

การพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า
โรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคมด้วยระบบสมาร์ทโฟน

THE DEVELOPMENT OF HUMIDITY AND TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN
FAIRY MUSHROOM CULTIVATION HOUSE BANPHOTPHISAI
PHITTHAYAKHOM SCHOOL WITH A SMARTPHONE SYSTEM

สรารุณ สาจิต¹, ชลพินท์ สีสันธิ², สุภาศรา โพธิ์เอี่ยม³, วุฒิชัย พิสิก⁴, รพิกอร์ ฉลองสัพพัญญู⁵
Sarawut Sajit¹, Chonlaphin Srisan², Supasara Phoiem³, Wudhijaya Philuek⁴, Rapikorn Chalongsuppunyoo⁵

Corresponding Author E-mail: ajamez@hotmail.com

Received: Oct 9, 2022, Revised: Nov 8, 2022, Accepted: Dec 23, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและความอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า 2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า เพื่อทดสอบก่อนนำไปใช้งานจริง โครงสร้างของโรงเรือนมีขนาดกว้าง 0.76 เมตร ยาว 0.47 เมตร สูง 1.10 เมตร ระบบได้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นผ่านเซนเซอร์ DHT11 อัตโนมัติและแสดงผลการควบคุมการเปิดปิดไฟผ่านแอปพลิเคชัน Kid Bright IoT บนสมาร์ทโฟน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แอปพลิเคชัน Kid Bright IoT และแบบสำรวจความพึงพอใจสำหรับผู้ใช้งาน พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ พบว่า รายการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: เห็ดนางฟ้า, ระบบควบคุม, ความชื้น, อุณหภูมิ, สมาร์ทโฟน

¹ ครูโรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคม

¹ Teacher at Banphotphisai Pittayakom School

^{2,3} นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

^{2,3} Students in the Bachelor of Education program, Digital Technology for Education, Nakhon Sawan Rajabhat University

^{4,5} คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

^{4,5} Faculty of Education, Nakhon Sawan Rajabhat University

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop a control system for humidity and temperature in the house and 2) to study the satisfaction towards the temperature and humidity control system in the mushroom cultivation house. Fairy to test before using in actual use. The structure of the house is 0.76 meters wide and 0.47 meters long. 1.10 meters high. The system used an ESP32 microcontroller board to control temperature and humidity through sensors. DHT11 automatically and showing the results of controlling lights on and off through the Kid Bright IoT application on a smartphone. The sample group used in the study was 17 teachers in learning area of science and technology. The tools were a Kid Bright IoT application and satisfaction survey for users. The results of this research were as follows: 1) The results of use satisfaction evaluation on the humidity and temperature control system found that satisfaction evaluation items were at a high level.

Keywords: Fairy Mushroom, Control System, Humidity, Temperature, Smartphone

บทนำ

จะเห็นได้ว่าการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีความจำเป็นอย่างมากต่อการจัดเตรียมสถานที่ในการเพาะปลูกเห็ดนางฟ้า ซึ่งโรงเรือนส่วนใหญ่จะขาดการจัดการในเรื่องของระบบระบายอากาศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการปล่อยสปอร์ของเห็ด ส่งผลให้อากาศภายในห้องมีน้อยการจัดการลำเลียงชั้นวางเห็ด ระบบการให้น้ำ เกษตรกรมักจะสร้างโรงเรือนที่เป็นระบบเปิด มีการให้น้ำเป็นช่วงเวลา เช้า กลางวัน และเย็นส่งผลให้ความชื้นอาจจะไม่ทั่วถึงกัน ในทางกลับกันหากได้ความชื้นมากเกินไปอาจจะทำให้เกิดการเน่าเสีย รายได้ลดน้อยลง จากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่า เห็ดเป็นพืชที่ไม่ต้องการน้ำมาก แต่ต้องการความชื้นที่สม่ำเสมอเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของเห็ด หากมีการนำปัญหามาทบทวนและพัฒนาออกแบบใหม่น้ำ อาจช่วยให้ได้ระบบที่ดีขึ้นได้ โดยที่ผ่านมามีงานวิจัยเกี่ยวกับการเพาะเห็ดและการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น อาทิ เช่น กายรัฐ เจริญราษฎร์ และคณะฯ (2562) ได้การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด โดยอาศัยเซนเซอร์ตรวจวัดอากาศร่วมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดโดยอาศัยเซนเซอร์ การควบคุมอุณหภูมิในช่วงฤดูการที่มีความชื้นสูงให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการดูแลแบบทั่วไป แต่จะมีผลผลิตในช่วงฤดูแล้งมีสภาพอากาศมีความชื้นน้อย ทำให้เกษตรกรลดการหยุดการเพาะเห็ดในหน้าแล้งเนื่องจากปัญหาผลผลิตต่ำ เณลิมชาติ เสาวรัง (2560) ได้ควบคุมสภาพอากาศอัตโนมัติในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยระบบพ่นหมอก พบว่า หากมีการช่วยติดตั้งม่านพรางแสง จะช่วยให้อุณหภูมิในห้องควบคุมส่งผลให้มีการลดการใช้ไฟฟ้า 07.2 KWh ต่อวัน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบจำลองการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า โรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคม ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ร่วมกับอินเทอร์เนตสรรพสิ่ง แสดงผลการทำงานผ่านระบบสมาร์ตโฟน ด้วยการหาประสิทธิภาพการควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนจำลองให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า นอกจากนี้ ระบบที่ออกแบบขึ้นยังสามารถเปลี่ยนจากระบบอัตโนมัติให้เป็นระบบที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองผ่านแอปพลิเคชัน Kid Bright IoT บนสมาร์ตโฟนเพื่อสะดวกต่อการใช้งานทุกสถานที่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า

การทบทวนวรรณกรรม

วันวิสา เนตรซัง และปรีชา ศรีจันทร์ (2556) ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับใช้ในโรงเรือนเพาะเห็ด ได้ทำการศึกษาการใช้การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนทั้งสองอย่าง เพื่อเพิ่มคุณภาพของเห็ดให้ดีขึ้น ระบบที่นำเสนอจะพิจารณาอุณหภูมิ และความชื้นภายในโรงเรือนด้วย Sensor วัดอุณหภูมิ และความชื้น จากนั้นจะทำการประมวลผลด้วย Microcontroller ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ กับอุณหภูมิและความชื้นที่เห็ดต้องการ ถ้าหากอุณหภูมิและความชื้นมากหรือน้อยจนเกินไป Microcontroller จะสั่งให้อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ทำการปรับสภาพอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้เหมาะสมกับที่เห็ดต้องการ

สามณณพรพัฒน์ หาญยุทธ และสามณณรณชัย ฝิปากเพราะ (2556) โครงการโรงเพาะเห็ดด้วยระบบอัตโนมัติ จัดทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการดูแลรดน้ำโรงเพาะเห็ดที่ไม่เหมาะสมทำให้ผลผลิตที่ได้ออกมาไม่เพียงพอต่อความต้องการ ในการนำไปประกอบอาหารโครงการภัตตาคารเพลให้แก่ักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประหยัดเวลาการดูแลและการรดน้ำ โรงเพาะเห็ดนางฟ้าของโรงเรียนเชียงกลางปริยัติศึกษามีความเหมาะสม มีผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 2) นำเห็ดที่ได้มาประกอบอาหารในโครงการภัตตาคารเพลให้แก่ักเรียน 3) ฝึกทักษะอาชีพให้แก่ักเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประกอบอาชีพในอนาคตได้ และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพสุจริต โดยมีกระบวนการในการดำเนินงานดังนี้ นำไมโครบอร์ด (GoGo Board) มาเขียนโปรแกรมและใส่คำสั่งควบคุมการรดน้ำ โดยใช้เซนเซอร์ 5 ตัว ในการควบคุมความชื้นและเซนเซอร์อุณหภูมิตามลำดับ แล้วนำไปติดตั้งกับโรงเพาะเห็ดเพื่อใช้งาน ผลการดำเนินงานปรากฏว่า สามารถประหยัดเวลาในการดูแลและการรดน้ำโรงเพาะเห็ดโรงเรียนเชียงกลางปริยัติศึกษามีความเหมาะสม มีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น สามารถนำมาประกอบอาหารในโครงการภัตตาคารเพลให้นักเรียนได้อย่างพอเพียงและผู้เรียนมีทักษะอาชีพ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประกอบอาชีพในอนาคตได้ และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพสุจริต

ศุภวุฒิ ผกา สันติ วงศ์ใหญ่ และอดิสร ถมยา (2557) ผลจากงานวิจัยดังกล่าว พบว่ากลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่ง บ่อแป้น ตำบลห้างฉัตร จังหวัดลำปาง มีความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของเห็ดอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.26 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.7 สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตเห็ดเฉลี่ย 10.1 กิโลกรัมต่อการเก็บผลผลิตเห็ด 1 ครั้ง ทางคณะผู้วิจัยได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบควบคุมดังกล่าวสู่ชุมชนโดยมีการจัดอบรมและให้ความรู้ความเข้าใจในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดและสร้างสัมพันธ์อันดีระหว่างกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดและคณะผู้วิจัย

ภัสราภรณ์ มิสริ (2560) ระบบควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ในฟาร์มเห็ด โดยใช้ Arduino ผลการศึกษาพบว่าความชื้นที่พอเหมาะไม่ควรต่ำกว่า 80% ไม่ควรปล่อยให้ชื้นหรือแห้งมากเกินไปเห็ดแต่ละชนิดจะมีค่าสีที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งสีของเห็ดก็ยังสามารถบอกอายุของเห็ดได้อีกด้วย

ในระหว่างการเติบโตของเส้นใยหากจำนวนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโรงเรือนมีปริมาณสูงกว่าบรรยากาศเล็กน้อย จะทำให้เส้นใยของเห็ดเจริญทางด้านความยาวและแบ่งเซลล์ได้เร็วยิ่งขึ้นเพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นตัวช่วยเร่งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด

วิริยะ ทองทัพ (2560) ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (2560) สร้างขึ้นเพื่อทำการทดสอบและเปรียบเทียบผล โรงเรือนหนึ่งเห็ดจะถูกเพาะโดยวิธีทั่วไป ส่วนอีกโรงเรือนหนึ่งถูกสังเกตการณ์ความชื้นและอุณหภูมิอย่างใกล้ชิด ผ่านหน้าต่างที่สร้างขึ้น โดย NETPIE ที่สามารถแสดงผลและควบคุมได้ด้วยเบราว์เซอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เชื่อมต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ที่ติดตั้งไว้กับโรงเรือน ทั้งความชื้นและอุณหภูมิจะถูกตรวจจับด้วยเซนเซอร์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบได้ว่าความชื้นและอุณหภูมิมีค่าเป็นเท่าใด ถ้าไม่ตรงกับความต้องการ ผู้ใช้สามารถสั่งให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งไว้ทำงานจากที่ใดก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อปรับความชื้นและอุณหภูมิตามต้องการ อุปกรณ์หลักประกอบด้วย สปริงเกอร์พ่นน้ำ พัดลมดูดอากาศ และเครื่องทำความร้อน นอกจากนี้ ระบบนี้ยังสามารถทำงานในโหมดอัตโนมัติ นั่นคือ สามารถกำหนดช่วงค่าความชื้นและอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าช่วงที่กำหนดไว้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ในโรงเรือนทำงานเพื่อปรับความชื้นและอุณหภูมิโดยอัตโนมัติต่อไป จากทดสอบพบว่า ระบบที่สร้างขึ้นนี้สามารถช่วยให้เห็ดขอนขาวมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 11.9 %

วีรศักดิ์ พองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ (2561) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า ผลการทดสอบระบบควบคุมการทำงานพบว่าระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ซึ่งให้ผลผลิตเป็นที่พอใจและในส่วนของทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไปและเมื่อนำดอกเห็ดที่ได้มาชั่งน้ำหนักพบว่าเห็ดที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยก่อนละ 1.506 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 ซึ่งเมื่อเทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไปพบว่าน้ำหนักเฉลี่ย 1.206 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดและนอกจากระบบควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้วยังสามารถประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดอีกด้วย

สุธารัตน์ เชื้อแดง (2561) เพาะเห็ดฟางระบบอัตโนมัติ เพื่อออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในการเพาะเห็ดฟาง เป็นระบบอัตโนมัติและออกแบบจำลองโรงเรือนที่ใช้ในการเพาะเห็ดฟาง โดยใช้เทคโนโลยี การเขียนโปรแกรม ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามปัจจัยของอุณหภูมิและความชื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดฟาง ออกแบบสร้างระบบควบคุมด้วย บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11 จอแสดงผล LCD แบบ I2C อแดปเตอร์ แปลงไฟ 220 V เป็น 12 V และ Relay 5 V 4 ช่อง และออกแบบโรงเรือนจำลองด้วยท่อ PVC ขนาด 6 นิ้ว นำมาประกอบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร บุด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ ภายในมีชั้นวางตะกร้าสำหรับใส่วัสดุเพาะเห็ดฟาง ติดตั้ง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน ติดตั้งพัดลมดูดอากาศเข้าและออก อย่างละ 1 ตัว กัดม้นน้ำปรับอุณหภูมิ 1 ชุด และชุดพ่นหมอกปรับความชื้น 1 ชุด ทดลองเพาะเห็ดฟางในตะกร้าแล้วนำเข้าโรงเรือนจำลองอัตโนมัติ เขียนโปรแกรมควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและดาวโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO ถ้าอุณหภูมิ มากกว่า 38 องศาเซลเซียส พัดลมดูดระบายอากาศร้อนออก ดูดอากาศเย็นเข้า ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียสชุดทำความร้อนจะทำงานปรับอุณหภูมิให้สูงไม่เกิน 38 องศาเซลเซียส ถ้าความชื้นน้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เครื่องพ่นหมอกจะทำงานปรับความชื้นให้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดฟางจำลองได้ และเห็ดฟางเจริญเติบโตได้ผลผลิต ตามต้องการ สามารถประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการพัฒนาทางการเกษตรให้ทันสมัย และได้มาตรฐานยิ่งขึ้น

ฤกษ์ มุ่ยสกุล และดุยรัตน์ เศรษฐกุลนทร์ (2562) โรงเพาะเห็ดระบบอัตโนมัติ ปัญหาในปัจจุบันในด้านเกษตรกรรมหรือครัวเรือนในการดูแลและจัดการพืชพันธุ์ทางการเกษตรมีปัญหาค่อนข้างมากในการควบคุมดูแลงบประมาณที่จะต้องเสียไปทั้งค่าน้ำหรือค่าจ้างบุคลากรในการดูแลพืชพันธุ์ทางการเกษตรในด้านต่าง ๆ และวงจรชีวิตเห็ดนางฟ้า มีการเติบโตได้ดี อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อเส้นใยคือ 32 องศาเซลเซียส และสร้างดอกเห็ดได้ดีที่ 29 องศาเซลเซียส เหตุผลนี้จึงได้นำเทคโนโลยีเข้ามาควบคุมและดูแลจัดการในด้าน วัดอุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ และการให้น้ำของเห็ด และการดูแลพืชพันธุ์ทางการเกษตรในด้านต่าง ๆ ปัญหาภัยแล้งที่รบกวนหัวใจเกษตรกรและครัวเรือน จะบรรเทาลงด้วยการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อควบคุมและดูแลจัดการในด้าน วัดอุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ และการให้น้ำและดูแลเห็ด ต่าง ๆ ชุดอุปกรณ์ควบคุมการรดน้ำอัจฉริยะต้นทุนต่ำ เสริมแกร่งเกษตรกรไทยยุค 4.0 รับภัยแล้ง พึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน ทั้งนี้ ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติในโรงเรือนเพาะเห็ด ช่วยควบคุมปริมาณการใช้น้ำตามเวลาที่กำหนดทำให้ช่วยลดการใช้น้ำในการเกษตรได้ไม่ต่ำกว่า 3 เท่า และยังถือเป็นการกระจายองค์ความรู้นวัตกรรมเพื่อประยุกต์ใช้จริงในการเกษตรด้วยต้นทุนที่ต่ำที่เกษตรกรเข้าถึงได้

สุใจ พรหมประสานสุข (2562) การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภายใต้อุณหภูมิแบบปิดได้ทำการออกแบบและสร้างห้องเพาะเห็ดนางฟ้า ขนาดเล็ก 400*500*600 มิลลิเมตร ด้วยท่อพีวีซีขนาด 3.175 มิลลิเมตร เพาะเห็ดนางฟ้าจำนวน 6 ก่อนทดสอบ และใช้แผ่นเพลเทียร์ รุ่น TEC112709 12709 TEC Thermoelectric Cooler Peltier 12V ทำอุณหภูมิ -30°C ถึง 70°C โดยอัตราส่วนของการเพิ่มอุณหภูมิของระบบด้วยแผ่นเพลเทียร์เพิ่มขึ้นทุก 16°C/min และอุณหภูมิลดลงทุก 12°C/min ซึ่งระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดนางฟ้าจะอยู่ที่ประมาณ 20°C ถึง 35°C โดยเห็ดนางฟ้าจะมีดอกขนาดใหญ่และให้ผลผลิตมากโดยค่าเฉลี่ยของดอกเห็ดที่ได้ คือ 82-114 มิลลิเมตรต่อ 1 ดอก และที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20°C หรือสูงกว่า 35°C เห็ดนางฟ้าจะไม่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพซึ่งวัดได้ต่ำกว่า 60 มิลลิเมตรต่อ 1 ดอก โดยงานวิจัยครั้งนี้พัฒนาและออกแบบ เพื่อให้ประสิทธิภาพที่สูงขึ้นจากเดิม คงไว้ซึ่งความสะดวกสบาย มีการควบคุมระบบอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ อีกทั้งเป็นแนวทางต่อเกษตรกรและผู้ที่ต้องการปลูกเห็ดสดใหม่ที่ใช้สำหรับบริโภคในครัวเรือน หรือเพื่อการค้า

สิริวิญญู โตหมื่นไวย (2563) การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและค่าความชื้นผ่านสมาร์ตโฟน กรณีศึกษาฟาร์มเห็ดสุริยนต์ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า ระบบควบคุมอุณหภูมิและค่าความชื้นผ่านสมาร์ตโฟน กรณีศึกษาฟาร์มเห็ดสุริยนต์ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ซึ่งอุปกรณ์ตรวจวัดและระบบงานสามารถทำงานรวมกันได้เป็นอย่างดี โดยอุปกรณ์ตรวจวัดจะทำการวัดอุณหภูมิ และความชื้น จากนั้นจะส่งข้อมูลที่ตรวจวัดไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล จากนั้นระบบงานจะทำการดึงข้อมูล และแจ้งเตือนมาแสดงแก่ผู้ใช้ โดยระบบงานนี้ช่วยเกษตรกรเพาะเห็ดนางฟ้าให้มีผลผลิตที่ดีขึ้น

อัษฎางค์ บุญศรี นวดี คลังสีดา จารุกิตติ พิบูลนฤดม ธัญญลักษณ์ บัตรศรีเพชร และ เพ็ญภา ทองแถม (2563) งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเห็ดนางฟ้าผ่านสมาร์ตโฟน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้งานจริงของโรงเรือน มีขนาดกว้าง 0.53 เมตร ยาว 0.60 เมตร สูง 1.60 เมตร ระบบได้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 Node MCU ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นผ่านเซ็นเซอร์ AM2315 แสดงผลการควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน ผลการทดสอบของระบบ พบว่า การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเท่ากับ 26.46 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยความชื้นในโรงเรือนเท่ากับ 91.19 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนนอกโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 26.33 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยของความชื้นนอกโรงเรือนเท่ากับ 91.19 เปอร์เซ็นต์ผลของการควบคุมอุณหภูมิของการทดสอบในช่วงระหว่าง 26-27 องศาเซลเซียส อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกเห็ดนางฟ้า นอกจากนี้ยังได้ทดสอบระบบควบคุมแบบ เปิด - ปิด ด้วยตนเอง พบว่าระบบดังกล่าวตอบสนองผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี

ปรุจ เรณู (2564) การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดผ่านสมาร์ตโฟน วัดอุณหภูมิ เพื่อพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด โดยการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยในการทำงานของระบบโรงเรือนเพาะเห็ด โดยนำบอร์ด NodeMCU ESP8266 มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด ประกอบไปด้วยระบบทำความชื้น และระบบระบายอากาศ และใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT21 ในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยการส่งค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ไปยัง NodeMCU ESP8266 ซึ่งได้มีการออกแบบให้มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสม การทำงานของระบบเมื่อความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดจะทำการเปิดน้ำ เพื่อพ่นหมอกในโรงเรือน เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนดจะทำการเปิดพัดลม

เพื่อระบายอากาศออกจากโรงเรือน เมื่อความชื้นสูงกว่าค่าที่กำหนดจะทำการเปิดพัดลม เพื่อระบายความชื้นออกจากโรงเรือน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด เพื่อเพิ่มผลผลิตมากขึ้น และสะดวกต่อการดูแล

อดิสรณ์ ปรีชา ศุภชัย รุ่งเรือง และสามารถ ยืนยงพานิช (2564) โรงเพาะเห็ดระบบอัตโนมัติชุมชนบ้านวังผา ตำบล แม่จะรา อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ ผลการวิจัยพบว่า ผลผลิตระหว่างโรงเพาะเห็ดทั่วไปกับโรงเพาะเห็ดระบบอัตโนมัติชุมชนบ้านวังผา ต.แม่จะรา อ. บรรพตพิสัย จ. นครสวรรค์ ในระยะเวลาที่เท่ากันและใช้จำนวนก้อนเห็ดเท่ากัน แต่มีผลผลิตที่ต่างกัน ซึ่งโรงเพาะเห็ดระบบอัตโนมัติได้จำนวนดอกเห็ดที่มากกว่าโรงเพาะเห็ดทั่วไป

อรรถพล โยธารักษ์ (2564) ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดฤดูหนาว เพื่อแก้ปัญหาการเพาะปลูกเห็ดที่ต้องพึ่งพาฤดูกาลตามธรรมชาติจึงได้สร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดฤดูหนาวขึ้นมา เพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านั้น เพื่อที่จะสามารถเพาะปลูกเห็ดฤดูหนาวได้ในทุกฤดูกาลโดยไม่ต้องพึ่งพาธรรมชาติคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบปลูกเห็ดฤดูหนาวในฤดูกาลอื่นได้นำเอาเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ เทคโนโลยีด้าน IoT และเทคโนโลยี ด้านเซ็นเซอร์มาใช้ในระบบเพื่อวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด ทำการออกแบบการเชื่อมต่อนำเอาอุปกรณ์ Arduino และ Node MCU มาใช้ในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นใน โรงเพาะเห็ดฤดูหนาวจากนั้นได้นำเอาอุปกรณ์หรือโมดูลทั้ง 2 ขึ้นมาทำงานร่วมกันและทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่น ๆ ทั้งหมด ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดฤดูหนาวทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้น ตรวจสอบวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นผ่านเซนเซอร์ GY-21 และนอกจากนี้ยังสามารถส่งไลน์แจ้งเตือนสถานการณ์ทำงานได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบเจาะจงดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูโรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคม อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครสวรรค์ มีจำนวนทั้งสิ้น 63 คน

กลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคม อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครสวรรค์ มีจำนวนทั้งสิ้น 18 คน ได้มาจากการเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

บอร์ด kid Bright

วิธีรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. นำบอร์ด kid Bright ไปในไว้ในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า เพื่อวัดความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือน เมื่อค่าความชื้นต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนผ่านทาง Line Notify

2. หลังจากดำเนินการทดลองครบถ้วนตามแผนที่วางไว้ นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าให้โรงเรียนประเมิน

4. นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ตามสถิติตามที่กำหนดไว้ และสรุป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. ค่าเฉลี่ย

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า

1. ตู้โรงเรือนจำลองเพาะเห็ด



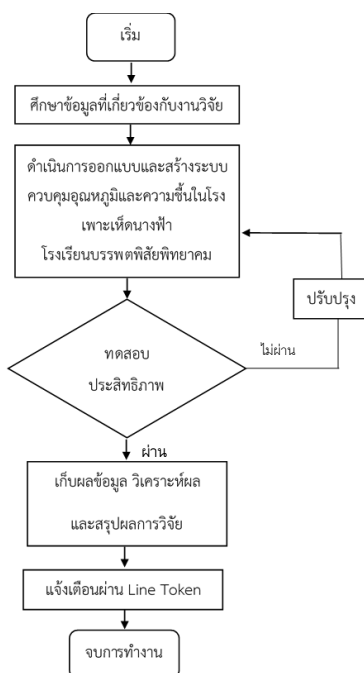
ภาพที่ 1 ตู้โรงเรือนจำลองเพาะเห็ด

2. DHT 11

DHT 11 เป็นโมดูลที่สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นบริเวณรอบ ๆ ตัวไปหรือในห้องหรือประยุกต์ใช้งานอื่น เช่น Testing, Inspection Equipment, Automatic Control, Data Logger, Weather Station, Humidity Regulator ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับบอร์ด Rasberry Pi, Arduino, ARM, MCS-51, AVR, PIC มีความถูกต้องแม่นยำให้สัญญาณเอาต์พุตแบบ Digital Output, การตรวจวัดคงที่กับ DHT11 Sensor, ย่านวัดอุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียส, ย่านวัดความชื้น 20-90% RH, ง่ายกับการติดตั้งโมดูล สามารถ Fix จุดตรวจวัดได้ง่าย

3. การสร้างเครื่องมือ

3.1 การเขียนโปรแกรม Kid Bright เพื่อควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า โรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคม มีรายละเอียดดังนี้



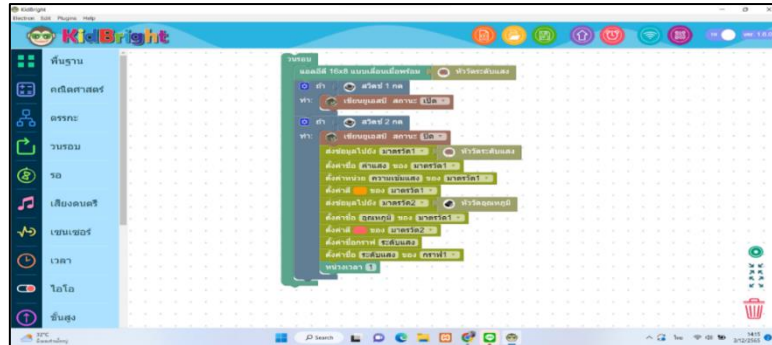
ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงาน

3.1.1 ศึกษาการเขียนโปรแกรม

3.1.2 การออกแบบการทำงาน

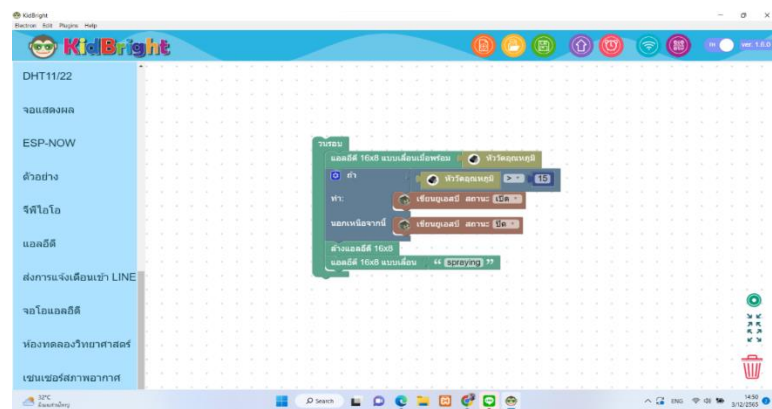
3.1.3 การเขียนโปรแกรม Kid Bright IDE เชื่อมกับแอปพลิเคชัน Kid Bright IoT เพื่อสั่งการควบคุม

การ เปิด - ปิดไฟ



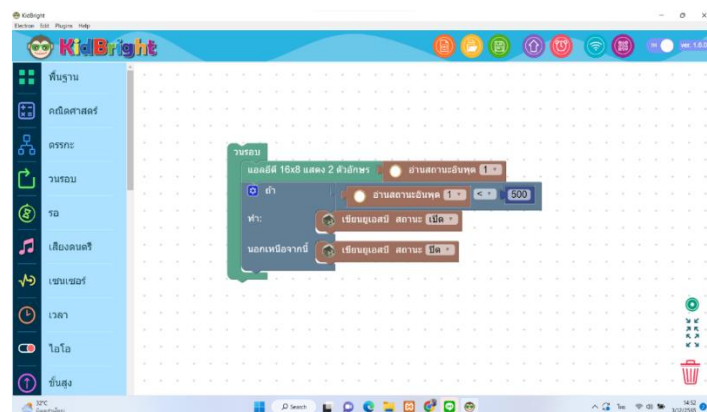
ภาพที่ 3 โค้ดการเปิด - ปิดไฟ

3.1.4 การเขียนโปรแกรม Kid Bright IDE เพื่อสั่งการวัดอุณหภูมิ



ภาพที่ 4 โค้ดการวัดอุณหภูมิ

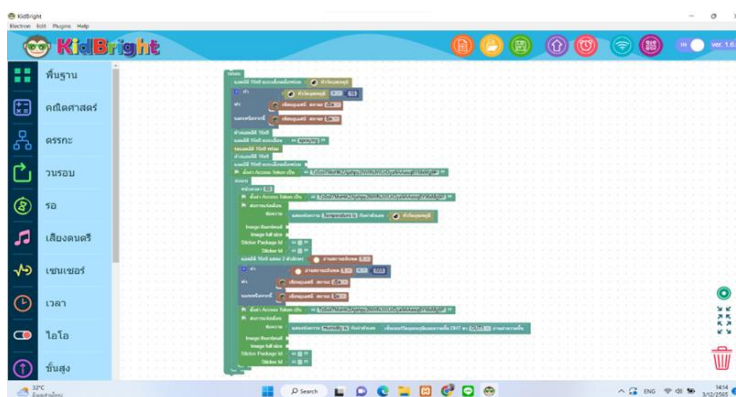
3.1.5 การเขียนโปรแกรม Kid Bright IDE เพื่อสั่งการวัดความชื้น



ภาพที่ 5 โค้ดการวัดความชื้น

[illegible]

3.1.7 การเขียนโปรแกรม Kid Bright IDE ส่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นแจ้งเตือนผ่าน Line Notify



เนื่องจากโรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคมได้ทำสวนเศรษฐกิจพอเพียงและได้มีโรงเรียนเพาะเห็ดนางฟ้าขนาดใหญ่ แต่ใช้สปริงเกอร์ในการรดน้ำ ในการพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าในครั้งนี้เราได้พัฒนาจากโรงเรือนเพาะเห็ดขนาดใหญ่ของโรงเรียนมาเป็นโรงเรือนจำลองขนาดเล็กและได้นำ บอร์ด Kid Bright มาฝังโค้ดและทำการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ DHT11 และเซ็นเซอร์สเปรย์หมอก โดยวัดค่าความชื้นจากเซ็นเซอร์ DHT11 และวัดค่าอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์บนบอร์ด Kid Bright ถ้าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจำลองเพาะเห็ดนางฟ้ามีค่ามากกว่า 30 องศา จะทำการส่งแจ้งเตือนข้อมูลไปยัง Line Notify จากนั้นเซ็นเซอร์สเปรย์หมอกจะทำการพ่นละอองน้ำออกมา

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.26	1.07	มาก
2. ด้านความพร้อมของอุปกรณ์และเทคโนโลยี	4.67	0.50	มากที่สุด
3. ด้านผู้รับบริการ	4.35	0.81	มาก
4. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	4.31	0.85	มาก
รวมเฉลี่ย	4.40	0.81	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าพบว่า อยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.81 โดยมีระดับคุณภาพในแต่ละด้านดังนี้ ด้านเนื้อหา มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 1.07) ด้านความพร้อมของอุปกรณ์และเทคโนโลยีมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับ มากที่สุด

($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.50) ด้านผู้รับบริการมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.35, S.D. = 0.81) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.31, S.D. = 0.85)

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรียนเพาะเห็ดนางฟ้าโรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคมด้วยระบบสมาร์ทโฟน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรียนเพาะเห็ดนางฟ้า พบว่าการทำงานของสเปรย์หมอกและค่าความชื้นมีค่าไม่คงที่จึงทำให้เห็ดออกดอกได้น้อยและดอกเห็ดหัก อาจเป็นเพราะว่าโรงเรียนเพาะเห็ดจำลองมีความโปร่งใสไม่มีมิติบ

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรียนเพาะเห็ดนางฟ้าโรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคมด้วยระบบสมาร์ทโฟน พบว่า อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.81) โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ ค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.26, S.D. = 1.07) ค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านความพร้อมของอุปกรณ์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.50) ค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านผู้รับบริการอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.35, S.D. = 0.81) ค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.31, S.D. = 0.85)

อภิปรายผล

1. ครูที่ใช้ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรียนเพาะเห็ดนางฟ้าโรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคมด้วยระบบสมาร์ทโฟน

1.1 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรียนเพาะเห็ดนางฟ้าโรงเรียนบรรพตพิสัยพิทยาคมด้วยระบบสมาร์ทโฟน โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.40 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของศุภวุฒิ ผากา (2557) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปรางค์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดลำปาง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ด อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ควรปรับปรุงแบบการแจ้งเตือน เพื่อลดการแจ้งเตือนที่มีจำนวนมากเกินไป

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ผู้วิจัยที่สนใจงานวิจัยระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรียนเพาะเห็ดนางฟ้าสามารถนำเห็ดนางฟ้าไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อต่อยอดในการสร้างรายได้

2.2 นำไปจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาวิทยาการคำนวณ บทที่ 5 เรื่อง อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

2.3 โรงเรียนเพาะเห็ดควรมีขนาดที่บจะทำให้การเจริญเติบโตของเห็ดมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กฤษณะ มุ่ยสกุล. (2562). โรงเพาะเห็ดระบบอัตโนมัติ. สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2565, จาก <http://fit.ssru.ac.th/useruploads/files/20190619/d805b1b7b059305477b017e7bfcfa022ea817c2e.pdf>.

บุญส่ง วงศ์เกรียงไกร. (2543). เห็ดนางฟ้า และการเพาะเห็ดนางฟ้า. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2565 จาก <https://shorturl.asia/y6QH9>.

ปณชัย ฝักปาก. (2556). โครงการโรงเพาะเห็ดด้วยระบบอัตโนมัติ. สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2565, จาก <https://www.princess-it.foundation.org/project/wpcontent/uploads/ikkq56/3.pdf>.

- ปริญ เรณู. (2561). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดผ่านสมาร์ทโฟน. สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2565, จาก <http://dspace.bru.ac.th/xmlui/handle/123456789/7770>
- ภัสราภรณ์ มีศิริ. (2560). ระบบควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ในฟาร์มเห็ด โดยใช้ Arduino. สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2565, จาก <https://www.princess-it-foundation.org/project/wp-content/uploads/tsr59/c61-pdf>.
- วันวิสา เนตรซึ้ง และปรีชา ศรีจันทร์. (2556). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับใช้ในโรงเรือนเพาะเห็ด. สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2565, จาก https://cscd.kku.ac.th/uploads/proceeding/150813_140155.pdf.
- วิริยะ ทองทัฬห. (2560). ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนแก่นผ่านเว็บเบราว์เซอร์. สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2565, จาก <https://rsuirlibrary.rsu.ac.th/bitstream/123456789/948/1/iriya%20Thongtap.pdf>.
- วีรศักดิ์ ฟองเงิน. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2565, จาก <https://ph02.tcithaijo.org/index.php/itmjournal/article/view/Wbi7FPmC6T5FVaEqWsPlwXi2EL>.
- ศุภวุฒิ ผากา. (2557). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลยางคก อำเภอลำดวน จังหวัดลำปาง. สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2565, จาก <https://li01.tcithaijo.org/index.php/itech/article/view/29386/25404>.
- สิริวิทย์ โตหมื่นไวย. (2563). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและค่าความชื้นผ่านสมาร์ทโฟน. สืบค้นเมื่อ 14 พฤศจิกายน 2565, จาก <http://pws.npru.ac.th/kaewjai/data/files/1144.pdf>.
- สุขใจ พรหมประสานสุข. (2562). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2565, จาก <https://www.tsme.org/me-nett/me-nett2019/fullpaper/ISF/TSF018.pdf>.
- สุดาร์ตน์ เชื้อแดง. (2561). เพาะเห็ดฟางระบบอัตโนมัติ. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2565, จาก <https://www.nstda.or.th/sims/login/index.php?class=AbstractProposalVi633>.
- อดิสรณ์ ปรีชา. (2564). โรงเพาะเห็ดระบบอัตโนมัติชุมชนบ้านวังผา ตำบลแม่จะเรอ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก. สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2565, จาก <https://shorturlasia/LhG5P>.
- อัษฎางค์ บุญศรี. (2563). การพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเห็ดนางฟ้าด้วยระบบสมาร์ทโฟน. สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2565, จาก <https://research.kpru.ac.th/research2/pages/filere/0401.pdf>.