

## การควบคุมการปรับปรุงความชื้นอากาศระบบอัลตราโซนิกภายในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ Controlling of Ultrasonic Air Humidifier System on the Lingzhi Greenhouse.

พลเทพ เวงสูงเนิน<sup>1\*</sup>, ทายาวีร์ หนูบุญ<sup>1</sup>, จาริณี จงปลื้มปิติ<sup>1</sup>, สนั่น จันทร์พรม<sup>2</sup>, ณัฐดนัย พรรณูเจริญวงศ์<sup>3</sup>  
Ponthep Vengsungne<sup>1\*</sup>, Thayawee Nuboon<sup>1</sup>, Jarinee Jongpluempiti<sup>1</sup>, Sanan Janprom<sup>2</sup>, Nattadon  
Pannucharoenwong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, 30000

<sup>1</sup>Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala of Technology Isan, Nakhonratchasima, 30000, Thailand

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, 30000

<sup>2</sup>Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala of Technology Isan, Nakhonratchasima 30000, Thailand

<sup>3</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 12120

<sup>3</sup>Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, Thammasat University, Thailand 12120

\*Corresponding author: Tel: +66-8-66539179, E-mail: [ponthep.ve@rmuti.ac.th](mailto:ponthep.ve@rmuti.ac.th)

### บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาการควบคุมการปรับปรุงความชื้นของอากาศภายในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือด้วยระบบอัลตราโซนิก ในการทดสอบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบและเพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของอากาศเพื่อเปรียบเทียบระบบที่ใช้หัวอัลตราโซนิกจำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 ชุด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระบบที่ใช้หัวอัลตราโซนิกจำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 ชุด มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อหัวจะมีค่าเท่ากับ 0.230, 0.280, 0.290, 0.323 และ 0.310 litre/hr ตามลำดับ ความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกค่าเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 4.45% 6.55% 6.54% 9.73% และ 11.08% ตามลำดับ ค่าผลต่างของความชื้นเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 8.26 %rh 13.85 %rh 16.07 %rh 25.61 %rh และ 27.60 %rh ผลการทดสอบยังแสดงให้เห็นว่าระบบปรับปรุงความชื้นด้วยหัวอัลตราโซนิกสามารถลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือนภายในโรงเรือนได้ หากพิจารณาแล้วจะสังเกตได้ว่าในตำแหน่งด้านล่างของโรงเรือนจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าด้านบนของโรงเรือน และความชื้นด้านล่างมีค่าสูงกว่าด้านบน การเพิ่มจำนวนหัวอัลตราโซนิกยังสามารถช่วยให้อุณหภูมิและความชื้นในแต่ละตำแหน่งภายในโรงเรือนมีค่าใกล้เคียงกันด้วย

คำสำคัญ: เห็ดหลินจือ, โรงเรือนเปิดดอกเห็ด, ไมโครคอนโทรลเลอร์, การปรับปรุงความชื้นอากาศ

### Abstract

This paper aims to study the air humidifier of the Ganoderma greenhouse with ultrasonic system. The microcontroller was used to control and log temperature and humidity of air for comparing 1, 2, 3, 4 and 5 unit system. The result shown, 1, 2, 3, 4 and 5 unit system, average water consumption of system are 0.230, 0.280, 0.290, 0.323 and 0.310 litre/hr, Average internal and external temperature differences are 4.45%, 6.55%, 6.54%, 9.73%, and 11.08%, respectively. Average internal and external humidity difference are 8.26 %rh 13.85 %rh 16.07 %rh 25.61 %rh และ 27.60 %rh. The air humidifier system with ultrasonic unit can reduce the temperature and increase the humidity inside a greenhouse. In the bottom of the greenhouse, the temperature is lower than the top of the house. And the humidity below is higher than the top. In addition, increasing the number of ultrasonic unit can also help keep the temperature and humidity in each level within the greenhouse even closer.

Keywords: Ganoderma lucidum, Mushroom greenhouse, Microconductor, Air humidifier system

### 1. บทนำ

ในโลกมีการค้นพบเห็ดกว่า 10,000 สายพันธุ์ ในจำนวนนี้มีประมาณ 2,000 สายพันธุ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และมีประมาณ 300 สายพันธุ์ที่ค้นพบว่ามีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการ

นำมาใช้ในทางการแพทย์ (Sudheesh, Ajith, Ramnath, & Janardhanar, 2010; Weis & Wasser, 1999) เห็ดหลินจือ (Lingzhi หรือ Ganoderma lucidum) เป็นเห็ดที่นิยมแพร่หลายในการนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Bishop et al., 2015)

และยารักษาโรค โดยเฉพาะในประเทศจีนซึ่งเป็นประเทศที่เป็นแหล่งกำเนิดของเห็ดหลินจือ (Han, 2010; Keypour, Riahi, Moradali, & Rafati, 2008; Wasser, 2004; Zapata, Rojas, Ramirez, Fernandez, & Atehortua, 2009) การเพาะเห็ดหลินจือนั้นมีพื้นฐานที่เหมือนกับเห็ดส่วนใหญ่คือการเตรียมวัสดุเพาะ การฆ่าเชื้อวัสดุเพาะ การบ่มก้อน การเปิดดอกและการเก็บเกี่ยวซึ่งการควบคุมกระบวนการต่างๆ จะส่งผลต่อสารอาหารในดอกเห็ดหลินจือด้วย

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การเพาะเห็ดหลินจือ

การเพาะเห็ดหลินจือมีกระบวนการเหมือนกับการเพาะเห็ดส่วนใหญ่ ในประเทศไทยเกษตรกรจะมีกระบวนการเพาะเห็ดได้แก่ การเตรียมวัสดุทางการเกษตร การฆ่าเชื้อวัสดุทางการเกษตร การหยอดเชื้อเห็ด การบ่ม การเปิดดอกและการเก็บเกี่ยว ทุกขั้นตอนของการเพาะเห็ดจำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้มีความเหมาะสมต่อความต้องการของเห็ดในแต่ละช่วงอายุปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปิดดอกได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณแสงแดด (Kamra & Bhatt, 2013) การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ถือเป็นสิ่งสำคัญ เช่น ในช่วงของการบ่มจะต้องควบคุมให้อุณหภูมิอยู่ที่ 28-35 °C ในห้องปิดไม่มีแสงเข้า ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง จากนั้นเป็นช่วงการสร้างโคนต้น (fruiting หรือ pinning) ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิให้มีค่าเท่ากับ 28 °C ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1500 ppm แสงสว่างประมาณ 800 lux และความชื้นมากกว่า 95% (Singh, Harsh, & Gupta, 2014) หรือเป็นช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตจะต้องควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 20 – 22 °C ความชื้นเท่ากับ 80 – 85 % แสงสว่างเท่ากับ 500 – 1000 lux (Gao, Li, Li, Song, & Liu, 2016) เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ช่วงของการเปิดดอก โดยจะศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการควบคุมการปรับปรุงความชื้นอากาศระบบอัลตราโซนิกภายในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือซึ่งมีขนาดเท่ากับ 1.2 m x 0.6 m x 2.0 m โดยบรรจุเห็ดจำนวน 100 ก้อน

### 2.2 เซ็นเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

ตัวรับรู้ หรือเซ็นเซอร์ (sensor) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเซ็นเซอร์รุ่น DHT22 ที่มีช่วงของการวัดอุณหภูมิระหว่าง -40 ถึง 80 °C มีความคลาดเคลื่อนของการวัดอุณหภูมิเท่ากับ  $\pm 0.5$  °C ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 0 ถึง 100 %rh มีความคลาดเคลื่อนของการวัดความชื้นเท่ากับ  $\pm 2$  %rh ใช้โปรโตคอลในการติดต่อสื่อสารแบบหนึ่งสายและมีแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 3.3 ถึง 5.5 V. (Martín-Garín, Millán-García, Bairi, Millán-Medel, & Sala-Lizarraga, 2018) ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการรับส่งและประมวลผลข้อมูลได้แก่ชุด Arduino uno ซึ่งเป็นบอร์ดที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P (Al-Obaidy, Yazdani, & Mohammadi, 2017) ระบบการควบคุมเป็นแบบเปิด-ปิดตาม

เวลาที่กำหนดไว้เพื่อสั่งการให้ระบบปรับปรุงความชื้นอากาศด้วยหัวอัลตราโซนิกทำงาน

### 2.3 ระบบการปรับปรุงความชื้นในโรงเรือน

การศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการรับรู้อุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน โดยทำการติดตั้งเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นจำนวน 5 ตำแหน่ง ซึ่งภายนอกโรงเรือนจะมีจุดติดตั้งเซ็นเซอร์ 1 จุดให้มีค่าเป็นตำแหน่ง P1 ส่วนภายในโรงเรือนจะมีเซ็นเซอร์ติดตั้งจำนวน 4 จุด ให้มีชื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิง P2 P3 P4 และ P5 ภายในโรงเรือนใช้การสร้างความชื้นให้แก่อากาศโดยระบบอัลตราโซนิกชุดหัวอัลตราโซนิกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นเซรามิก 2 cm ใช้ไฟฟ้า 24 VDC 1,000 mADC ความสามารถในการสร้างไอน้ำตามทฤษฎีเท่ากับ 400 ml/h ซึ่งระบบอัลตราโซนิกนี้จะอาศัยหลักการของการทำให้น้ำเกิดการแตกตัวเป็นละอองโดยอาศัยการสั่นสะเทือนของแผ่นเซรามิก ในการศึกษาแบ่งกลุ่มของการควบคุมความชื้นเป็น 5 กลุ่ม แบ่งตามจำนวนของหัวเซรามิกได้แก่ 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด 4 ชุด และ 5 ชุด โดยตั้งชื่อกลุ่มเป็น H1 H2 H3 H4 และ H5 ตามลำดับ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลการทดสอบจำนวน 15 วัน ในทุกๆ วันจะเปิดระบบการทำงาน 6 ชั่วโมง โดยเริ่มทำการทดสอบพร้อมกันตั้งแต่เวลา 10:00 ถึง 16:00 น. ระบบการสร้างความชื้นโดยหัวอัลตราโซนิกจะทำงานเป็นระยะเวลา 10 นาทีในทุกๆ ชั่วโมง โดยการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 วินาที

## 3. ผลการทดลอง

ปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบปรับปรุงความชื้นอากาศระบบอัลตราโซนิกภายในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือต่อหนึ่งชั่วโมงสามารถแสดงได้ดัง Figure 5 หากนำปริมาณของการใช้น้ำมาหาค่าเฉลี่ยต่อหนึ่งหัวจะสามารถแสดงได้ดัง Figure 6 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนหัวอัลตราโซนิกเข้าไปในระบบสร้างความชื้นจะทำให้ใช้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่ใช้หัวอัลตราโซนิกจำนวน 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด 4 ชุด และ 5 ชุด มีอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 0.23 litre/hr 0.56 litre/hr 0.87 litre/hr 1.29 litre/hr และ 1.55 litre/hr หากคำนวณเป็นอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อหัวจะมีค่าเท่ากับ 0.230 litre/hr/head 0.280 litre/hr/head 0.290 litre/hr/head 0.323 litre/hr/head และ 0.310 litre/hr/head ตามลำดับ

เมื่อเก็บข้อมูลการใช้น้ำของโรงเรือนเป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงทำการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นในแต่ละจุดสังเกต ใน Figure 7 แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกในแต่ละตำแหน่ง ในกลุ่มที่ติดตั้งหัวอัลตราโซนิกจำนวน 1 หัว (H1) นั้นในตำแหน่ง P2 P3 P4 และ P5 จะมีค่าเท่ากับ 5.3% 4.39% 4.29% และ 3.81% ส่วนกลุ่มที่ติดตั้งจำนวนหัวอัลตราโซนิกมากที่สุดเท่ากับ 5 ชุด (H5) มีเปอร์เซ็นต์ผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกในแต่ละตำแหน่งเท่ากับ 11.58%

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

11.30% 11.40% และ 10.05% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นระบบปรับปรุงความชื้นด้วยหัวอัลตราโซนิกสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนลงได้ หากพิจารณาแล้วจะสังเกตได้ว่าในตำแหน่งด้านล่างของโรงเรือนจะมีผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนสูงกว่าด้านบนของโรงเรือน การเพิ่มจำนวนหัวอัลตราโซนิกยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิลงได้ และยังส่งผลให้อุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งมีค่าใกล้เคียงกันด้วย



Figure 5 Water consumption of the ultrasonic system.

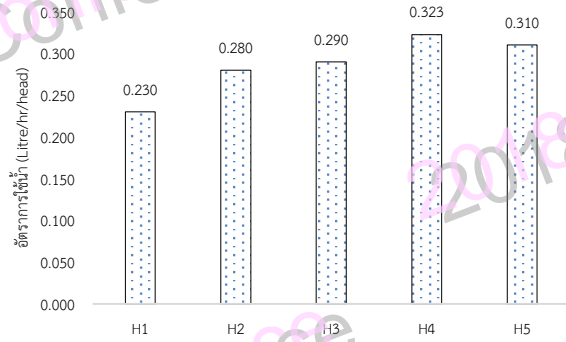


Figure 6 Water consumption of the ultrasonic system per unit.

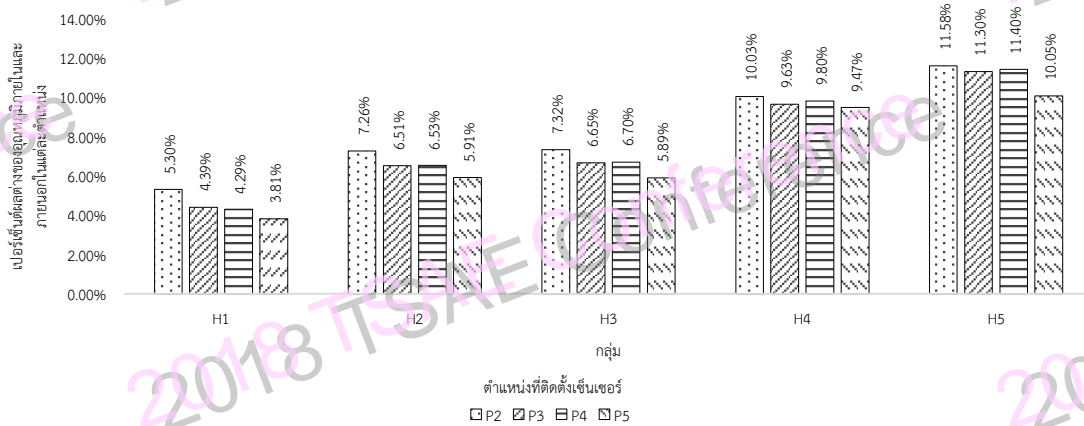


Figure 7 Temperature different percent of each position of vary group

ผลต่างของความชื้นภายในและภายนอกในแต่ละตำแหน่งของโรงเรือนในแต่ละกลุ่มการทดสอบสามารถแสดงได้ดัง Figure 8 หากใช้ระบบการปรับปรุงความชื้นด้วยหัวอัลตราโซนิกจำนวน 1 ชุด (H1) จะส่งผลให้มีค่าผลต่างของความชื้นในตำแหน่ง P2 P3 P4 และ P5 มีค่าเท่ากับ 8.78 %rh 9.97 %rh 5.95 %rh และ 8.37%rh ตามลำดับ และหากเพิ่มจำนวนหัวอัลตราโซนิกเป็น 5 ชุด (H5) จะยังส่งผลให้ความชื้นเพิ่มขึ้นจากความชื้นภายนอกเท่ากับ 26.74 %rh 28.69 %rh 27.17 %rh และ 27.8 %rh ตามลำดับ ซึ่งในส่วนนี้แสดงให้เห็นว่าจำนวนหัวอัลตราโซนิกส่งผลต่อการเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือน และจะเพิ่มมากขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกันในระบบที่ใช้จำนวนหัวอัลตราโซนิกเท่ากับ 4 ชุด และ 5 ชุด

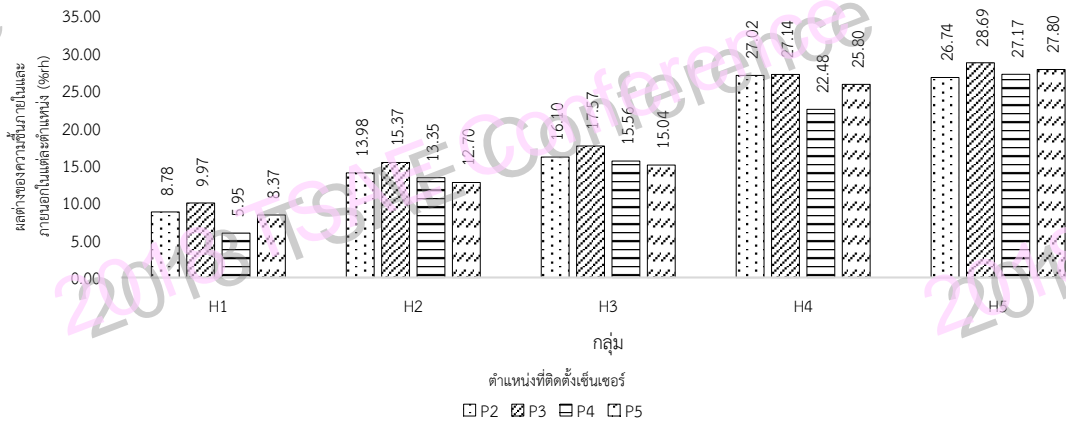


Figure 8 Relative humidity different of each position of vary group

จากนั้นนำเอาข้อมูลของเปอร์เซ็นต์ผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งสามารถแสดงได้ดัง Figure 9 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของอุณหภูมิมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ หากในระบบปรับปรุงความชื้นมีการเพิ่มจำนวนหัวอัลตราโซนิก เปอร์เซ็นต์ผลต่างเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในและภายนอกในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากับ 4.45% 6.55% 6.54% 9.73% และ 11.08% ตามลำดับ ส่วนค่าความชื้นเฉลี่ยของในแต่ละกลุ่มสามารถแสดงได้ดัง Figure 10 ผลการศึกษาที่มีแนวโน้มคล้ายคลึงกันกับผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอก โดยในแต่ละกลุ่มมีค่าความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.26 %rh 13.85 %rh 16.07 %rh 25.61 %rh และ 27.60 %rh ตามลำดับ

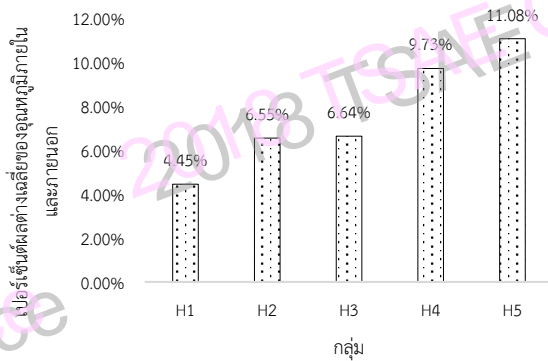


Figure 9 Percent of average temperature difference

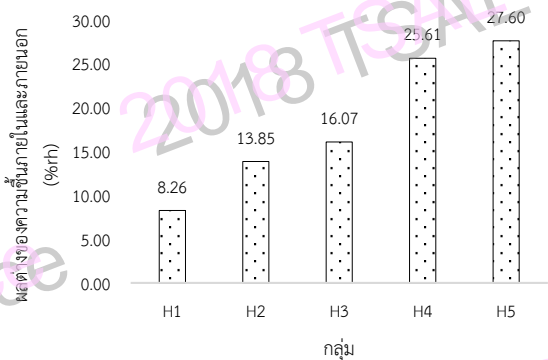


Figure 10 Difference of average relative humidity

#### 4. สรุปผล

จากผลการควบคุมการปรับปรุงความชื้นอากาศระบบอัลตราโซนิกภายในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือแสดงให้เห็นว่าหากระบบที่ใช้หัวอัลตราโซนิกจำนวน 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด 4 ชุด และ 5 ชุด จะมีอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 0.23 litre/hr 0.56 litre/hr 0.87 litre/hr 1.29 litre/hr และ 1.55 litre/hr หากคำนวณเป็นอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อหัวจะมีค่าเท่ากับ 0.230 litre/hr/head 0.280 litre/hr/head 0.290 litre/hr/head 0.323 litre/hr/head และ 0.310 litre/hr/head ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกในแต่ละตำแหน่งในตำแหน่ง P2 P3 P4 และ P5 ของกลุ่มที่ติดตั้งจำนวนหัวอัลตราโซนิกมากที่สุดจำนวน 5 ชุด (H5) มีค่าในแต่ละตำแหน่งเท่ากับ 11.58% 11.30% 11.40% และ 10.05% ตามลำดับ เมื่อนำเอาผลการทดสอบของทุกกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 4.45% 6.55% 6.54% 9.73% และ 11.08% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นระบบปรับปรุงความชื้นด้วยหัวอัลตราโซนิกสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนลงได้ หากพิจารณาแล้วจะสังเกตได้ว่าในตำแหน่งด้านล่างของโรงเรือนจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าด้านบนของโรงเรือน การเพิ่มจำนวนหัวอัลตราโซนิกยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิลงได้ และยังส่งผลให้อุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งมีค่าใกล้เคียงกันด้วย ค่าผลต่างของความชื้นในโรงเรือนตำแหน่ง P2 P3 P4 และ P5 หากใช้จำนวนหัวอัลตราโซนิกเท่ากับ 5 ชุด จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 26.74 %rh 28.69 %rh 27.17 %rh และ 27.8 %rh ตามลำดับ เมื่อหาค่าเฉลี่ยในแต่ละตำแหน่งของทุกกลุ่มเรียงลำดับจาก 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด 4 ชุด และ 5 ชุดแล้วมีค่าเท่ากับ 8.26 %rh 13.85 %rh 16.07 %rh 25.61 %rh และ 27.60 %rh แสดงให้เห็นว่าจำนวนหัวอัลตราโซนิกส่งผลต่อการเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือน และจะเพิ่มมากขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกันในระบบที่ใช้จำนวนหัวอัลตราโซนิกเท่ากับ 4 ชุด และ 5 ชุด

## 5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามสัญญาเลขที่ มทร.ธัญบุรี/นม/2560/031 และขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ในการทดลอง

## 6. เอกสารอ้างอิง

- Al-Obaidy, F., Yazdani, F., & Mohammadi, F. A. (2017). Intelligent testing for Arduino UNO based on thermal image. *Computers & Electrical Engineering*, *58*, 88–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.01.014>
- Bishop, K. S., Kao, C. H. J., Xu, Y., Glucina, M. P., Peterson, R. R. M., & Ferguson, L. R. (2015). From 2000 years of *Ganoderma lucidum* to recent developments in nutraceuticals. *Phytochemistry*, *114*, 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.02.015>
- Gao, X. L., Li, X., Li, M. J., Song, C. B., & Liu, Y. (2016). Effects of light intensity on metabolism and antioxidant defense in *Haliotis discus hannai* Ino. *Aquaculture*. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.010>
- Han, C. (2010). Antinociceptive activity of agaricoglycerides extracted from mycelium of Ling Zhi or Reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllophoromycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, *12*(3), 273–278. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v10.i4.70>
- Kamra, A., & Bhatt, A. B. (2013). First attempt of an organic cultivation of red *Ganoderma lucidum* under subtropical habitat and its economics. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*.
- Keypour, S., Riahi, H., Moradali, M.-F., & Rafati, H. (2008). Investigation of the Antibacterial Activity of a Chloroform Extract of Ling Zhi or Reishi Medicinal Mushroom, *Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllophoromycetidae), from Iran. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, *10*(4), 345–349.

<https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v10.i4.70>

- Martín-Garín, A., Millán-García, J. A., Bairi, A., Millán-Medel, J., & Sala-Lizarraga, J. M. (2018). Environmental monitoring system based on an Open Source Platform and the Internet of Things for a building energy retrofit. *Automation in Construction*, *87*, 201–214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.017>
- Singh, S., Harsh, N. S. K., & Gupta, P. K. (2014). A NOVEL METHOD OF ECONOMICAL CULTIVATION OF MEDICINALLY IMPORTANT MUSHROOM, *GANODERMA LUCIDUM*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, *5*(5), 2033–2037. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5\(4\).2033-37](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5(4).2033-37)
- Sudheesh, N. P., Ajith, T. A., Ramnath, V., & Janardhanan, K. K. (2010). Therapeutic potential of *Ganoderma lucidum* (Fr.) P. Karst. against the declined antioxidant status in the mitochondria of post-mitotic tissues of aged mice. *Clinical Nutrition*, *29*(3), 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2009.12.003>
- Wasser, S. (2004). Reishi or Ling Zhi (*Ganoderma lucidum*). In *Encyclopedia of Dietary Supplements* (pp. 603–622). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b13959-62>
- Weis, A. L., & Wasser, S. P. (1999). Therapeutic Effects of Substances Occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: A Modern Perspective. *Critical Reviews™ in Immunology*, *19*(1), 32. <https://doi.org/10.1615/CritRevImmuno.v19.i1.30>
- Zapata, P. A., Rojas, D. F., Ramirez, D. A., Fernandez, C., & Atehortua, L. (2009). Effect of Different Light-Emitting Diodes on Mycelial Biomass Production of Ling Zhi or Reishi Medicinal Mushroom *Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllophoromycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, *11*(1), 93–99. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushr.v11.i1.110>