



ชุดทดลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติ ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ฐาปนา เจริญพร
วิทยาลัยการอาชีพศรีนครินทร์ อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดสุรินทร์
อีเมล : tapana.2021@gmail.com

วันที่รับบทความ 15 มิถุนายน 2564
วันแก้ไขบทความ 24 มิถุนายน 2564
วันตอบรับบทความ 26 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ

ชุดทดลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังแสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 2) เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ ของชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จากการทดลองพบว่าชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีการเจริญเติบโตในวันที่ 3 และมีขนาดพอเหมาะสำหรับนำไปบริโภคในวันที่ 10 ของการเพาะเห็ดแต่เห็ดนางฟ้าจากการเพาะแบบทั่วไป มีการเจริญเติบโตในวันที่ 4 และมีขนาดพอเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคในวันที่ 12 ของการเพาะเห็ด ชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถตอบสนองความต้องการกับเกษตรกรที่จะนำไปบริโภคหรือจำหน่ายตามท้องตลาด ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการดูแล และเพิ่มผลผลิตคุณภาพการเจริญเติบโตของดอกเห็ดสมบูรณ์มากกว่าโรงเพาะเห็ดทั่วไป

คำสำคัญ : ชุดควบคุม ความชื้น พลังงานแสงอาทิตย์

Experimental set of temperature and humidity control in a fully automatic mushroom house With solar energy

Thapana Chareanpor
Sikhoraphum Industrial and Community College
E – mail : tapana.2021@gmail.com

Received 15 June 2021

Revised 24 June 2021

Accepted 26 June 2021.

Abstract

Experimental set of temperature and humidity control in a fully automatic mushroom house with solar power. Objective: 1) To design and develop a simulation of temperature and humidity controller in a mushroom house. Automatically with solar energy 2) to test for efficiency. Of the simulation of a temperature and humidity controller in a fully automatic mushroom house with solar energy From the experiment, it was found that the simulation of the temperature and humidity controller in the automatic mushroom house with solar energy. It was grown on the third day and was suitable for consumption on the 10th day of the cultivation of the mushroom from the conventional cultivation. It was grown on day 4 and the size was suitable for consumption on day 12 of mushroom cultivation. A set of simulators for the temperature and humidity in a fully automatic mushroom house with solar energy. Can meet the needs of farmers who will use the mushrooms for consumption or market. This will help to save time in the care. And increase productivity The quality of growth of the mushroom was more complete than that of the general mushroom house.

Keywords : Control unit, moisture, Solar energy

1. บทนำ

ในอดีตเห็ดที่รับประทานกันทั่วไป จะเป็นเห็ดที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเฉพาะช่วงฤดูกาลเท่านั้น เมื่อมีผู้นิยมบริโภคกันมากขึ้น จึงทำให้เกิดการพัฒนาไปสู่การเพาะเห็ดในเชิงการค้า เห็ดที่เพาะในเชิงการค้ามีหลายชนิด เช่น เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดนางจิ เห็ดหูหนู และเห็ดหอม เป็นต้น เห็ดสกุลนางรม หรือเห็ดนางรม เป็นเห็ดที่นิยมของตลาด และมีการเพาะกันทั่วไปเกือบทั้งประเทศ เห็ดนางรมเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 24-33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 เปอร์เซ็นต์เห็ดแต่ละชนิดมีวิธีการเพาะที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปผู้เพาะเห็ดจะนำถุงเชื้อที่ผลิตเองหรือซื้อมานำไปเปิดดอกในโรงเรือนที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ดังนั้นโรงเรือนเปิดดอกเห็ดจึงมีความสำคัญในการเพาะเห็ด โดยจะต้องควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เห็ดจึงจะออกดอกและให้ผลผลิตดีจากการสำรวจโรงเรือนเพาะเห็ดที่เกษตรกรปลูก พบว่า มีหลายขนาดด้วยกัน ขึ้นอยู่กับเหตุผลและแนวคิดของแต่ละคน ผู้สร้างโรงเรือนขนาดใหญ่ให้เหตุผลว่าดูแลสะดวก อุณหภูมิภายในโรงเรือนมีความสม่ำเสมอ เปลี่ยนแปลงน้อย ส่วนผู้ที่สร้างโรงเรือนขนาดเล็กมีเหตุผลสนับสนุนว่า สามารถป้องกันกำจัดโรค แมลง และไร หรือศัตรูเห็ดได้ดีกว่า ถ้าเกิดการระบาดของโรคและแมลงจะสามารถควบคุมได้ไม่เสียหายทั้งหมด

ในปัจจุบันพบว่าคนไทยหันมาบริโภคเห็ดเพิ่มขึ้นเนื่องจากเห็ดมีประโยชน์และคุณค่าทางอาหารสูงและยังสามารถนำมาแปรรูปอาหารได้อย่างหลากหลายทำให้เห็ดเป็นที่ความต้องการของตลาด และทำให้กลุ่มอาชีพเพาะเห็ดมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง บางกลุ่มก็ประสบความสำเร็จแต่บางกลุ่มก็ล้มเหลวเนื่องจากมีปัจจัยหลายๆ ด้านในกระบวนการผลิตเห็ด เช่นการเลือกชนิดของเห็ดที่นำมาเพาะ การคัดเลือกเชื้อและการทำเชื้อ วัสดุที่ใช้เพาะและการดูแลรักษาซึ่งเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดซึ่งหากอุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้เส้นใยหยุดการเจริญเติบโตและส่งผลต่อการออกดอกเห็ดได้ ดังนั้นเกษตรกรควรมีการศึกษาข้อมูลและมีการวางแผนเป็นอย่างดี (บุญยัง สิงห์เจริญและสันติ สาแก้ว, 2559)

ดังนั้นเห็นได้ว่าเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีขายในท้องตลาดนั้นไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง ผู้วิจัยจึงเห็นถึงปัญหาและความจำเป็นที่จะต้องออกแบบและพัฒนาเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดให้สามารถใช้งานได้ในทุกพื้นที่และเห็ดก็สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิและความชื้นที่เราต้องการอีกด้วย

จากความสำคัญข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยเกิดแนวความคิดการสร้างชุดทดลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นมา โดยนำเอาพลังงานทดแทนจากแผงโซลาร์เซลล์เป็นตัวรับพลังงานจากแสงอาทิตย์มาแปลงเป็นกระแสไฟฟ้า และได้มีการนำเอาเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์มาช่วยประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ในชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อตอบสนองความต้องการของเกษตรกรผู้เพาะเห็ด

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด แบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.2 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ ของชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และ เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดจำลอง

เครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูล

3.1.1 ศึกษาการออกแบบและพัฒนา ชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3.1.2 ศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้น

3.1.3 ศึกษาข้อมูลของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น และการอินเตอร์เฟซว่ามีหลักการทำงานอย่างไร ชัดความสามารถของอุปกรณ์และชิ้นส่วน เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานในโรงงานวิจัยมากน้อยเพียงใด

3.1.4 ศึกษาการออกแบบ วงจรการทำงานข้อมูลเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ คุณสมบัติประเภทของไมโครคอนโทรลเลอร์และการอินเตอร์เฟซ รวมไปถึงการใช้เครื่องมือในการเขียนโปรแกรมและโปรแกรมช่วยทดสอบคำสั่งควบคุมพอร์ต การต่อประสานไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในระบบควบคุมไฟฟ้า

3.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.2.1 ด้านอิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นการจัดสร้างเมนบอร์ด ที่จะใช้ในการติดตั้งการเชื่อมต่อของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ในการแสดงผล LCD แผงควบคุมในการสั่งงานอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ด และชุดสวิทช์สั่งการทำงานด้วยมือที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและควยยืดหยุ่นในการทำงานของระบบ

3.2.2 ด้านโครงสร้าง ทำการออกแบบและพัฒนาโครงสร้างชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 60x120x50 เซนติเมตร

3.2.3 การออกแบบระบบควบคุมประมวลผลและวงจร

1) บล็อกไดอะแกรมการทำงานของชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2) วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ประมวลผลและควบคุม

3) วงจรขับโหลด (Drover Load)

4) วงจรไดอะแกรมอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้น SHT – 15

5) วงจรไดอะแกรมอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Real Time Clock)

3.2.4 การสร้างและประกอบวงจรประมวลผลควบคุม

1) อุปกรณ์ตรวจจับความชื้นและอุณหภูมิ SHT – 15 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

2) อุปกรณ์ควบคุมและประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เป็นส่วนหลักในการรับค่าจากเซ็นเซอร์ ปุ่มกดรับค่า ประมวลผลจากเซ็นเซอร์ ส่งผลการประมวลผลไปยังจอ LCD และ บอร์ดขับโหลดต่าง ๆ

3) หน้าจอแสดงผล เป็นหน้าจอขนาด 4 x 16 ตัวอักษร ในหน้าจอนี้สามารถแสดงสถานะ วันที่ เดือน ปี ค.ศ. จำนวนวันที่เครื่องทำงาน บรรทัดที่ 2 แสดงเวลา บรรทัดที่ 3 แสดงความชื้นและอุณหภูมิ

4) วงจรขับโหลดประกอบด้วย ตัวทำความร้อน เพื่อให้ความร้อนเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าที่ต้องการ ป้อนน้ำเพิ่มความชื้นและลดความร้อนภายในโรงเรือน พัดลมดูดอากาศ ลดความร้อนและความชื้นในโรงเรือน โดยบอร์ดขับโหลดมีหลักการทำงานโดยใช้ทรานซิสเตอร์ BD193 เป็นไคร์เวอร์ให้กับรีเลย์ ซึ่งรีเลย์ที่ใช้เป็นรีเลย์ 2 คอนแทรก ขนาด 30 แอมแปร์

5) ภายในกล่องวงจรควบคุมและประมวลผล ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 ทำหน้าที่เป็นส่วนประมวลผล โดยรับค่าจากปุ่มกดในการตั้งค่าความต้องการของผู้ใช้งาน และรับค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิ SHT – 15 เมื่อรับค่าเข้ามาแล้วทำการประมวลผลตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานตั้งค่าต่าง ๆ ไว้ เมื่อประมวลผลเสร็จสมบูรณ์ ไมโครคอนโทรเลอร์จะส่งข้อมูลไปยังจอ LCD เพื่อแสดงผลแก่สถานะต่าง ๆ และจะส่งข้อมูลออกไปยังบอร์ดขับโหลด ซึ่งในระบบควบคุมการทำงานของโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัตินี้จะมีโหลดตัวให้ความร้อนทำจากไดร์เป่าผม ปั้มน้ำและพัดลมดูดอากาศ สถานะเวลา วันที่ เดือน ปี เป็นชุดกำหนดเวลา DST – 3017 ส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อประมวลผลและแสดงผลสถานะ

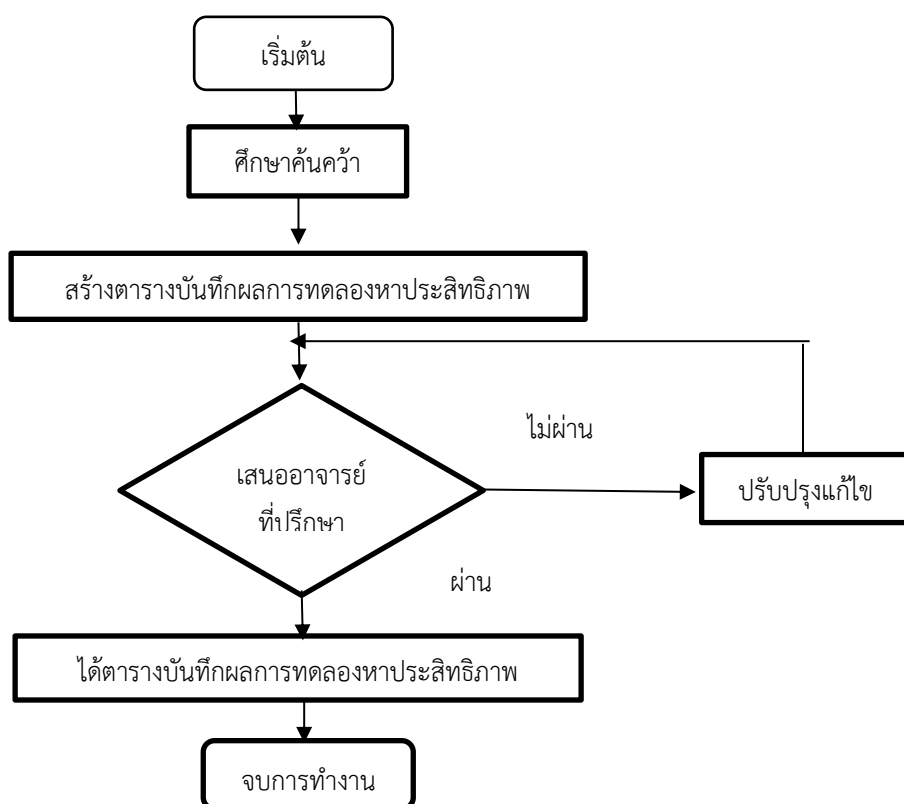
6) ชุดกำเนิดพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 30 วัตต์ จำนวน 2 แผง ต่อขนาดกันจะได้พลังงาน 60 วัตต์ต่อชั่วโมง เป็นแผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนลิคอน (Mono Crystalline Silicon Solar Cell)

7) นำอุปกรณ์ต่างมาประกอบเข้าเป็นชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมทำการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงาน

3.2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและตรวจสอบประสิทธิภาพ

- 1) มัลติมิเตอร์
- 2) นาฬิกาจับเวลา
- 3) แบบบันทึกผลการทดลอง

3.2.6 แบบบันทึกผลการทดลอง ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลำดับขั้นตอนในการสร้างตารางบันทึกผลการทดลอง

3.3 การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ทดสอบแหล่งกำเนิดพลังงานและเก็บพลังงานลงแบตเตอรี่ ทำการวัดค่าแรงดันกระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ทุก 6 นาที ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าในการเก็บประจุ

3.3.2 ทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ ทำการตั้งเงื่อนไขอุณหภูมิให้สูงกว่าสภาพภายในโรงเรือนและต่ำกว่าสภาพโรงเรือน 2 องศาเซลเซียส แล้วทำการบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงจำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที

3.3.3 ทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับความชื้น ทำการตั้งเงื่อนไขความชื้นให้สูงกว่าสภาพภายในโรงเรือนและต่ำกว่าสภาพโรงเรือน 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงจำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที

3.3.4 ทดสอบและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าระยะออกดอก

1) นำก้อนเห็ดนางฟ้ามาวางในชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และโรงเรือนเพาะเห็ดทั่วไปพร้อมกัน

2) ทำการเปิดเครื่องและตั้งค่าเงื่อนไขในการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องที่ 25 – 32 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ 70 – 90 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงระหว่างชุดเครื่องจำลองควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กับโรงเรือนเพาะเห็ดทั่วไป เป็นเวลา 2 สัปดาห์

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ค่าเฉลี่ย (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้ใช้

3.4.2 ค่าร้อยละ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2553)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ
 N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.4.3 สูตรคำนวณ กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

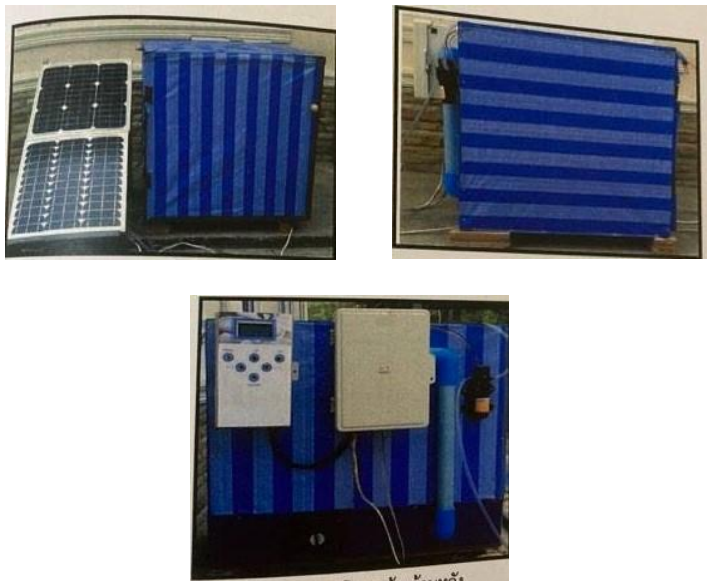
กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) x แรงดัน (โวลต์)

4. ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบพัฒนาและทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยมีผลการวิจัยดังนี้

4.1 ผลการออกแบบชุดจำลอง

ได้ชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีลักษณะดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

4.2 ผลการทดสอบแหล่งกำเนิดพลังงานและเก็บพลังงานลงแบตเตอรี่

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแหล่งกำเนิดพลังงานและเก็บพลังงานลงแบตเตอรี่

ครั้งที่	ค่าคำนวณแรงดัน			ค่าวัดแรงดันจริง			หมายถึง
	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	
1	17.7	3.38	67.26	12.7	3.8	48.26	
2	17.7	3.38	67.26	13.2	3.6	47.52	
3	17.7	3.38	67.26	12.8	3.8	48.64	
4	17.7	3.38	67.26	12.9	3.2	41.28	
5	17.7	3.38	67.26	12.8	3.1	39.68	
6	17.7	3.38	67.26	13.2	3.1	40.92	
7	17.7	3.38	67.26	13.2	2.9	38.28	
8	17.7	3.38	67.26	13.1	3.1	40.61	
9	17.7	3.38	67.26	13.2	3.4	44.88	
10	17.7	3.38	67.26	12.9	3.6	46.44	
ค่าเฉลี่ย			67.26				43.65

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบแหล่งกำเนิดพลังงานและเก็บพลังงานลงแบตเตอรี่ จะเห็นได้ว่าแหล่งกำเนิดพลังงานให้ค่าแรงดันกระแสไฟฟ้าทุก 6 นาที ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง ได้แรงดันที่ 17.7 โวลต์ กระแส 3.38 แอมแปร์

และกำลังไฟฟ้า 67.26 วัตต์ ซึ่งตรงตามรายละเอียดที่ติดมากับแหล่งกำเนิดพลังงาน ในขณะที่เครื่องยังไม่ทำงานตามเงื่อนไขของอุณหภูมิและความชื้น ส่วนการเก็บพลังงานลงแบตเตอรี่ ให้ค่าแรงดันกระแสไฟฟ้าทุก 6 นาที ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง ได้แรงดันที่ 17.7 โวลต์ กระแส 3.38 และกำลังไฟฟ้า 43.65 วัตต์ ในขณะที่เครื่องยังไม่ทำงานตามเงื่อนไขของอุณหภูมิและความชื้น

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิที่สูงกว่าและต่ำกว่าอุณหภูมิจริงในโรงเรือน

ครั้งที่	อุณหภูมิจริงในโรงเรือน	อุณหภูมิที่ตั้งในการตรวจจับอุณหภูมิที่สูงกว่า	อุณหภูมิที่ได้หลังการทดลอง	อุณหภูมิที่ตั้งในการตรวจจับอุณหภูมิต่ำกว่า	อุณหภูมิที่ได้หลังการทดลอง	หมายเหตุ
1	36	34	36	38	36.5	
2	36	34	35	38	36.7	
3	36	34	35	38	37.2	
4	36	34	34	38	37.8	
5	36	34	34	38	38	
6	36	34	34	38	38.1	
7	36	34	34	38	38.4	
8	36	34	33	38	38.5	
9	36	34	33	38	39.5	
10	36	34	33	38	39.8	
	36	34	34.1	38	38.05	

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิที่สูงกว่าและต่ำกว่าอุณหภูมิจริงในโรงเรือนจะเห็นได้ว่าเงื่อนไขการทดลองตรวจจับอุณหภูมิที่สูงกว่าคือ ตั้งค่าอุณหภูมิให้ต่ำกว่าสภาพภายในโรงเรือน 2 องศาเซลเซียส และเงื่อนไขการทดลองตรวจจับอุณหภูมิต่ำกว่าคือ ตั้งค่าอุณหภูมิให้สูงกว่าสภาพภายในโรงเรือน 2 องศาเซลเซียส เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดทดลองว่าใช้เวลาเท่าใดที่จะสามารถปรับอุณหภูมิให้อยู่ระหว่างอุณหภูมิตามเงื่อนไขของความต้องการของเห็ด จากการทดสอบอุณหภูมิโรงเรือนขณะนั้นอยู่ที่ 36 องศาเซลเซียส ในเงื่อนไขตรวจจับอุณหภูมิที่สูงกว่า คืออุณหภูมิตั้งอุณหภูมิให้ต่ำกว่าโรงเรือนจริง 2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ทำการทดสอบคือ 34 องศาเซลเซียส จากตารางผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า ชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้เวลาเพียง 4 นาทีในการปรับอุณหภูมิให้ลงมาอยู่ในระหว่างเงื่อนไขที่ตั้งไว้ คือ 34 องศาเซลเซียส และในเงื่อนไขตรวจจับอุณหภูมิต่ำกว่าคือ ตั้งอุณหภูมิในสูงกว่าโรงเรือนจริง 2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ตั้งทำการทดสอบคือ 38 องศาเซลเซียส

4.4 ผลการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับความชื้น

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับความชื้นสูงกว่าและต่ำกว่าความชื้นจริงในโรงเรือน

ครั้งที่	ความชื้นจริง ในโรงเรือน	ความชื้นที่ตั้งใน การตรวจจับ ความชื้นที่สูง กว่า	ความชื้นที่ได้ หลังการ ทดลอง	ความชื้นที่ตั้ง ในการตรวจจับ ความชื้นที่ต่ำ กว่า	ความชื้นที่ได้ หลังการ ทดลอง	หมายเหตุ
1	85	83	85	87	85	
2	85	83	85	87	85	
3	85	83	84	87	86	
4	85	83	84	87	87	
5	85	83	83	87	88	
6	85	83	83	87	88	
7	85	83	82	87	88	
8	85	83	82	87	88	
9	85	83	82	87	89	
10	85	83	82	87	89	
ค่าเฉลี่ย	85	83	83.2	87	87.3	

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับความชื้นที่สูงกว่าและต่ำกว่าความชื้นจริงในโรงเรือนจะเห็นได้ว่าเงื่อนไขการทดลองตรวจจับความชื้นที่สูงกว่าคือ ตั้งค่าความชื้นให้ต่ำกว่าสภาพในโรงเรือน 2 เปอร์เซ็นต์ และเงื่อนไขการทดลองตรวจจับความชื้นที่ต่ำกว่าคือ ตั้งค่าความชื้นให้สูงกว่าสภาพภายในโรงเรือน 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดทดลองว่าใช้เวลาเท่าใด ที่จะสามารถปรับความชื้นให้อยู่ในระหว่างความชื้นตามเงื่อนไขของความต้องการของเห็ด จากการทดสอบขึ้นโรงเรือนขณะนั้นอยู่ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ ในเงื่อนไขตรวจจับความชื้นที่สูงกว่า คือตั้งอุณหภูมิให้ต่ำกว่าโรงเรือนจริง 2 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิที่ตั้งทำการทดสอบคือ 83 เปอร์เซ็นต์ จากตารางการทดสอบจะเห็นได้ว่า ชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้เวลาเพียง 5 นาที ในการปรับความชื้นให้ลงมาอยู่ในระหว่างเงื่อนไขที่ตั้งไว้คือ 83 เปอร์เซ็นต์ และในเงื่อนไขตรวจจับความชื้นที่ต่ำกว่า คือ ตั้งความชื้นให้สูงกว่าโรงเรือนจริง 2 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่ตั้งทำการทดสอบคือ 87 เปอร์เซ็นต์ จากตารางผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าใช้เวลาเพียง 4 นาทีในการปรับอุณหภูมิให้ขึ้นมาอยู่ในระหว่างเงื่อนไขที่ตั้งไว้คือ 87 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการทดสอบแต่ละครั้งนั้นจะใช้เวลาครั้งละ 1 นาที ในการบันทึกผลการทดสอบ

4.5 ผลการทดสอบและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าระยะออกดอก

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าระยะออกดอกระหว่างชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับโรงเพาะเห็ดทั่วไป

วัน	ชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (อุณหภูมิ 25 – 32 องศาเซลเซียส และความชื้น 70 – 90 เปอร์เซ็นต์)	โรงเพาะเห็ดทั่วไป (ไม่ทราบอุณหภูมิและความชื้น)	หมายเหตุ
1	นำเห็ดที่เปิดดอกมาลง	นำเห็ดที่เปิดดอกมาลง	
2	-	-	
3	มีจุดขาว ตรงปากของก้อนเห็ด	-	
4	จุดสีขาวมีขนาดใหญ่ขึ้น	มีจุดขาว ตรงปากของก้อนเห็ด	
5	มีก้านสีขาวตรงปากของก้อนเห็ด	จุดสีขาวมีขนาดใหญ่ขึ้น	
6	ก้านสีขาวยาวขึ้น	-	
7	มีดอกเห็ดเล็ก ๆ ตรงปลายก้าน	มีก้านสีขาวตรงปากของก้อนเห็ด	
8	ดอกเห็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น	ก้านสีขาวยาวขึ้น	
9	ดอกเห็ดมีขนาดใหญ่	มีดอกเห็ดเล็ก ๆ ตรงปลายก้าน	
10	เห็ดมีขนาดพอเหมาะกับการบริโภค	ดอกเห็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น	
11		ดอกเห็ดมีขนาดใหญ่	
12		เห็ดมีขนาดพอเหมาะกับการบริโภค	

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าระยะออกดอก ระหว่างชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กับโรงเพาะเห็ดทั่วไปพบว่า เห็ดนางฟ้าจากชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 – 32 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ 70 – 90 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าแบบทั่วไป โดยเห็ดนางฟ้ามีการเจริญเติบโตในวันที่ 3 และมีขนาดพอเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคในวันที่ 10 ของการเพาะเลี้ยง แต่เห็ดนางฟ้าจากการเพาะแบบทั่วไป จะมีการเจริญเติบโตในวันที่ 4 และมีขนาดพอเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคในวันที่ 12 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งใช้เวลามากกว่าเห็ดนางฟ้าในชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 2 วัน

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในครั้งนี้ โดยทำการทดสอบอุณหภูมิที่สูงกว่าสภาพในโรงเรือนจริงของชุดทดลองนี้ สามารถปรับอุณหภูมิให้ลดลงอยู่ในระหว่างอุณหภูมิที่ต้องการได้โดยใช้เวลาเพียง 4 นาที และสามารถปรับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าสภาพภายในโรงเรือนจริงของชุดทดลองนี้สามารถปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นมาอยู่ระหว่างอุณหภูมิที่ต้องการได้โดยใช้เวลาเพียง 5 นาที จากการทดสอบความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงกว่าสภาพภายในโรงเรือนจริงของชุดทดลองนี้สามารถปรับความชื้นสัมพัทธ์ให้ลดลงอยู่ในระหว่างความชื้นที่ต้องการได้โดยใช้เวลาเพียง 5 นาที และในสภาพ

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่ต่ำกว่าสภาพภายในโรงเรือนจริงของชุดทดลองนี้ สามารถปรับความชื้นสัมพัทธ์ให้สูงขึ้นมาอยู่ในระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการได้โดยใช้เวลาเพียง 5 นาที

การทดสอบและการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าระยะออกดอก ระหว่างชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับโรงเพาะเห็ดทั่วไป เห็ดนางฟ้าจากชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในอุณหภูมิที่ 25 – 32 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ 70 – 90 เปอร์เซ็นต์ เจริญเติบโตได้ดีกว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าแบบทั่วไป โดยเห็ดนางฟ้ามีการเจริญเติบโตในวันที่ 3 และมีขนาดพอเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคในวันที่ 10 ของการเพาะเลี้ยง แต่เห็ดนางฟ้าจากการเพาะแบบทั่วไปมีการเจริญเติบโตในวันที่ 4 และมีขนาดพอเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคในวันที่ 12 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งจะช้ากว่าชุด

การออกแบบและสร้างชุดจำลองเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในครั้งนี้เพื่อเป็นชุดทดลองต้นแบบในการควบคุม ความชื้นและอุณหภูมิของการเพาะเห็ดให้มีความแม่นยำสูง เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและยังลดเวลา ลดแรงงานคนในการดูแลผู้ใช้งานชุดทดลองนี้สามารถตั้งค่าควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระหว่าง 0 – 100 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ตั้งอยู่ในระหว่าง 0 – 95 องศาเซลเซียส พลังงานที่ใช้กับชุดทดสอบเป็นพลังงานที่ได้จากโซลาร์เซลล์กับประจุลงแบตเตอรี่ ชุดจำลองนี้สามารถนำไปใช้กับพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึงได้

6. ข้อเสนอแนะ

ควรทำการทดลองกับเห็ดชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลที่แตกต่างกันของเห็ดแต่ละชนิด

เอกสารอ้างอิง

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่2. นนทบุรี : ไทยเนรมิต กิจอินเตอร์โปรเกรสซิฟ.

บุญยัง สิงห์เจริญและสันติ สาแก้ว. (2559). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด.

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2553). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่11). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

คุณค่าทางวิชาการ

เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดโดยในตัวโรงเรือนจะมีระบบตรวจจับอุณหภูมิและ ความชื้นอยู่ตลอดเวลาหากไม่เป็นตามที่ต้องการ สามารถลดต้นทุนการผลิต ลดแรงงาน