บเกี่ยวผลผลิตอย่างมีความสุข สร้างความรัก สามัคคีในชุมชน	4.67	0.50	มากที่สุด
10. ระบบเป็นสื่อกลางในการให้ชุมชนมีความสัมพันธ์กับมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	4.55	0.56	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.74	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการสอบถามความพึงพอใจของชุมชนที่มีต่อระบบไอโอที่สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.51) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.55-4.94 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.38-0.61)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการใช้ระบบไอโอที่สำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน พบว่า มีประสิทธิภาพมากกว่าการดำเนินการโดยวิถีปฏิบัติของชุมชนที่ผ่านมา เนื่องจากระบบไอโอที่ที่พัฒนามีการควบคุมความชื้น และอุณหภูมิในโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการผลิตดอกเห็ด ดังนั้นจึงส่งผลต่ออัตราก่อนเชื้อเห็ดเสียหายจากเชื้อราดำ ซึ่งมีอัตราส่วนที่เป็นเชื้อราน้อย นอกจากนี้ส่งผลต่อผลผลิตที่สามารถจัดเก็บได้ระยะเวลายาวนานขึ้น และผลผลิตมีน้ำหนักดี ดอกอวบ และอมน้ำ และมีการเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แต่ละรอบของการจัดเก็บได้จำนวนที่มาก ในขณะที่เดียวกันผลจากการใช้ระบบสามารถดำเนินการได้ตลอดทั้งปี เพราะมีระบบการสร้างความร้อนในโรงเรือน และควบคุมความชื้นที่เหมาะสมภายในโรงเรือน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ บุญยัง สิ่งเจริญ, และสันติ สาแก้ว [1] ลิขิต อานคาเพชร, และธรรบ อักษร [3] ศุภวุฒิ ผากา, และคณะ [10] วีรศักดิ์ ฟองเงิน, และคณะ [11] ปัทมนันท์ อีสรานนทกุล, และชานาญ รักพงษ์ [13] และ สุวลี ชูวณิชย, และเกริกชัย ทองหนู [14] ได้วิจัยเกี่ยวกับระบบไอโอที่ และให้ผลการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัย ยังไม่ได้จัดทำเป็นชุดสำเร็จรูปที่ผู้ใช้อื่น ๆ สามารถนำไปติดตั้งและประยุกต์ใช้ได้ทันที จำเป็นที่ต้องให้คณะวิจัยเป็นผู้ติดตั้งให้ และถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น หากมีผู้สนใจที่ต้องการนำผลวิจัยไปใช้งาน จึงควรติดต่อคณะวิจัย เพื่อทำงานร่วมกันต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีพัฒนาระบบให้เป็นชุดสำเร็จรูป และมีคู่มือการปฏิบัติการ เพื่อนำสู่การเผยแพร่ที่ผู้วิจัยคนอื่น ๆ หรือผู้สนใจรายอื่น ๆ สามารถนำชุดปฏิบัตินี้ไปประยุกต์ใช้งานด้วยตนเอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญยัง สิงห์เจริญ และ สันติ สาแก้ว. (2559). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด. *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1 (The 1st RUSNC)* วันพุธที่ 22 มิถุนายน 2559 ณ ห้องประชุมหัตตรา ชั้น 10 อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. หน้า 176-183.
- [2] ถาวร วินิจสานันท์ และคณะ. (2553). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดและพืชสมุนไพรทางเศรษฐกิจ. กาญจนบุรี : มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี.
- [3] ลิขิต อานคาเพชร และธรรบ อักษร. (2560). โรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2*. วันพุธที่ 26 - พฤหัสบดี 27 กรกฎาคม 2560. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชธานี. หน้า 364-374.
- [4] ประสิทธิ์ กาบจันทร์. (2558). รายงานผลการดำเนินงานโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิตพืชผักระบบเกษตรอินทรีย์เชิงใหม่ : คลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยแม่โจ้ผ่านนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- [5] บรรณ บุรณะชนบท. (2532). *การเพาะเห็ดนางรม-นางฟ้า*. นนทบุรี : สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.
- [6] วารินิ ธรรมชาติไพศาล. (2554). *คู่มือการเพาะเห็ด*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตร.
- [7] Shashwathi, N., Priyam B., & Suhas, K. (2012). Smart farming: A step towards techno savvy agriculture. *International Journal of Computer Applications*, 57(18), 45-48.
- [8] เบญจพล เรืองศักดิ์ และ ณัฐภูมิ ชันมั่ง. (2559). ระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นสำหรับใช้ในโรงเพาะเห็ด. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://eng.kps.ku.ac.th/dblibv2/fileupload/project_IdDoc305_IdPro734.pdf [1/12/2562]
- [9] เสกสรรค์ ศิริวิทย์. (2016). *Internet of Things เมื่อสรรพสิ่งล้วนเชื่อมต่อ (อินเทอร์เน็ต)*. พิษณุโลก : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- [10] ศุภวุฒิ ผากา สันติ วงศ์ใหญ่ และอดิสร ถมยา. (2557). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลยางคก อำเภอกำแพงแสน จังหวัดลำปาง. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยี อดุสสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม 2557 – มิถุนายน 2557*. หน้า 58-69.
- [11] วีรศักดิ์ ฟองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และ รัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม ปีที่ 5 ฉบับที่ 1*. หน้า 172-182.
- [12] ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [13] ปัทมนันท์ อีสรานนทกุล และชำนาญ รักพงษ์. (2562). ระบบควบคุมการให้น้ำเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบพ่นหมอกด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. *JIST Journal of Information Science and Technology Volume 9, NO 1 JAN – JUN 2019*. pp 1-8.
- [14] สุลี ขวณิชย์ และเกริกชัย ทองหนู. (2562). การประยุกต์ใช้ไอโอทีสำหรับระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแครง. *ประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 4 “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อบูรณาการท้องถิ่นอย่างยั่งยืน” วันที่ 7 - 8 กุมภาพันธ์ 2562*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. หน้า 493-494.