

**การทดลองเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนเห็ด
ที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเห็ดแบบปกติ โดยใช้เครื่องมือติดตาม
วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง**
**Comparative Experiment on Growth Rate of Sarjor-Caju Mushrooms in
Mushroom Greenhouses Containing Activated Carbon and Normal
Mushroom Greenhouses by Using a Temperature and
Humidity Monitoring Tool via the Internet of Things**

คมกริช อ่อนประสงค์¹, ไพฑูรย์ ทิพย์สันเทียะ^{1*}, เกษมศักดิ์ ทองตัน²
Komgricht Onprasonk¹, Paitoon Thipsanthia^{1*}, Kasemsak Thongtan²

¹ สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

¹ Department of Informatics and Computer, Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University

² สำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

² Department of Dean's Office, Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศระหว่างระบบปลูกเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนแบบปกติ และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าระหว่างระบบปลูกในโรงเรือนเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเห็ดนางฟ้าแบบปกติ การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือติดตามวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่สร้างขึ้น 3 ชุด โดยติดตั้งในโรงเรือนเพาะเห็ด 2 ชุด และภายนอกโรงเรือน 1 ชุด วิธีการวิจัยนี้เป็นแบบทดลอง โดยใช้ก้อนเห็ดในการทำลองทั้งหมด 60 ก้อน แบ่งเป็นโรงเรือนละ 30 ก้อน และนำดอกเห็ดนางฟ้ามาบันทึกผลเฉพาะดอกที่มีความกว้างตั้งแต่ 3.6 เซนติเมตรขึ้นไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือเครื่องติดตามวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาระดับความเชื่อมั่นของเครื่องมือ และทดสอบสมมติฐานใช้ t-test ทดสอบ ผลการหาระดับความเชื่อมั่นของเครื่องมือเท่ากับ 95% ผลการศึกษพบว่า อัตราการงอกของเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติโดยวัดจากความกว้างของดอกเห็ดปรากฏผลว่า วันที่ 1 มีขนาดความกว้าง 6.04 และ 4.61 เซนติเมตร วันที่ 2 มีขนาดความกว้าง 7.04 และ 5.67 เซนติเมตร วันที่ 3 มีขนาดความกว้าง 8.53 และ 6.76 เซนติเมตร วันที่ 4 มีขนาดความกว้าง 8.91 และ 7.29 เซนติเมตร และ วันที่ 5 มีขนาดความกว้าง 11.37 และ 8.54 เซนติเมตร ตามลำดับ อัตราการงอกของเห็ดนางฟ้าเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของการงอกจะได้

* Corresponding author : paitoon.th@ksu.ac.th

27%, 22%, 23%, 20% และ 18% ตามลำดับ และในการทดสอบสมมติฐานทั้งสองพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์มีอัตราการงอกของเห็ดนางฟ้าดีกว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ

คำสำคัญ: อุณหภูมิ ความชื้น อัตราการงอก ถ่านกัมมันต์ อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง

Abstract

The purpose of this research was to compare the temperature and air humidity values between the Sarjor-Caju mushroom growing system in the activated carbon greenhouses and the normal house and to study and compare the relationship of temperature air humidity and the growth rate of the Sarjor-Caju mushrooms between the Sarjor-Caju mushroom greenhouses with activated carbon and the normal Sarjor-Caju mushroom greenhouses. The research used three sets of temperature and humidity monitoring tools through the Internet of Things created, installed in two mushroom houses and one set outside the greenhouse. The research instrument is a temperature and humidity tracker through the Internet of Things. Statistics used to analyze instrument confidence levels and test hypotheses used t-test results, finding the instrument's confidence level was 95%, the results showed that the germination rate of Sarjor-Caju mushrooms in mushroom greenhouses with activated carbon and normal mushroom greenhouses, measured by the width of the mushrooms, showed that day 1 had a width of 6.04 and 4.61 centimeters, day 2 had a width of 7.04 and 5.67 centimeters, day 3 had a width of 8.53 and 6.76 centimeters, day 4 was 8.91 and 7.29 centimeters wide, and day 5 had a width of 11.37 and 8.54 centimeters, respectively. The germination rate of Sarjor-Caju mushrooms compared to the percentage of germination is obtained. And in tests of the two hypotheses, statistically significant differences at .05 levels showed that Sarjor-Caju mushroom greenhouses with activated carbon had better rates of Sarjor-Caju mushroom germination than normal Sarjor-Caju mushroom greenhouses.

Keyword: Temperature, Humidity, Rate of growth, Activated carbon, Internet of Things

1. บทนำ

เห็ดนางฟ้า (Sarjor-Caju Mushroom) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีอยู่ในประเทศไทย จัดเป็นเห็ดที่ประชาชนนิยมรับประทานกันมาก เพราะว่าเห็ดนางฟ้ามีกลิ่นหอม เนื้อแน่น รสหวาน นำไปปรุงอาหารได้หลายชนิด นอกจากนี้ในทางสรรพคุณทางยา ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง (วาริณี ธรรมชาติไพศาล, 2564) การได้มาซึ่งเห็ดนางฟ้าจะต้องมีการเตรียม ก่อนเชื้อเห็ดนางฟ้า จากนั้นก็มีการเปิดดอกเห็ดในโรงเรือน โรงเรือนควรจะมีความเหมาะสมและความชื้นที่เหมาะสม อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมนี้ต้องไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานอันเป็นเหตุให้ผลผลิตต่ำ ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดจึงเป็นสิ่งสำคัญ นักวิจัยจึงได้เห็นถึงปัญหาของสภาวะอุณหภูมิและความชื้น จึงคิดวิธีแก้ไขโดยการนำเอาถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) มาใส่ภายในโรงเรือนเปิดดอกเห็ด เพราะถ่านกัมมันต์มีรูพรุนจำนวนมากที่สามารถจะดูดซับได้ดี เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการดูดซับน้ำไว้ ดังนั้น หากมีการบริหารจัดการอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนโดยใช้ถ่านกัมมันต์ในโรงเรือนในปริมาณที่พอเหมาะ คาดว่าส่งผลให้ผลผลิตต่ออัตราการงอกของเห็ดหรือผลผลิตเพิ่มมากขึ้น

ผู้วิจัยได้ออกแบบการวิจัยโดยให้มีโรงเรือนเพาะเห็ดในการวิจัย 2 โรงเรือน โดยแบ่งออกเป็นโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนแบบปกติ และติดตั้งเครื่องมือสำหรับสำหรับติดตามวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ภายในโรงเรือนเพาะเห็ดทั้งสองโรงเรือน โรงเรือนละหนึ่งชุด และภายนอกโรงเรือนเปิดดอกเห็ดอีกหนึ่งชุด ทำการเก็บข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อศึกษาว่าโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกตินั้นจะมีค่าอุณหภูมิและความชื้นแตกต่างกันอย่างไร และศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าระหว่างระบบปลูกในโรงเรือนเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเห็ดนางฟ้าแบบปกติ งานวิจัยครั้งนี้จะให้คำตอบว่าระบบปลูกเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนเห็ดที่มีถ่านกัมมันต์สร้างสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้มีอุณหภูมิและความชื้นอากาศเหมาะสมกับอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการปลูกในโรงเรือนเห็ดนางฟ้าแบบปกติหรือไม่

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศระหว่างระบบปลูกเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนแบบปกติ

2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าระหว่างระบบปลูกในโรงเรือนเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเห็ดนางฟ้าแบบปกติ

3. สมมติฐานการวิจัย

ระบบปลูกเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนเห็ดที่มีถ่านกัมมันต์สร้างสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้มีอุณหภูมิและความชื้นอากาศเหมาะสมกับอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการปลูกในโรงเรือนเห็ดนางฟ้าแบบปกติ

4. แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 เห็ดนางฟ้า

ลักษณะพันธุ์เห็ดนางฟ้า เป็นเห็ดในสกุลเดียวกับเห็ดนางรม เห็ดนางฟ้ามีหมวกดอกหนา เนื้อแน่นกว่าเห็ดนางรม ปัจจุบันมีการผสมและปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้เห็ดพันธุ์ดีอยู่ตลอดเวลา แต่ที่นิยมนำมาปลูกในประเทศไทยคือเห็ดนางฟ้าภูฐาน ซึ่งพบว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานที่นำมาจากประเทศภูฐาน (เติมพงศ์ แสงปรณกิจ, 2552) เป็นพันธุ์ที่มีข้อดีหลายประการคือ เส้นใยเห็ดหลังจากเชื้อหวัเชื้อลงถุงที่เลี้ยงที่หมักแล้วจะใช้เวลาประมาณ 4-5 สัปดาห์จะเจริญเต็มถุงก่อนเชื้อ และสามารถเปิดถุงให้ออกดอกได้ นอกจากนี้ช่วงเวลาระยะห่างในการเก็บผลผลิตจะสั้น กล่าวคือหลังจากเก็บผลผลิตแล้วเห็ดจะพักตัว 7-10 วันเท่านั้น จะสามารถออกดอกและเก็บผลผลิตรุ่นต่อไปได้ ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตโดยระดับอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเป็นดอกของเห็ดนางฟ้าประมาณ 25 องศาเซลเซียส เห็ดนางฟ้าเป็นเห็ดที่ต้องการสภาพความชื้นของอากาศค่อนข้างสูง สภาพของโรงเรือนที่เหมาะสมควรมีความชื้นไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เพราะสภาพความชื้นของอากาศมีความสำคัญต่อการเกิดดอกเห็ดและพัฒนาการของดอกเห็ดมาก หากความชื้นในอากาศต่ำจะทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะบอบบาง ทำให้ดอกเห็ดแห้งและชะงักการเจริญเติบโต

4.2 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of things: IoT)

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หมายถึง การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือผ่านทางอินเทอร์เน็ต) รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคารบ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น (อรพรรณ คงมัน, 2563)

4.3 ถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) คือ วัสดุที่มีพื้นที่ผิวภายในและมีความพรุนสูงเป็นการนำเอาวัตถุดิบธรรมชาติที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมาผ่านกระบวนการก่อกัมมันต์ ซึ่งทำให้วัตถุดิบนั้นมีโครงสร้างรูพรุนและมีพื้นที่ผิวสูง (รุจิรา ปิ่นแก้ว, 2556) โดยถ่านกัมมันต์จะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับสารเคมีจากก๊าซและของเหลวได้ในปริมาณสูง ถ่านกัมมันต์มีโครงสร้างที่เป็นรูพรุนจำนวนมาก และมีความสามารถในการดูดซับสูงอันเนื่องมาจากพื้นที่ผิวมาก ผิวโครงสร้างเป็นแบบรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกถ่านกัมมันต์แบบเม็ด จำนวน 10 กิโลกรัม เป็นวัสดุปรับปรุงความชื้นและอุณหภูมิ

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลเทพ เวงสูงเนิน และคณะ (2561) ได้ทำการวิจัยระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโรงเรือนปลูกเห็ดหลินจือ แบบอัตโนมัติ พบว่าการทดสอบระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโรงเรือนปลูกเห็ดหลินจือแบบอัตโนมัติ โดยใช้การไมโครคอนโทรลเลอร์มาเป็นตัวรับส่งและประมวลผลข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับผลผลิตของกลุ่มที่ใช้ระบบควบคุมและไม่ใช้ระบบควบคุม ผลการควบคุมผลผลิตเห็ดหลินจือในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดที่มีระบบควบคุมมีความกว้างเฉลี่ย 49.17 mm. ความหนาเฉลี่ย 14.24 mm. และน้ำหนักเฉลี่ย 23.37 g. ส่วนโรงเรือนเปิดดอกเห็ดระบบปกติทั่วไปมีความกว้างเฉลี่ย 47.81 mm. ความหนาเฉลี่ย 15.80 mm. และน้ำหนักเฉลี่ย 28.08 g. ตามลำดับ

จาริณี จงปลื้มปิติ และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาการแสดงผลเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดนางรมที่ใส่ถ่านและไม่ใส่ถ่านกัมมันต์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk พบว่าผลผลิตของเห็ดนางรมในโรงเรือนเพาะเห็ดนางรมฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์มีผลผลิตมากกว่าโรงเรือนที่ไม่ใส่ถ่านกัมมันต์ 816.90 g. (6.9 เท่า) โรงเรือนที่มีถ่านกัมมันต์มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.03°C โรงเรือนที่ไม่มีถ่านกัมมันต์มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.11°C อุณหภูมิมีความแตกต่างกัน 1.08°C ส่วนความชื้นโรงเรือนที่มีถ่านมีความชื้นเฉลี่ย 92.34% โรงเรือนที่ไม่มีถ่านมีความชื้นเฉลี่ย 87.91% ความชื้นมีความแตกต่าง 4.43% ขนาดความกว้างของเห็ดเฉลี่ยในโรงเรือนที่มีถ่านกัมมันต์เท่ากับ 7.8 เซนติเมตร และโรงเรือนที่ไม่มีถ่านเท่ากับ 6.0 เซนติเมตร โรงเรือนที่เพาะเห็ดมีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ก้อนเห็ดที่ใช้วิจัย 15 ก้อน ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร และใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 5 กิโลกรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร

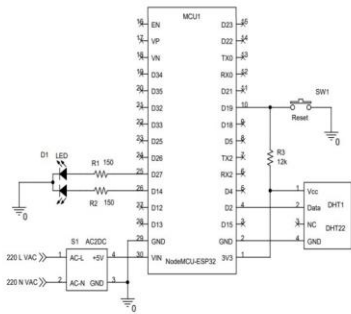
5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

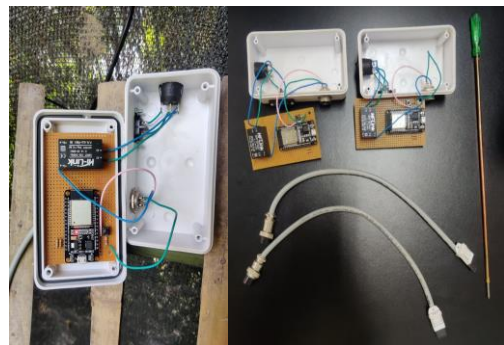
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อการควบคุมปัจจัยแวดล้อมรบกวนขณะบันทึกผลการทดลองให้น้อยที่สุด

5.2 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือ มีวิธีการดังนี้ ขั้นตอนการจัดสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นแสดงผลด้วยแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน เริ่มต้นจากการนำ Node MCU-ESP32 หรืออุปกรณ์ประมวลผลที่สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สาย ประกอบวงจรร่วมกับเซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศแบบดิจิทัล เชื่อมต่อที่ขา 2 สำหรับอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ DHT22 และมีการเชื่อมต่อกับหน่วยแสดงสถานะด้วยหลอดไฟ LED สีแดงที่ขา 14 และสีเขียวที่ขา 27 พร้อมกับสวิตช์เชื่อมต่อที่ขา 19 สำหรับการตั้งค่าเครือข่ายและรหัสเพื่อส่งข้อมูลให้กับแอปพลิเคชัน Blynk มีการสั่งการด้วยโปรแกรมภาษาซีที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Arduino IDE เพื่อให้อุปกรณ์ประมวลผล Node MCU-ESP32 ทำงานร่วมกับโปรแกรม Blynk ได้ ดังแสดงในภาพที่ 1



ก) วงจรการต่อ DHT22 กับ Node MCU-ESP32



ข) การต่อแผงวงจรกับเซนเซอร์ DHT22



ค) เครื่องมือที่สร้างเรียบร้อยแล้ว



ง) ลักษณะหน้าจอโปรแกรมของเครื่องมือ

ภาพที่ 1 การสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

การหาคุณภาพของเครื่องมือ มีวิธีการหาโดยการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้น Testo 174 H เพื่อหาระดับความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่สร้างขึ้น แล้วทดสอบสมมติฐานทางสถิติ โดยมีการตั้งสมมติฐานศูนย์ (Null Hypothesis) สมมติฐานเลือก (Alternative Hypothesis) จากนั้นทดสอบ t-test ภายใต้โอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (Type I Error) และระดับความเชื่อมั่น (Level of Confidence) ค่าหนึ่ง ผลปรากฏว่าเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นมีคุณภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.3.1 สร้างโรงเรือน A และ B ที่มีขนาดความจุ 2 ลูกบาศก์เมตร นำถ่านกัมมันต์ 10 กิโลกรัม (จาริณี จงปลัมปิติ และคณะ, 2563) ใส่โรงเรือน A จากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ด 60 ก้อนใส่โรงเรือน A และ B โรงเรือนละ 30 ก้อน ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้น 3 เครื่อง ภายในโรงเรือน A, B และภายนอก จัดการให้เครื่องมือเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง เพื่ออ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นภายใน

โรงเรือน A, B และภายนอกบนสมาร์โฟน โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ให้น้ำในโรงเรือนทั้งสองเวลา 07.00 น. และ 14.00 น. เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมต่อการงอกของเห็ด (พลเทพ เวงสูงเนิน และคณะ, 2561) อ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นตั้งแต่เวลา 07.00–18.00 น. ทุก ๆ หนึ่งชั่วโมง ตลอด 5 วันที่ทำการทดลอง โดยอ่านบนสมาร์โฟนที่ผ่านมาจากแอปพลิเคชัน Blynk ดังกล่าวข้างต้น ทำการวัดและบันทึกความกว้างของเห็ดเพื่อทดสอบอัตราการงอกให้คัดเลือกดอกเห็ดจากโรงเรือน A และ B ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 3.6 เซนติเมตรขึ้นไป จากโรงเรือนทั้งสอง วันละ 6 ก้อน การตัดดอกเห็ดมาวัดความกว้างในแต่ละวันให้มีจำนวนดอกเห็ดเท่ากันในแต่ละโรงเรือน และตัดดอกเห็ดช่วงเวลา 08.00–09.00 น. ดังแสดงในภาพที่ 2



ก) โรงเรือน A (มีถาดกักมันต์)



ข) โรงเรือน B (ไม่มีถาดกักมันต์)



ค) การติดตั้งเครื่องมือวัดในโรงเรือน



ง) การเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าในโรงเรือน A

ภาพที่ 2 การสร้างโรงเรือนเห็ดนางฟ้า การติดตั้งเครื่องมือ และการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเรือน

5.3.2 นำข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความกว้างของดอกเห็ดที่ตัดมาไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

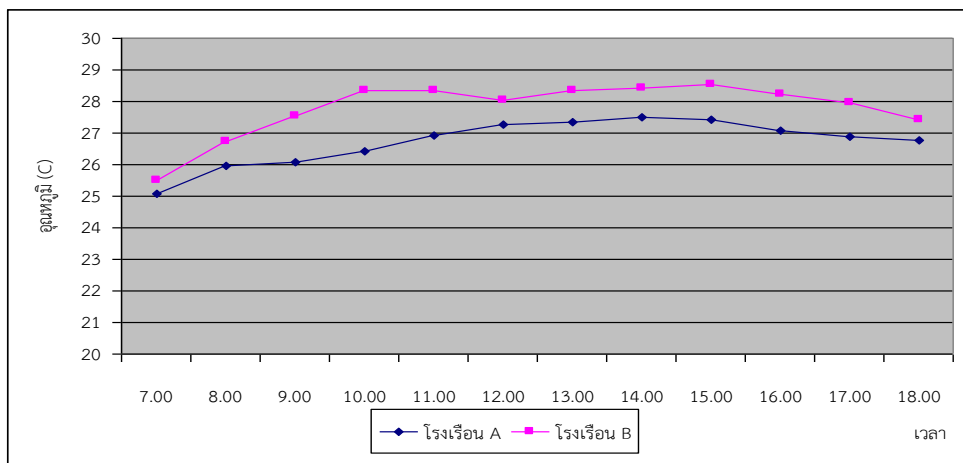
งานวิจัยนี้ใช้หลักการทางสถิติบรรยายและสถิติอนุมานในการอธิบายค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจากการทดลองว่าอุณหภูมิ ความชื้น และอัตราการงอกของเห็ดแตกต่างกันหรือไม่ ตัวแปรต้นที่จะทำให้เกิดความแตกต่างคือการใส่ถ่านกัมมันต์ในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดโรงเรือนหนึ่ง และไม่ใส่ถ่านกัมมันต์ในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดอีกโรงเรือนหนึ่ง ข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นได้จากเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นบนสมาร์ตโฟนที่สร้างขึ้นและอ่านผลโดยการส่งผ่านระบบเครือข่ายไร้สายจากแอปพลิเคชัน Blynk ส่วนข้อมูลอัตราการงอกของเห็ดนางฟ้าได้จากการวัดโดยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ และการทดสอบข้อมูลว่าเป็นไปตามสมมติฐานทั้งสองหรือไม่ใช้สถิติทดสอบ t-test (สุวิมล ติรภานันท์, 2557)

6. ผลการทดลอง

การแสดงผลเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติผ่านอินเทอร์เนตของสรรพสิ่ง โดยเลือกใช้ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่ทำการบันทึกไว้ในช่วงเวลา 07.00 น.-18.00 น. มาใช้ในการวิเคราะห์และทดสอบสมมติฐาน

6.1 การทดสอบอุณหภูมิภายในโรงเรือน

หลังจากได้ผลการทดลองจากการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยตามช่วงเวลาในระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ (A) และโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติ (B) วันที่ 7-11 กรกฎาคม 2564 แล้วผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ผลการทดลองได้แสดงในภาพที่ 1 หลังจากได้ข้อมูลผลการทดลองแล้วผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยค่าสถิติ t-test ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 3 เวลากับอุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างโรงเรือน A และ B

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเวลากับอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ (A) และโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ (B)

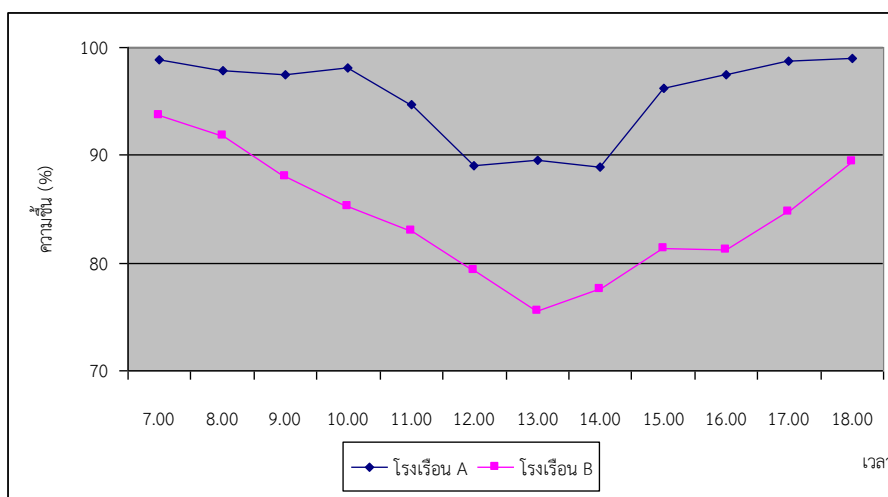
เวลา	อุณหภูมิ (°C)		เวลา	อุณหภูมิ (°C)	
	โรงเรือน A	โรงเรือน B		โรงเรือน A	โรงเรือน B
07.00 น.	25.06	25.50	13.00 น.	27.34	28.34
08.00 น.	25.98	26.74	14.00 น.	27.50	28.43
09.00 น.	26.08	27.54	15.00 น.	27.43	28.54
10.00 น.	26.42	28.36	16.00 น.	27.06	28.25
11.00 น.	26.92	28.34	17.00 น.	26.90	27.98
12.00 น.	27.28	28.04	18.00 น.	26.78	27.42
			เฉลี่ย ($\bar{X}$)	26.73	27.79
			S.D.	0.53	0.80
			t	3.19*	
			Df	22.00	
			P	0.00	

*P < .05

จากตารางแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิของโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ (A) มีค่าเฉลี่ย 26.73°C ส่วนอุณหภูมิของโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ (B) มีค่าเฉลี่ย 27.79°C พบว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 การทดสอบความชื้นภายในโรงเรือน

จากผลการทดลองข้อมูลความชื้นเฉลี่ยตามช่วงเวลาในระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติ วันที่ 7-11 กรกฎาคม 2564 แล้วผู้วิจัยนำวิเคราะห์ผลการทดลองได้ดังแสดงในภาพที่ 4 และทำการทดสอบสมมติฐานด้วยค่าสถิติ t-test ได้ผลทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 4 เวลากับความชื้นเฉลี่ยระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ (A) และโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ (B)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเวลากับความชื้นระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ (A) และโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติ (B)

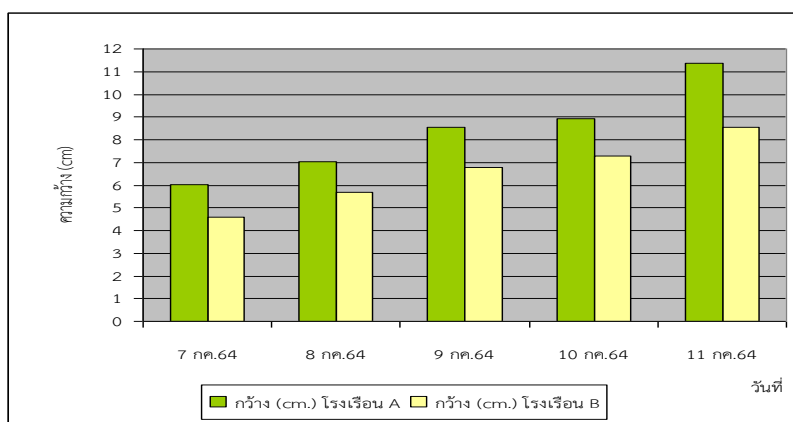
เวลา	ความชื้น (%)		เวลา	ความชื้น (%)	
	โรงเรือน A	โรงเรือน B		โรงเรือน A	โรงเรือน B
07.00 น.อ.	98.90	93.72	13.00 น.	89.54	75.60
08.00 น.	97.82	91.82	14.00 น.	88.88	77.60
09.00 น.	97.50	88.02	15.00 น.	96.28	81.36
10.00 น.	98.12	85.28	16.00 น.	97.48	81.20
11.00 น.	94.74	82.94	17.00 น.	98.80	84.70
12.00 น.	89.08	79.32	18.00 น.	98.94	89.38
เฉลี่ย ($\bar{X}$)				95.51	84.25
S.D.				16.02	31.95
t				5.63*	
Df				22.00	
P				0.00	

*P < .05

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ความชื้นของโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ (A) มีค่าเฉลี่ย 95.51% ส่วนอุณหภูมิของโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ (B) มีค่าเฉลี่ย 84.25% พบว่าความชื้นอากาศภายในโรงเรือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.3 การทดสอบอัตราการงอกของเห็ดนางฟ้า

อัตราการงอกของดอกเห็ดนางฟ้า หมายถึง ขนาดความกว้างของดอกเห็ดนางฟ้าต่อจำนวนก้อนในหนึ่งวันที่เปิดดอกเห็ดในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านและโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ ร้อยละของความกว้างดอกเห็ดหาได้จากผลต่างของดอกเห็ดโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีถ่านกับถ่านกับโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติต่อความกว้างเฉลี่ยของดอกเห็ดทั้งสองโรงเรือน จากผลการทดลองข้อมูลความกว้างเฉลี่ยของดอกเห็ดนางฟ้าระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีถ่านกัมมันต์ (A) และโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติ (B) วันที่ 7-11 กรกฎาคม 2564 ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ผลการทดลองได้ดังแสดงในภาพที่ 3 และทดสอบสมมติฐานด้วยค่าสถิติ t-test ผลทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 3 ความกว้างเฉลี่ยของดอกเห็ดโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีถ่านกัมมันต์ (A) และโรงเรือนเพาะเห็ดแบบปกติ (B)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความกว้างของดอกเห็ดนางฟ้าของโรงเรือน A และโรงเรือน B และขนาดความกว้างของดอกเห็ดแตกต่างกันแต่ละวันคิดเป็นร้อยละ 27, 22, 23, 20 และ 18 ตามลำดับ

วันที่	ความกว้างเห็ด (cm.)	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	P
7	โรงเรือน A	6	6.04	1.74	2.36*	10	0.04
	โรงเรือน B	6	4.61	0.46			
8	โรงเรือน A	22	7.04	1.05	3.19*	42	0.00
	โรงเรือน B	22	5.67	3.00			
9	โรงเรือน A	22	8.53	9.15	2.55*	42	0.01
	โรงเรือน B	22	6.76	1.45			
10	โรงเรือน A	22	8.91	8.74	2.27*	42	0.03
	โรงเรือน B	22	7.29	2.54			
11	โรงเรือน A	8	11.37	3.76	2.24*	14	0.04
	โรงเรือน B	8	8.54	8.92			

*P < .05

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ในแต่ละวันดอกเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์มีความกว้างกว่าดอกเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ และพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

7. สรุปผลการวิจัย

7.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ ที่ตรวจสอบจากการผ่านแอปพลิเคชัน Blynk พบว่าตั้งแต่เวลา 0.00–07.00 น. ของแต่ละวันที่ทำการทดลองจะมีความชื้นสูง เหตุเนื่องจากเป็นเพราะอากาศในตอนเช้าที่ยังไม่มีแดดมากนัก ซึ่งแตกต่างจากช่วงเวลา 07.00–18.00 น. อากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นจะลดลง แต่ปรากฏว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ยังคงมีความชื้นสูงกว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติเพราะสามารถกักเก็บความชื้นได้ดีกว่า ส่วนการทดสอบอุณหภูมิในระหว่างวันพบว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์มีอุณหภูมิต่ำกว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ และเมื่อนำผลการทดสอบความชื้นและอุณหภูมิมาตรวจสอบ ในช่วงเวลา 07.00–18.00 น. พบว่าความชื้นอากาศภายในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์สูงกว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ พบว่า ความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ และภายนอกโรงเรือน มีความชื้นเฉลี่ย 95.51, 84.25 และ 70.6% ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิของโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ต่ำกว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ และภายนอกโรงเรือนโดยพบว่ามีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.73, 27.79 และ 29.20°C ตามลำดับ

7.2 อัตราการงอกของเห็ดนางฟ้า 1) เห็ดนางฟ้าในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์ มีความกว้างเฉลี่ย วันที่ 7, 8, 9, 10 และ 11 เท่ากับ 6.04, 7.04, 8.53, 8.95 และ 11.37 เซนติเมตรตามลำดับ และ 2) เห็ดนางฟ้าในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ มีความกว้างเฉลี่ยวันที่ 7, 8, 9, 10 และ 11 เท่ากับ 4.61, 5.67, 6.76, 7.29 และ 8.54 เซนติเมตร ตามลำดับ ความแตกต่างของอัตราการงอกเห็ดนางฟ้าแต่ละวันคิดเป็นร้อยละ 27, 22, 23, 20 และ 18 ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าความกว้างของดอกเห็ดในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์มีขนาดมากกว่าโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติ

8. อภิปรายผล

8.1 โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่ได้รับการจัดการอุณหภูมิและความชื้นด้วยถ่านกัมมันต์จะมีอุณหภูมิและความชื้นแตกต่างกับโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติทั่วไป โดยอุณหภูมิโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่มีถ่านกัมมันต์และโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบปกติแตกต่างกัน 1.06°C และความชื้นแตกต่างกัน 11.26% เมื่อนำสมมติฐานไปทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จาริณี จงปลื้มปิติ และคณะ (2563) ที่ศึกษาการแสดงผลเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดนางรมที่ใส่ถ่านและไม่ใส่ถ่านกัมมันต์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk พบว่าโรงเรือนที่มีถ่านกัมมันต์มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.03°C โรงเรือนที่ไม่มีถ่านกัมมันต์มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.11°C อุณหภูมิมีความแตกต่างกัน 1.08°C ส่วน

ความชื้นโรงเรือนที่มีถ่านมีความชื้นเฉลี่ย 92.34% โรงเรือนที่ไม่มีถ่านมีความชื้นเฉลี่ย 87.91% ความชื้นมีความแตกต่าง 4.43%

8.2 โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าที่ได้รับการจัดการอุณหภูมิและความชื้นด้วยถ่านกัมมันต์จะมีอัตราการงอกแตกต่างกับเห็ดนางฟ้าที่ได้รับการจัดการอุณหภูมิและความชื้นแบบปกติทั่วไป ผู้วิจัยได้ตัดดอกเห็ดซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรือนตามที่กำหนดไว้ว่าอัตราการงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่ (การตัดดอกเห็ดต้องมีขนาดความกว้าง 3.6 เซนติเมตรขึ้นไป วันที่ 7 กรกฎาคม 2564 ตัดดอกเห็ดโรงเรือนละ 6 ดอก วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2564 ตัดดอกเห็ดโรงเรือนละ 22 ดอก และวันที่ 11 กรกฎาคม 2564 ตัดดอกเห็ดโรงเรือนละ 8 ดอก) เมื่อนำผลการวัดความกว้างของดอกเห็ดแต่ละวันปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จาริณี จงปลื้มปิติ และคณะ (2563) พบว่าขนาดความกว้างของเห็ดเฉลี่ยในโรงเรือนที่มีถ่านกัมมันต์เท่ากับ 7.8 เซนติเมตร และโรงเรือนที่ไม่มีถ่านเท่ากับ 6.0 เซนติเมตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลเทพ เวงสูงเนิน และคณะ (2561) ที่ศึกษากระบวนการควบคุมสภาวะแวดล้อมโรงเรือนปลูกเห็ดหลินจือแบบอัตโนมัติ พบว่า ผลการควบคุมผลผลิตเห็ดหลินจือในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดที่มีระบบควบคุมมีความกว้างเฉลี่ย 49.17 mm. ความหนาเฉลี่ย 14.24 mm. และน้ำหนักเฉลี่ย 23.37 g. ส่วนโรงเรือนเปิดดอกเห็ดระบบปกติทั่วไปมีความกว้างเฉลี่ย 47.81 mm. ความหนาเฉลี่ย 15.80 mm. และน้ำหนักเฉลี่ย 28.08 g. สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลิขิต อ่านคำเพชร และธรรพ อักษร (2560) ที่ออกแบบโรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของโรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ พบว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ตรงตามความต้องการของเห็ดนางฟ้า ทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นเห็ดนางฟ้าอย่างสม่ำเสมอ เกษตรกรมีความพึงพอใจกับเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นนี้เพราะทำให้เห็ดนางฟ้ามีการเติบโตอย่างสม่ำเสมอ ได้ผลผลิตมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภวุฒิ ผากา และคณะ (2557) ที่วิจัยการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเรือนเพาะเห็ด โดยวิธีการควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติซึ่งมีอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดที่ส่งสัญญาณทางไฟฟ้าเข้ามายังชุดควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ทำให้ได้เพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเห็ดโดยการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญยัง สิงห์เจริญ และสันติ สาแก้ว (2559) ที่ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่า เห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไป เห็ดที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.865 กิโลกรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.198 ซึ่งเมื่อเทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไปพบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.455 กิโลกรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.225 ยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด และนอกจากระบบควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดได้อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรศักดิ์ พองเงิน และคณะ (2561) ที่ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า พบว่าเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไป ยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวลี ขวัญนิษฐ์ และเกริกชัย ทองหนู

(2562) ที่ศึกษาการประยุกต์ใช้ไอโอทีสำหรับระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแคร่ง พบว่าผลผลิตจากก้อนเชื้อเห็ดแคร่งจะมีความสมบูรณ์และเจริญเติบโตได้เร็วกว่าปกติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธรัช อารีราษฎร์ และวราภา อารีราษฎร์ (2563) ที่ศึกษาระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ พบว่าผลผลิตมีน้ำหนักดี ดอกอวบ และอึมน้ำ และมีการเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แต่ละรอบของการจัดเก็บได้จำนวนที่มาก

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

- 1) การวิจัยนี้ควรขยายผลไปใช้กับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเห็ดชนิดอื่นๆ
- 2) ควรหาวัสดุที่กักเก็บความชื้นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับถ่านกัมมันต์ แต่อาจเพิ่มปริมาณของสาร ที่จะทำให้เกิดการเก็บกักน้ำได้ดี เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิต

9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ในการสร้างบทเรียนเชิงวิจัยควรนำเซนเซอร์มาฝึกนักศึกษาหลายแบบและสร้างแนวคิดให้นักศึกษา สร้างแพลตฟอร์มขึ้นเอง
- 2) ควรวิจัยเกี่ยวกับปริมาณความเข้มของแสง และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งน่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดโดยใช้ระบบอินเทอร์เน็ตประสมพลังเพื่อให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีสมัยใหม่

10. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.นวลใจ โคตรแสง คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุภาพมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ผศ.ดร.สัน นามตะคุ ผศ.ดร.กษพรธณ วงค์เจริญ รองคณบดี และ ผศ.ศิริพร จรรยา ผู้ช่วยคณบดี ที่คอยกำกับ ดูแลงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี รวมทั้งขอขอบคุณอย่างสูง ผศ.ดร.อมร มะลาศรี คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา ที่ช่วยตรวจสอบกรอบการวิจัยในครั้งนี้

11. เอกสารอ้างอิง

- จาริณี จงปลื้มปิติ, เทพพัก สุปิน, ภาณุวัฒน์ ขอสินกลาง, อรดา มาบำรุง และ พลเทพ เวงสูงเนิน. (2563). การแสดงผลเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดนางรมที่ใส่ถ่านและไม่ใส่ถ่านกัมมันต์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 11*. 21 สิงหาคม 2563 (หน้า 45-55). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- เติมพงศ์ แสงปรณกิจ. (2552). *เห็ดนางรม*. กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์.

- ธรัช อารีราษฎร์ และ วรภา อารีราษฎร์. (2563). ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 6(1), 7-16. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/project-journal/article/view/240505>
- บุญยัง สิงห์เจริญ และ สันติ สาแก้ว. (2559). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด. *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1*. 22 มิถุนายน 2559. (หน้า 176-183). ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
- พลเทพ เวงสูงเนิน, จาริณี จงปลื้มปิติ, ทยาวิร หนูบุญ, และ สนั่น จันทร์พรม. (2561). *ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมโรงเรือนปลูกเห็ดหลินจือ แบบอัตโนมัติ*. นครราชสีมา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- รุจิรา ปิ่นแก้ว. (2556). *การผลิตและการเตรียมถ่านกัมมันต์จากขี้ข้าวโพดเพื่อใช้ในการดูดซับมีเทน*. เพชรบูรณ์: สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. http://research.pcru.ac.th/rdb/project/datafiles?id=836&tag=การผลิตและการเตรียมถ่านกัมมันต์จากขี้ข้าวโพด_เพื่อใช้ในการดูดซับมีเทน
- ลิขิต อานคำเพชร และ ธงรบ อักษร. (2560). โรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2*. 26-27 กรกฎาคม 2560. (หน้า 364-374). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชธานี.
- วาริณี ธรรมชาติไพศาล. (2564). *คู่มือการเพาะเห็ด*. กรุงเทพฯ: ไทยควิลิตี้บุ๊คส์.
- วิรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรชาญ และ รัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 5(1), 172-182. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/itm-journal/article/download/140258/104041/372454>
- ศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่ และ อติศร ถมยา. (2557). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลยางคก อำเภอลำลูกเกด จังหวัดลำปาง. *วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 7(1), 58-69. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/lttech/article/view/29386>
- สุวลี ขวัญชัย และ เกริกชัย ทองหนู. (2562). การประยุกต์ใช้ไอโอทีสำหรับระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแคร้ง. *โครงการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 4*. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อบูรณาการท้องถิ่นอย่างยั่งยืน. 7-8 กุมภาพันธ์ 2562. (หน้า 493-494). สงขลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2557). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรพรรณ คงมัน. (2564, พฤษภาคม). *เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการอาชีพ 30001-2003*. <https://sites.google.com/site/eportorra/home/tdformanagework/unit2>