

Received: February 28, 2023; Revised: May 12, 2023; Accepted: May 20, 2023

การพัฒนาโรงเพาะเห็ดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและมูลค่าของเห็ดด้วยการควบคุม
ผ่านสมาร์ทโฟนสำหรับวิสาหกิจชุมชนผู้เพาะเห็ด
Development of smart mushroom farm to increase the efficiency and
value of mushrooms by using smartphone control for community
enterprises in mushroom farming

ธนพร พะยอมใหม่^{1*} และสมสิน วางขุนทด¹Tanaporn Payommai^{1*} and Somsin Wangkhuntod¹¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา¹Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima Province

*Corresponding Author E-mail Address: j_payommai@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันคนไทยหันมาใส่ใจดูแลสุขภาพมากขึ้น การบริโภคเห็ดจึงเป็นทางเลือกของผู้ที่รักสุขภาพ ซึ่งเห็ดถือเป็นที่ยอมรับและมีการนำมาประกอบเป็นอาหารรับประทานกันมาก ดังนั้นการเพาะเห็ดมีข้อจำกัดทางสภาพแวดล้อม ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี จึงส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการเพาะเห็ดด้วยระบบสมาร์ทฟาร์ม โดยการพัฒนาและออกแบบโรงเพาะเห็ดที่มีระบบควบคุมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สามารถช่วยให้การเพาะเห็ดเป็นงานง่าย ดูแลได้จากทุกพื้นที่ด้วยการนำนวัตกรรมมาประยุกต์ในการออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมแบบปิดสำหรับตู้เพาะเห็ดฟาร์มอัจฉริยะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้มีอุณหภูมิและความชื้นตามต้องการ โดยใช้การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์มาเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเห็ด เพื่อให้เห็ดที่ได้มีสภาพสมบูรณ์ น้ำหนักดีขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้นต่อเดือน ซึ่งเป็นอาชีพที่เหมาะสมกับในสถานการณ์โควิด ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าขนาดของเห็ดระบบปิดมีขนาดประมาณ 8.6 เซนติเมตร และขนาดของเห็ดนอกตู้เพาะเห็ดมีขนาดประมาณ 6.7 เซนติเมตร โดยการทดลองจากผลผลิตก่อนเชื้อเห็ดจำนวน 300 ก้อนเท่ากัน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเห็ดแบบทั่วไป ซึ่งผลลัพธ์จากการเพาะเห็ดระบบปิดจะได้น้ำหนักของเห็ดที่มากกว่าการเพาะเห็ดแบบทั่วไป 29.3% และจำนวนการรอบการเกิดเห็ดเพิ่มขึ้น จากการทดลองเพาะเห็ดด้วยโรงเพาะเห็ดอัตโนมัติระยะเวลา 1 ปีสามารถสร้างรายได้ต่อเดือนมากกว่า 10,000 บาท

คำสำคัญ: ฟาร์มอัจฉริยะ ไมโครคอนโทรลเลอร์ การเพาะเห็ด

Abstract

Nowadays, Thai people have turned to pay more attention to taking care of their health. Consuming mushrooms is a choice for people who love health that help build a strong body. The mushroom is considered popular and is used as a very common food such as Yanagi mushroom, Phu Thean mushroom, also known as Phutan oyster mushroom, etc. Therefore, the cultivation of mushrooms is subject to environmental restrictions. Resulting in uneven yields throughout the year. Thus, resulting in insufficient quantity and quality to meet consumer demand. The research therefore brings innovation in the design of closed environment control systems as smart farm for mushroom incubators to improve performance mushroom. The objective is to control the environment within the house to have the desired temperature and humidity with the use of temperature control and humidity control and use a microcontroller in order for the mushrooms to be intact free from chemicals and diseases caused by insects. This will make the mushroom weight better. As a result, agriculture earns more per month, which is an ideal occupation in the COVID-19 situation. The results of the research showed that the size of mushrooms inside a closed mushroom incubator was about 8.6 centimeters and the size of mushrooms outside the incubator was about 6.7 centimeters. The experiment yielded 300 identical bales to compare conventional mushroom cultivation with closed-system mushroom cultivation, which resulted in 29.3% more mushroom weight than conventional mushroom cultivation. From the experiment of mushroom cultivation with an automatic mushroom cultivation plant for 1 year, the monthly income can be more than 10,000 baht.

Keywords: Smart farm, Microcontroller, Mushroom

บทนำ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและการเพิ่มประสิทธิภาพโรงเพาะเห็ดแบบครบวงจรผ่านระบบสมาร์ทฟาร์มด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมวิธี ระหว่างเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยพื้นที่วิจัย บ้านสันติเยะ อำเภอนนไทย จังหวัดนครราชสีมา โดยคัดเลือกแบบเจาะจง มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มการผลิตของภาคเกษตรให้เพิ่มขึ้นร้อยละ 20 โดยนำโรงเพาะเห็ดต้นแบบไปใช้ในการผลิตเห็ด ในราคาคู่ค้าต้นทุน ช่วยลดแรงงานในการดูแลรักษาและลดปัญหาการว่างงานของคนในอำเภอนนไทย จังหวัดนครราชสีมา ที่พบกับปัญหาด้านการทำกินบนพื้นที่ดินเค็มและขาดความรู้ด้านการเกษตรแนวใหม่ ขาดความรู้ด้านการบริหารจัดการน้ำที่เพียงพอ โดยศึกษาจากหลักการตามแนวคิดทฤษฎีและรูปแบบการพัฒนาศักยภาพทางการเกษตร ผลการสำรวจระบบนิเวศ สภาพแวดล้อม รวมถึงปัญหาและอุปสรรคในการทำเกษตร โดยนำข้อมูลต่าง ๆ มาเป็นแนวทางการพัฒนารูปแบบการเกษตรแนวใหม่ที่มีการวางระบบการบริหารจัดการน้ำ การใส่ปุ๋ย การดูแลที่เหมาะสมผ่านเทคโนโลยี เพื่อลดเวลา ซึ่งจากการตรวจสอบความเหมาะสมหรือความเป็นไปได้ของแนวทางที่ค้นพบ จากนั้นจึงออกแบบ คิดวิเคราะห์หารูปแบบแนวทางการพัฒนาและยกระดับรูปแบบการเกษตรที่มีความเหมาะสมที่สุด

สำหรับกลยุทธ์ด้านการเกษตรแนวใหม่ซึ่งนำมาผสมผสานกับเทคโนโลยีและความรู้ในศาสตร์ด้านวิศวกรรมนำมาประยุกต์ใช้ในการเกษตร จากงานวิจัยการรักษาสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะเห็ดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด (ธีรยศ และประยูร, 2554) จะต้องมีการควบคุมปัจจัยที่สำคัญคืออุณหภูมิและความชื้นให้คงที่และเหมาะสมกับชนิดของเห็ด โดยโครงสร้างของระบบ

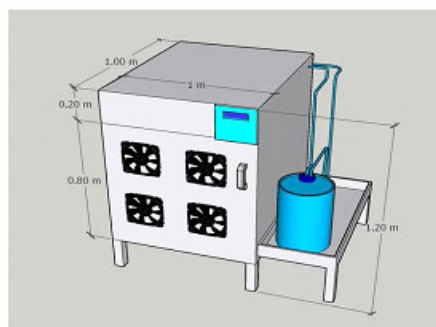
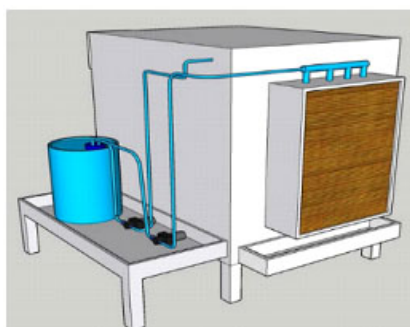
จะประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัด อุณหภูมิและอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น เพื่อวัดอุณหภูมิและ ความชื้นภายในโรงเรือนเพาะเห็ด ระบบปิด และส่งสัญญาณ ทางไฟฟ้าไปยังชุดควบคุมอุณหภูมิและความชื้น งานวิจัยเกี่ยวกับระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นใน โรงเรือนเพาะเห็ด (บุญยัง และสันติ, 2559) ผลการวิจัยพบว่า เห็ดที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุม อุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนัก เฉลี่ย 1.865 กิโลกรัม และมี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.198 ซึ่งเทียบกับเห็ดที่เก็บจาก โรงเรือนแบบทั่วไป พบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.455 กิโลกรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.225 ผลการทดสอบนี้ยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างโรงเรือน (วีรศักดิ์ และคณะ, 2561) เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี และรายได้ให้กับคนในชุมชน โดยใช้พื้นที่ที่อยู่อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม เพื่อเพิ่มผลผลิตและสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชน ดังนั้น การทำฟาร์มอัจฉริยะ (Smart farm) ที่มีความแม่นยำในการทำฟาร์ม โดยนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็น เครื่องมือ เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการจัดการ (Shashwathi et al., 2012) ซึ่งการเกษตรแนวใหม่ที่น่าการเกษตรมาใช้ กับเทคโนโลยีเพื่อให้การเกษตรทำได้ง่ายขึ้นเหมาะสำหรับผู้ที่มีอายุ ด้วยการออกแบบให้ง่ายในการดูแลโดยนำเทคโนโลยีมา ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดบนพื้นที่ทำมาหากินของชาวบ้านที่มีอยู่ให้คุ้มค่าที่สุด

จากปัจจัยที่เกี่ยวกับการเพาะเห็ดดังกล่าวทำให้มีเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมชนที่สนใจเพาะเห็ดขายเพื่อสร้างรายได้ให้เป็น อาชีพค่อนข้างสูง แต่ในปัจจุบันยังมีวิสาหกิจชุมชนที่ลงทุนในการเพาะเห็ดค่อนข้างน้อยเนื่องจากข้อจำกัดในการบริหารจัดการ ฟาร์มอย่างถูกต้อง ดังนั้นเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมชนที่สนใจเริ่มต้นทำธุรกิจการเพาะเห็ดจำเป็นต้องศึกษาหาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจนี้และต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายด้านทั้งในเรื่องของปัจจัยการผลิตวิธีการผลิต เงินทุนและการตลาดของการผลิต (มงคล, 2555) จึงจะส่งผลให้การดำเนินงานประสบความสำเร็จและสามารถประกอบธุรกิจนี้ได้อย่างยั่งยืน การใช้เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง IoT (Internet of things) เข้ามามีบทบาทในการทำเกษตรยุคใหม่มากขึ้น ซึ่งมีงานวิจัยหลายงานที่นำ IoT เข้ามาช่วยในการเพิ่มผลผลิตเช่นตัวอย่าง (อรพรรณ และคณะ, 2560) ด้วยคุณสมบัติที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และอำนวยความสะดวกสบายให้แก่เกษตรกร ลดปัจจัยเสี่ยง (ภูมินทร์ และคณะ, 2562) บนพื้นฐานการทำเกษตรที่ยั่งยืนและเป็นมิตร กับสิ่งแวดล้อม (Maheswari et al., 2008)

คณะผู้วิจัยจึงพัฒนาและออกแบบสร้างโรงเพาะเห็ดที่มีระบบควบคุมการเปิดปิดรดน้ำอัตโนมัติ การควบคุมความชื้นในอากาศ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหรือเครือข่ายเคลื่อนที่ไร้สาย สามารถช่วยให้การเพาะเห็ดเป็นงานง่ายขึ้น สามารถจะดูแลได้จากทุกพื้นที่ ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการเพาะเห็ดด้วยระบบสมาร์ฟาร์ม โดยวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินของการลงทุน ผลผลิตที่ได้ ระยะเวลาและปัจจัยความเสี่ยง เพื่อให้เกษตรกรที่มีความสนใจธุรกิจดังกล่าวสามารถศึกษาการลงทุนทำธุรกิจ และใช้ เป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนผลิตเห็ดต่อไป

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. โรงเรือนระบบปิด



รูปที่ 1 การออกแบบตู้เลี้ยงเห็ดแบบปิด

โรงเรือนระบบปิด หมายถึงโรงเรือนที่สามารถควบคุมในเรื่องของสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น การระบาย อากาศ และแสงสว่างให้เหมาะสมกับการปลูกพืช สามารถป้องกันแมลง และสัตว์อื่นเข้าออกได้ โรงเรือนระบบปิดแบบควบคุมอุณหภูมิด้วยการระเหยน้ำสำหรับการปลูกพืชเป็นโรงเรือนปลูกพืชแบบปิดที่ใช้ระบบการระบายอากาศร่วมกับการทำความเย็นด้วยการระเหยน้ำ เป็นการนำหลักการระบายอากาศแบบอุโมงค์ลม (Tunnel ventilation) การทำความเย็นด้วยวิธีระเหยน้ำ อุณหภูมิที่เกิดจากความเร็วลม (Effective cooling) มาใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสม เป็นการเปลี่ยนความร้อนให้กลายเป็นความร้อนแฝง (Latent heat) ในการเพิ่มไอน้ำเพื่อลดอุณหภูมิในอากาศจากการเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ และไอน้ำในอากาศเพื่อปรับปรุงสภาวะอากาศที่ใช้ในการปลูกพืชแต่ละสายพันธุ์ให้มีความเหมาะสมมากกว่าสภาวะอากาศตามธรรมชาติ เพื่อให้พืชมีสุขภาพดีให้ผลผลิตสูงและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

2. ระบบการทำความเย็นแบบอีแวป (Evaporative cooling) (ชลธิชา, 2559)

การทำความเย็นของ Evaporative cooling อาศัยหลักการดึงความร้อนจากอากาศไประเหยน้ำทำให้อากาศเย็นลง โดยปกติแล้วจะใช้วัสดุผิวเปียก ช่วยในการเพิ่มพื้นที่สัมผัสของน้ำกับอากาศ ทำให้การระเหยของน้ำเร็วขึ้น โดยทั่วไประบบการทำความเย็นแบบอีแวป แบ่งเป็น 2 ชนิดคือระบายความร้อนโดยตรงระเหย และการทำความเย็นแบบระเหยทางอ้อม การทำงานของระบบทำความเย็นแบบระบายความร้อนโดยตรงระเหย เมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่าน Wetted media จากด้านที่ 1 Dry side ไปด้านที่ 2 Wetted side ทำให้น้ำที่ผิวของ Wetted media ระเหยกลายเป็นไอโดยการดึงความร้อนจากอากาศ Latent heat ซึ่งมีอุณหภูมิที่สูงกว่า ดังนั้นจึงทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลง แต่ในขณะเดียวกันจะมีความชื้นมากขึ้น

การทำงานของระบบการทำความเย็นแบบระเหยทางอ้อม เมื่อ Primary air เคลื่อนที่ผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งภายในมีระบบพ่นฝอยน้ำ และ Secondary air ไหลผ่านน้ำภายในท่อเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะระเหย และ Secondary air จะเย็นลงและจะไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับ Primary air ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าทำให้ Primary air เย็นลง ซึ่งข้อดีของระบบ Indirect evaporative cooling ก็คือสามารถลดอุณหภูมิอากาศโดยไม่เป็นการเพิ่มความชื้นอีกด้วย

3. อุณหภูมิและความชื้น

อุณหภูมิ (Temperature) คือค่าตัวเลขที่มีความสัมพันธ์กับระดับพลังงานจลน์ภายในอะตอมในระบบของสสารสัมบูรณ์ ระดับพลังงานที่อุณหภูมิ 0 เคลวิน (เท่ากับ -273 องศาเซลเซียส) อะตอมไม่มีพลังงานอยู่เลย ดังนั้นอนุภาคทุกอย่างภายในอะตอมหยุดนิ่ง แม้กระทั่งอิเล็กตรอนก็ไม่โคจรรอบนิวเคลียส แต่เมื่ออะตอมได้รับพลังงานจนมีระดับอุณหภูมิสูงขึ้น อิเล็กตรอนก็จะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสและยกระดับชั้นวงโคจรสูงขึ้น ถ้าหากอะตอมได้รับพลังงานจนมีระดับอุณหภูมิสูงขึ้นไปอีก อิเล็กตรอนอาจจะยกตัวหลุดจากวงโคจรกลายเป็นประจุ (Ion) อย่างไรก็ตามพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศที่คนพักอาศัยมีอุณหภูมิประมาณ 139-331 เคลวิน (-89 องศาเซลเซียส ถึง 58 องศาเซลเซียส) ที่ระดับพลังงานขนาดนี้ อะตอมจะไม่อยู่อย่างโดดเดี่ยวแต่จะเกาะตัวกันเป็นโมเลกุล การเคลื่อนที่ของโมเลกุลทำให้เกิดรูปแบบของพลังงานจลน์ซึ่งเรียกว่า “ความร้อน” (Heat)

ความชื้น (Humidity) หมายถึงปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศเมื่อน้ำได้รับความร้อน น้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอเรียกว่าการระเหยซึ่งความร้อนที่ทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำเรียกว่าความร้อนแฝง (Latent heat) เมื่ออากาศเย็นลงไอน้ำจะเริ่มกลั่นตัวเป็นละอองและคายความร้อนแฝงออกมาด้วยอากาศจะได้รับไอน้ำมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้นอุณหภูมิจึงเป็นตัวกำหนดปริมาณไอน้ำในอากาศอากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะรับไอน้ำได้มากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ถ้าอากาศไม่สามารถรับไอน้ำได้เรียกว่าไอน้ำอิ่มตัว (Saturate) ความชื้นในอากาศสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1) ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute humidity) เป็นน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริงในปริมาตรของอากาศจำนวนหนึ่ง คำนวณได้จากน้ำหนักของไอน้ำต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศความชื้นสัมบูรณ์คือความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ หน่วยที่ใช้เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความชื้นสัมบูรณ์ไม่นิยมใช้ในทางอุตุนิยมวิทยา เพราะเมื่ออากาศลอยตัวขึ้นหรือจมตัวลงจะทำให้ปริมาตรของอากาศเปลี่ยนแปลงเนื่องจากบริเวณรอบ ๆ ความกดอากาศจะเปลี่ยนแปลงแม้ว่าไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศจะคงที่

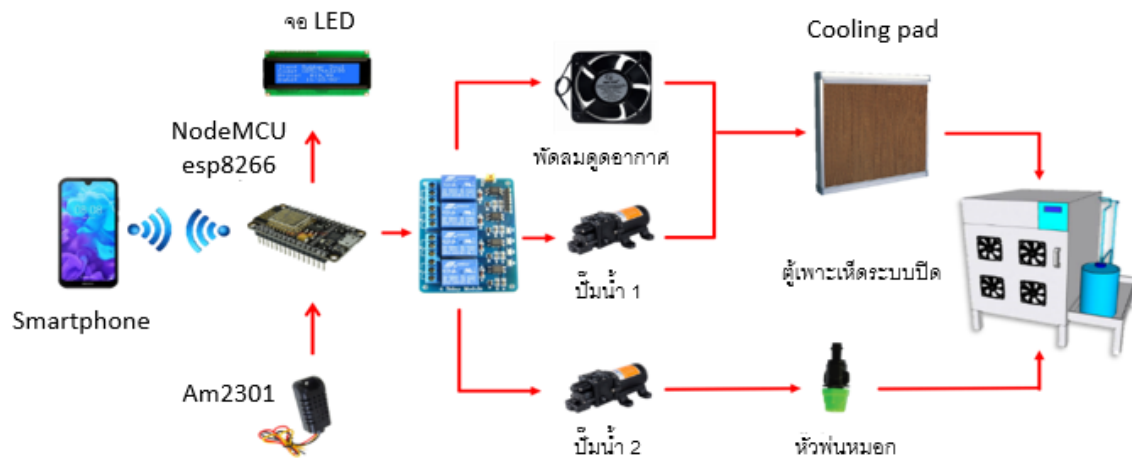
2) ความชื้นจำเพาะ (Specific humidity) หมายถึงน้ำหนักหรือความชื้นที่มีอยู่ในอากาศ (Q) เป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักไอน้ำ (Mv) ต่อน้ำหนักของไอน้ำ (Mv) รวมกับน้ำหนักของอากาศ (Ma) มักใช้เป็นกรัมของน้ำต่อ 1 กิโลกรัมของอากาศขึ้นดั่งสมการ $Q = Mv/(Mv+Ma)$ ความชื้นจำเพาะของอากาศจะมีค่าคงที่เมื่ออากาศขยายหรือหดตัวโดยที่ความชื้นจะไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่าปริมาตรของอากาศจะขยายตัวหรือหดตัวก็ตาม

3) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำ ที่มีอยู่จริงที่อุณหภูมิและความดันหนึ่งต่อน้ำหนักของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิและความกดดันนั้นคิดเป็นค่าร้อยละ ตัวอย่างเช่นอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตรเมื่ออุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสมีไอน้ำอยู่ 9 กรัม และในอุณหภูมินั้นอากาศอิ่มตัวมีไอน้ำอยู่ 30 กรัมความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ $(100 \times 9)/30$ เท่ากับ 30% ความชื้นสัมพัทธ์เป็นวิธีวัดความชื้นในอากาศที่ใช้มากที่สุดการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ จะไม่ทำให้ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศเปลี่ยนแปลงแต่อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลง และถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์จะเปลี่ยนแปลงด้วย

4) อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew point temperature) คืออุณหภูมิซึ่งอากาศถูกทำให้เย็นลง ถึงอุณหภูมิหนึ่งที่ไอน้ำจุดอิ่มตัวพอดีอุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะเป็นเท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ถ้าอากาศมีไอน้ำมากอุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะสูง แต่ถ้าไอน้ำมีน้อยอุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะต่ำ ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดต่ำกว่าจุดน้ำค้างจะมีการกลั่นตัวในรูปของหยดน้ำ เช่น ในฤดูร้อนแก้วน้ำที่ใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ความชื้นของอากาศจะรวมกันเป็นหยดน้ำเกาะอยู่รอบนอกแก้วน้ำ เนื่องจากอุณหภูมิของแก้วน้ำที่ใส่น้ำแข็งจะต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่อยู่โดยรอบอุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะบอกถึงความไม่สะดวกสบายของมนุษย์ในช่วงที่มีอากาศอุ่น และขึ้นได้ดีกว่าความชื้นสัมพัทธ์ยกเว้นผู้ที่เคยชินกับอากาศร้อนชื้นคนส่วนใหญ่รู้สึกว่าการอากาศชื้น ไม่สะดวกสบายเมื่ออุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส ในบางขณะที่บางคนอาจไม่รู้สึกรบายตัวเมื่ออุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงกว่า 17 องศาเซลเซียส

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ขั้นตอนการดำเนินงานของตู้เพาะเห็ดระบบปิดโดยเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง จากนั้นออกแบบโครงสร้างตู้เพาะเห็ดระบบปิด จัดซื้ออุปกรณ์แล้วทำการประกอบโครงสร้าง พร้อมทดสอบการรับค่าของตัวตรวจจับอุณหภูมิและความชื้น โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยโปรแกรม เขียนโปรแกรมสั่งงานบอร์ดแล้วทดสอบระบบต่าง ๆ บันทึกผล สรุปผลการทดลองและแผนผังระบบการทำงาน ตู้เพาะเห็ดระบบปิดเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมและพัลลภระบายอากาศ แผงรังผึ้ง ป้อนน้ำมาติดตั้งที่โรงเรือนจากนั้นทำการเขียนโปรแกรมสั่งงานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาพรวมของงานทั้งหมดได้ดำเนินการออกแบบและสร้าง ตามผังงานรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังการต่อระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ผลการวิจัย

การทดลองเลี้ยง 2 ชนิดคือ การทดลองเพาะเห็ดนางรมฮังการี และการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน ตามรอบการขึ้นของหัวเชื้อเห็ด

1. การทดลองเพาะเห็ดนางรมฮังการี

สำหรับการทดลองเพาะเห็ดนางรมฮังการีนั้นเป็นการเปรียบเทียบระหว่างการเพาะเห็ดแบบทั่วไปกับการเพาะเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด โดยการเพาะเห็ดเป็นการใช้เชื้อเห็ด 300 ก่อน ในการเพาะเห็ดแบบทั่วไปและการใช้เชื้อเห็ด 300 ก่อน ในการเพาะเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิดในการเก็บผลการทดลองจะทำการเก็บเห็ดมาเพื่อชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบกันทุกวัน เป็นเวลา 31 วัน เริ่มวันที่ 20 เมษายน 2563 ถึง วันที่ 20 พฤษภาคม 2563 แสดงดังรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 5 และการเพาะเห็ดฮังการีเป็นเวลา 31 วัน แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 3 การเพาะเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิดและน้ำหนักเห็ดฮังการีภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด



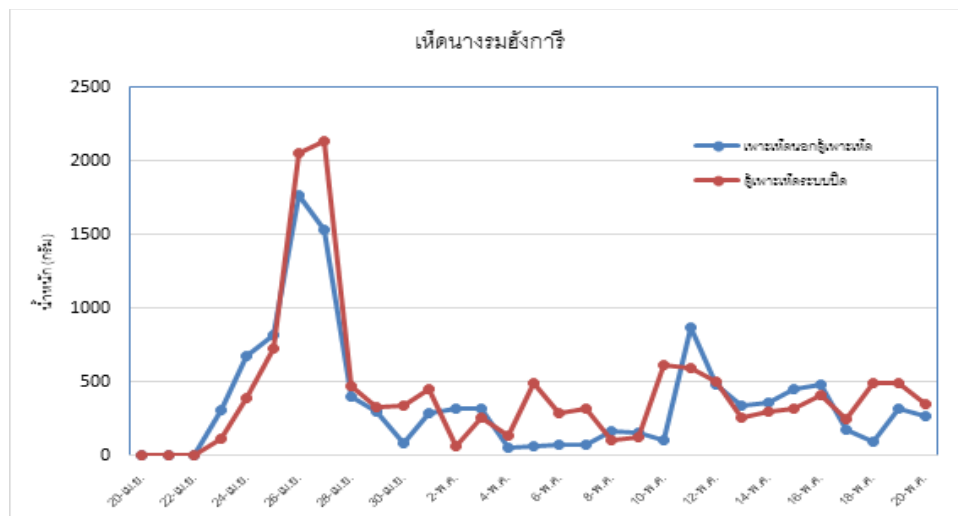
รูปที่ 4 การเพาะเห็ดอังการีแบบทั่วไป



รูปที่ 5 ชั่งน้ำหนักเห็ดอังการีแบบทั่วไป



รูปที่ 6 กราฟแสดงการเพาะเห็ดอังการีเป็นเวลา 31 วัน



จากการทดลองเพาะเห็ดนางรมอังการี โดยเริ่มจากก้อนเชื้อเห็ดเต็มที่แล้วเริ่มนับจากการก้อนเชื้อเห็ดเริ่มออกผลผลิตในก้อนแรกไปถึงระยะเวลา 31 วัน โดยประมาณซึ่งได้ทำการเก็บเห็ดทุกวันแสดงน้ำหนักเห็ดที่เก็บได้ดังตารางที่ 1 จะเห็นว่า การเพาะเห็ดนางรมอังการีภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด จะได้น้ำหนักของเห็ดที่มากกว่าการเพาะเห็ดแบบทั่วไป 3,012 กรัม คิดเป็น 29.3 %

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักเห็ดจากการเพาะเห็ดแบบทั่วไปกับตู้เพาะเห็ดระบบปิด

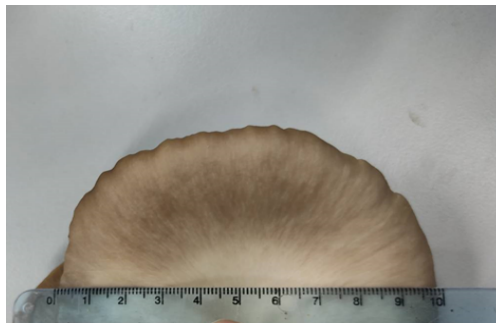
ครั้งที่	วันที่	น้ำหนัก (กรัม)	
		เพาะเห็ดแบบทั่วไป	ตู้เพาะเห็ดระบบปิด
1	20 เม.ย.	0	0
2	21 เม.ย.	0	0
3	22 เม.ย.	0	0
4	23 เม.ย.	207	111
5	24 เม.ย.	470	383
6	25 เม.ย.	715	729
7	26 เม.ย.	1,662	2,056
8	27 เม.ย.	1,433	2,135
9	28 เม.ย.	396	474
10	29 เม.ย.	292	323
11	30 เม.ย.	83	332
12	1 พ.ค.	288	445
13	2 พ.ค.	319	60
14	3 พ.ค.	318	259
15	4 พ.ค.	53	135
16	5 พ.ค.	62	490
17	6 พ.ค.	76	287
18	7 พ.ค.	68	320
19	8 พ.ค.	164	97
20	9 พ.ค.	154	118
21	10 พ.ค.	101	610
22	11 พ.ค.	472	590
23	12 พ.ค.	484	505
24	13 พ.ค.	335	253
25	14 พ.ค.	360	297
26	15 พ.ค.	447	314
27	16 พ.ค.	484	405
28	17 พ.ค.	169	243
29	18 พ.ค.	87	492
30	19 พ.ค.	313	486
31	20 พ.ค.	270	345
รวม		10282	13294

2. การทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน

สำหรับการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานนั้น มีการทดลองอยู่ 3 ครั้ง ได้แก่ การทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด โดยมีก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 300 ก้อน ในการเก็บผลการทดลองจะเก็บเห็ดมาเพื่อชั่งน้ำหนักทุกวันเป็นเวลา 20 วัน เริ่มวันที่ 6 สิงหาคม 2563 ถึงวันที่ 25 สิงหาคม 2563 ดังรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 8 และการเพาะเห็ดยังการเป็นเวลา 31 วัน แสดงดังรูปที่ 6 จากกราฟจะเห็นได้ว่า ช่วงเดือนเมษายน มีปริมาณน้ำหนักของเห็ดสูง เนื่องจากเป็นครั้งแรกของการออกดอกเห็ดหลังจากที่เชื้อเห็ดเดินเต็มที่จะจึงมีผลให้ปริมาณน้ำหนักเห็ดในช่วงแรกที่เกิดมีปริมาณน้ำหนัสูง



รูปที่ 7 เพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในตู้เพาะเห็ดและน้ำหนักรวบรวมเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในตู้เพาะเห็ด



รูปที่ 8 วัดขนาดของดอกเห็ด



รูปที่ 9 แสดงการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด 20 วัน

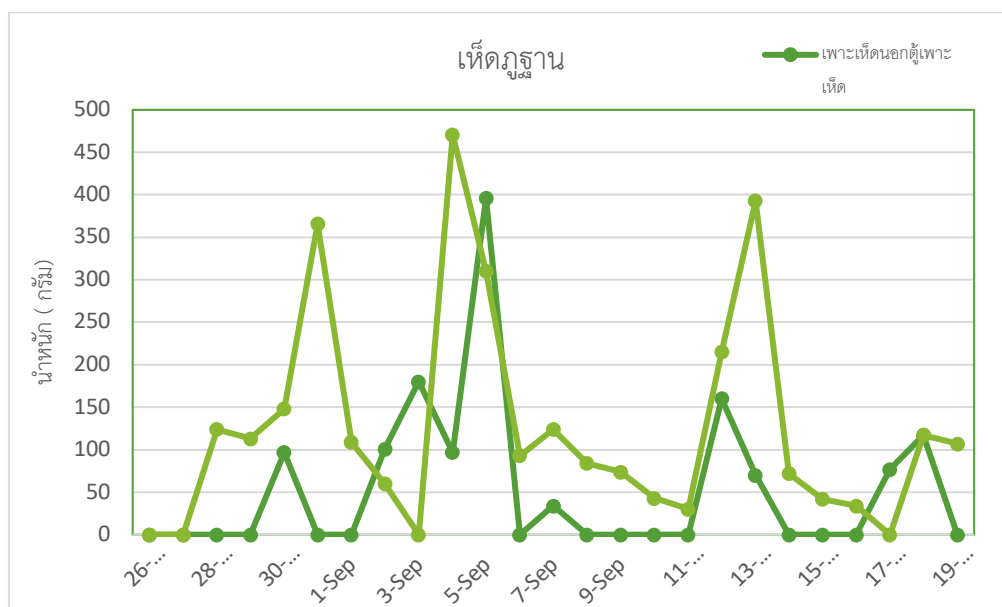
การทดลองเปรียบเทียบการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานระหว่างการเพาะแบบทั่วไปกับการเพาะเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด โดยการเพาะเห็ดเป็นการใช้เชื้อเห็ดจำนวน 100 ก้อน ทำการแบ่งเชื้อเห็ดในการทดลอง การเพาะเห็ดแบบทั่วไป 50 ก้อน และการเพาะเห็ดภายใน ตู้เพาะเห็ดระบบปิด 50 ก้อน ในการเก็บผลการทดลองจะเก็บเห็ดมาเพื่อชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบกันทุกวัน เพื่อหาจุดคุ้มทุน เป็นเวลา 25 วัน เริ่มวันที่ 26 สิงหาคม 2563 ถึง วันที่ 19 กันยายน 2563 แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบทั่วไปและน้ำหนักการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน



รูปที่ 11 การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในตู้เพาะเห็ดและน้ำหนักการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในตู้เพาะเห็ด



รูปที่ 12 แสดงการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานเป็นระยะเวลา 25 วัน

3. การทดลองเปรียบเทียบขนาดและสีของเห็ด ระหว่างการเพาะเห็ดแบบทั่วไปกับการเพาะเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิดแสดงดังรูปที่ 13



(ก) ขนาดของเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด



(ข) ขนาดของเห็ดนอกตู้เพาะเห็ด

รูปที่ 13 ขนาดของเห็ดทั้งสองระบบ



(ก) สีของเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด



(ข) สีของเห็ดนอกตู้เพาะเห็ด

รูปที่ 14 สีของเห็ดทั้งสองระบบ

ตารางที่ 2 การคำนวณการคืนทุนจากการเพาะเลี้ยงเห็ดแบบปิด

ต้นทุนการผลิต 1 รอบ (120 วันหรือ 4 เดือน)	
จำนวนก้อนเห็ด 500 ก้อน ก้อนละ 7 บาท	3,500 บาท
ค่าไฟฟ้า	240 บาท
รวม	3,740 บาท
1 ปี ผลิต 3 รอบ	11,200 บาท
ค่าเสื่อม 5 ปี (ค่าโรงเรือนทั้งหมด 50000 บาท) ปีละ	10,000 บาท
รายได้จากการจำหน่ายผลผลิต 30 วัน (1 เดือน)	
ผลผลิตเห็ด 450 กรัม/ก้อน จำนวน 500 ก้อน	13,500 บาท
ราคาหน้าโรงผลิต 60 บาท/กก.	
1 ปี ผลิตได้ 12 ครั้ง	162,000 บาท

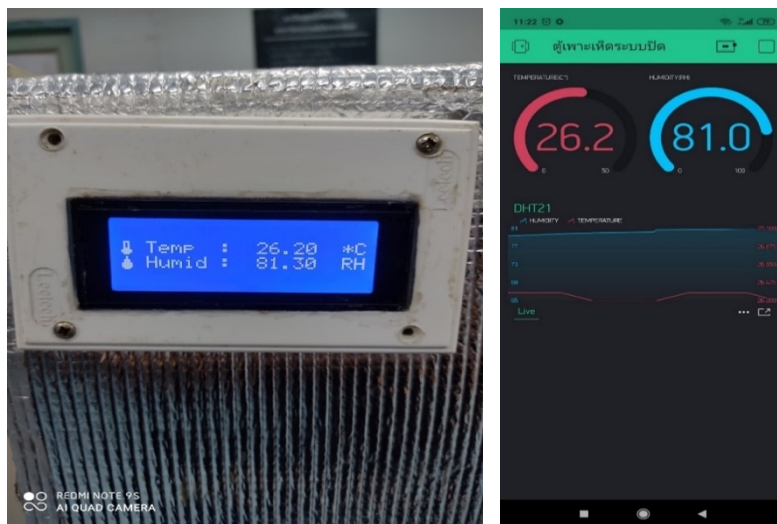
จากตารางคำนวณการคืนทุนจากการเพาะเลี้ยงเห็ดแบบปิด จะเห็นได้ว่า รายได้จากการจำหน่ายผลผลิต 1 ปี จะได้ 162,000 บาท หักต้นทุน 21,220 บาท เหลือ 140,780 บาท เฉลี่ยรายได้เดือนละ 11,730 บาท

การทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นระหว่างจอแอลซีดีกับแอปพลิเคชัน

เป็นการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นระหว่างจอแอลซีดีกับแอปพลิเคชัน โดยจะเปรียบเทียบในวันและเวลาที่เท่ากัน จำนวน 5 ครั้ง เพื่อแสดงว่าอุณหภูมิความชื้นมีค่าเท่ากัน แสดงดังรูปที่ 15 และ 16



รูปที่ 15 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้น



(ก) จอแสดงผลแอลซีดี

(ข) แอปพลิเคชัน

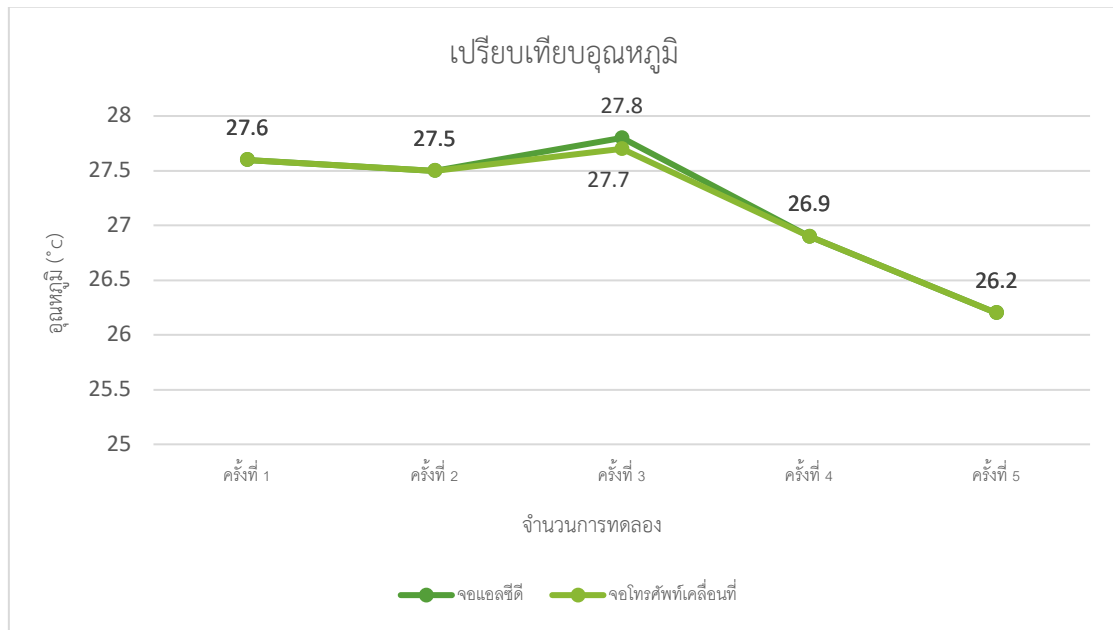
รูปที่ 16 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นบนจอแอลซีดีกับแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 3 ผลการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นระหว่างจอแอลซีดีกับจอโทรศัพท์

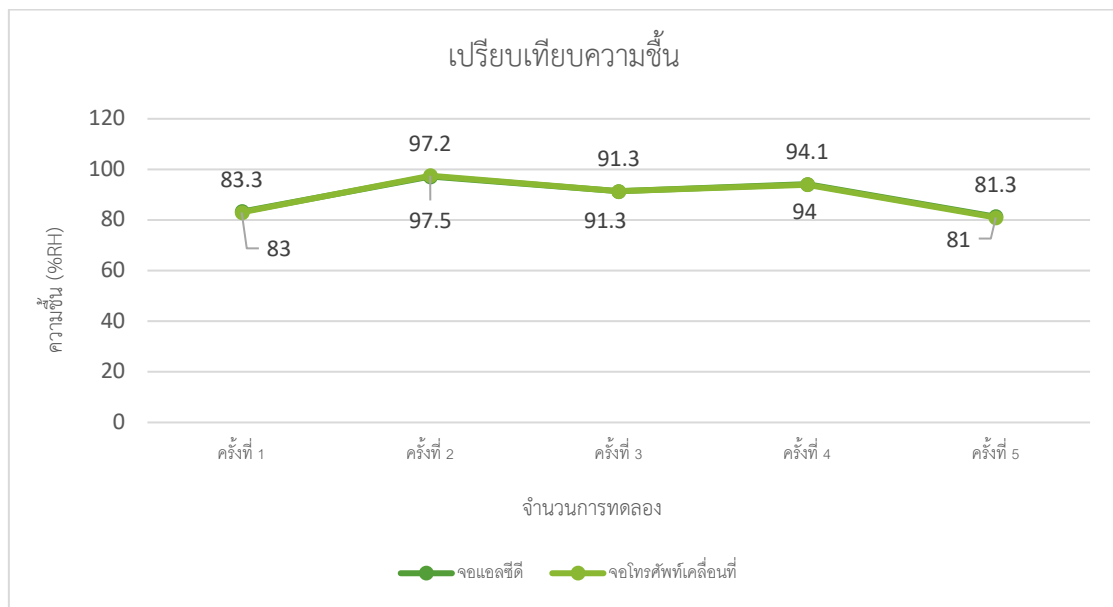
ครั้งที่	วันที่	เวลา	จอแอลซีดี		จอโทรศัพท์เคลื่อนที่	
			อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (%RH)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (%RH)
1	3 ก.ย.	12:50 น.	27.60	83.30	27.60	83.00
2	4 ก.ย.	10:17 น.	27.50	97.20	27.50	97.50
3	11 ก.ย.	09:18 น.	27.80	91.30	27.70	91.30
4	13 ก.ย.	08:48 น.	26.90	94.10	26.90	94.00
5	7 ต.ค.	11:22 น.	26.20	81.30	26.20	81.00

*ทดลองเมื่อ พ.ศ. 2564

นำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 3 ไปพร้อมกราฟเพื่อแสดงเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นระหว่างจ่อแอลซีดีกับจ่อโทรศัพท์จำนวน 5 ครั้ง โดยจะแสดงกราฟ ดังรูปที่ 17 และ 18



รูปที่ 17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างจ่อแอลซีดีกับโทรศัพท์เคลื่อนที่



รูปที่ 18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความชื้นระหว่างจ่อแอลซีดีกับโทรศัพท์เคลื่อนที่

จากกราฟการทดลองที่แสดงดังรูปที่ 17 และ 18 เป็นการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นระหว่างจ่อแอลซีดีกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นระหว่าง จ่อแอลซีดีกับจ่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ นั้นมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันมากโดยจะมีความผิดพลาดเพียงจุดทศนิยมเล็กน้อยเท่านั้น

บทสรุป

จากผลการทดลองเพาะเห็ดนางรมฮังการีซึ่งการวิเคราะห์กราฟการทดลองเพาะเห็ดนางรมฮังการีเป็นระยะเวลา 31 วัน โดยประมาณ ซึ่งได้ทำการเก็บเห็ดทุกวัน จะเห็นว่าการเพาะเห็ดนางรมฮังการีภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด จะได้น้ำหนักของเห็ดที่มากกว่า การเพาะเห็ดแบบทั่วไป โดยที่ทั้งสองแบบ มีก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 300 ก้อนเท่ากัน จากผลการทดลองเพาะเห็ดเห็ดนางรมฟ้าฐานซึ่งการวิเคราะห์จากกราฟการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าฐานภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด เป็นระยะเวลา 20 วัน โดยประมาณ ซึ่งได้ทำการเก็บเห็ดมาชั่งน้ำหนักทุกวัน จะเห็นว่า ในวันที่ 17 สิงหาคม 63 น้ำหนักของเห็ดมีมากกว่าวันอื่น เพราะเชื้อเห็ดแต่ละก้อนเป็นรอบแรกที่ย่อยดอกและมีจำนวนหลายก้อนที่ออกพร้อมกัน เหมือนกราฟภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่า ช่วงเดือนเมษายน มีปริมาณน้ำหนักของเห็ดสูง เนื่องจากเป็นครั้งแรกของการออกดอกเห็ดหลังจากที่เชื้อเห็ดเดินเต็มที่จึงมีผลให้ปริมาณน้ำหนักเห็ดในช่วงแรกที่เกิดมปริมาณน้ำหนักสูงและจากการวิเคราะห์กราฟการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าฐานเป็นระยะเวลา 25 วัน โดยประมาณ ซึ่งได้ทำการเก็บเห็ดทุกวัน จะเห็นว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าฐานภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิด จะได้น้ำหนักของเห็ดที่มากกว่า การเพาะเห็ดแบบทั่วไป โดยที่ทั้งสองแบบ มีก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 50 ก้อนเท่ากัน จากภาพที่ 13 จะเห็นได้ว่าขนาดของเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิดมีขนาดประมาณ 8.6 เซนติเมตร และขนาดของเห็ดนอกตู้เพาะเห็ดมีขนาดประมาณ 6.7 เซนติเมตร ดังนั้นการเพาะเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิดจะได้ดอกที่มีขนาดใหญ่กว่าการเพาะเห็ดแบบทั่วไปและจากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่าเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิดมีสีที่ขาวกว่า เห็ดที่เพาะแบบทั่วไป ดังนั้นการเพาะเห็ดภายในตู้เพาะเห็ดระบบปิดจะได้ดอกที่มีสีที่ขาวกว่าการเพาะเห็ดแบบทั่วไป จากการนำแอปพลิเคชันมาใช้ในการควบคุมการเพาะเลี้ยงเห็ดจะเห็นได้ว่าจากกราฟการทดลองที่แสดงดังภาพที่ 17 และ 18 เป็นการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นระหว่างจ่อแอลซีดีกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นระหว่าง จ่อแอลซีดีกับจ่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ นั้นมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันมากโดยจะมีความผิดพลาดเพียงจุดทศนิยมเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการควบคุมการทำงานของโรงเพาะเห็ดผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีความแม่นยำมาก สามารถควบคุมการเพาะเห็ดได้ง่ายอยู่ที่ไหนก็สามารถดูแลโรงเรือนเพาะเห็ดได้อย่างสะดวกเหมาะสมสำหรับผู้ทำงานหรือผู้ต้องการหาอาชีพเสริม ดังนั้นการออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมแบบปิดสำหรับตู้เพาะเห็ดที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรหรือคนที่ไม่มีเวลาดูแลมาก เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้มีอุณหภูมิและความชื้นตามต้องการ โดยมีการใช้การควบคุมอุณหภูมิและควบคุมความชื้น ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงเห็ด เพื่อให้เห็ดที่ได้มีสภาพสมบูรณ์ ปลอดภัยและโรคที่เกิดจากแมลง ซึ่งจะทำให้ได้เห็ดน้ำหนักดีขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้นต่อเดือน ซึ่งเป็นอาชีพที่เหมาะสมกับในสถานการณ์โควิด 19

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) งบประมาณแผ่นดินของเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประจำปีงบประมาณ 2564 ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทดลองในการดำเนินการวิจัยให้ลุล่วงเป็นไปอย่างเรียบร้อย

เอกสารอ้างอิง

- ชลธิชา โคประโคน. (2559). การศึกษาการลงทุนเพาะเห็ดนางฟ้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธีรยศ เวียงทอง และประยูร จวงจันทร์. (2554). ระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นอัตโนมัติในโรงเรือนแบบปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- บุญยัง สิงห์เจริญ และสันติ สาแก้ว. (2559). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1. หน้า 176-183.
- มงคล พึ่งชนะกุล. (2555). การลดอุณหภูมิภายในอาคารโดยใช้การทำความเย็นแบบระเหย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภูมินทร์ ต้นอุฒม์, ภัทรพงศ์ คุณเมือง, ธนากร วงษ์ศา และธนสิทธิ์ นิตยะประภา. (2562). การพัฒนาตู้อนุบาลกล้วยไข่ กำแพงเพชรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 11(14): 25-39.
- วีรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม. 5(1): 172-182.
- อรพรรณ แซ่ตั้ง, นิสา พุทธนาวงศ์ และณัฐพล ธนเขวงสกุล. (2560). การออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดแคร้ง. วารสารการอาชีวและเทคนิคศึกษา. 7(13): 87-97.
- Maheswari R., Ashok K.R. and Prahadee S.M. (2008). Precision farming technology, adoption decisions and productivity of vegetables in resource-poor environments. Agricultural Economics Research Review. 21: 415-424.
- Shashwathi N., Priyam B. And Suhas K. (2012). Smart farming: A step towards techno-savvy agriculture. International Journal of Computer Applications. 57(18): 45-48.