



## การพัฒนาและทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และแสงแดดเทียม ในตู้เลี้ยงกล้วยไม้แบบอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ชาณวิช สุวรรณพงศ์<sup>1\*</sup>, อภิวัตร บุญกอง<sup>1</sup>, ธนากร สีเมฆ<sup>1</sup>, กรรชัย น้อยชาติ<sup>1</sup> และธีรพล อุปชาบาล<sup>2</sup>

### Development and Testing of Temperature and Humidity Sensor and Plant Grow Light in Automatic Orchid Cabinet by Using Arduino Microcontroller

Chanwit Suwannapong<sup>1\*</sup>, Apiwat Boonkong<sup>1</sup>, Thanakorn Seemek<sup>1</sup>,

Kunchai Noichale<sup>1</sup> and Teerapon Upachaban<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม 48000

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม 48000

<sup>1</sup>Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Nakhon Phanom University 48000

<sup>2</sup>Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Nakhon Phanom University 48000

\*Corresponding author. E-mail: schanwit@npu.ac.th

#### บทคัดย่อ

อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตสำหรับการปลูกกล้วยไม้ ระบบเลี้ยงกล้วยไม้ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้เพื่อช่วยในการเจริญเติบโตได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งในงานวิจัยนี้จึงได้มีการนำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และแสงแดดเทียมในตู้เลี้ยงกล้วยไม้แบบอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นอุปกรณ์ควบคุม ระบบควบคุมจะใช้การรับสัญญาณอะนาล็อกจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นำไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล สั่งการให้ปั๊มน้ำ อุปกรณ์เพลทีเยอร์ หลอดไฟแอลอีดี และพัดลมระบายอากาศทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดแบบอัตโนมัติที่อุณหภูมิไม่เกินกว่า 30 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินกว่าร้อยละ 80 ซึ่งโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมดถูกออกแบบบนแนวคิดของพื้นฐานตรรกศาสตร์ จากการทดสอบ อุณหภูมิภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้มีค่าเฉลี่ย 27.29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.38 ระบบสเปร้งน้ำมีทำงานเฉลี่ย 0.20 นาทีต่อวัน ระบบการให้แสงแดดเทียมมีการให้แสงแดดเฉลี่ย 10.50 ชั่วโมงต่อวัน และระบบทำความเย็นด้วยวิธีระเหยของน้ำทำงานเฉลี่ย 3.78 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งชั่วโมงของการทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้เป็นสำคัญ

**คำสำคัญ:** ระบบควบคุมอัตโนมัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์ กล้วยไม้

#### Abstract

Temperature, humidity, and sunlight are important factors that affect the growth of orchids. Today, orchid farming system has adopted various technologies to help in consistently growing. In this research, we have introduced the idea to develop the Temperature and Humidity Sensor and Plant Grow Light in automatic orchid cabinet by using Arduino microcontroller. The control system received an analogue signal from temperature and Humidity Sensor and processing by microcontroller to command water pump, Thermoelectric Cooler Peltier, LED and ventilator to work automatically by setting the temperature not exceed 30 degrees Celsius and the humidity is not over 80%. All control programs are designed by logic. The results revealed that, average temperature of the automatic orchid cabinet was 27.29 degrees Celsius. Humidity in the automatic orchid cabinet was 67.38%. Fogging system works an average of 0.20 minutes per day. The plant grow light system has an average light exposure of 10.50 hours per day. The evaporative cooling system operates at an average of 3.78 hours per day. The operation hours of evaporative cooling system is depends on the temperature inside the orchid cabinet.

**Keywords:** Automation Control System, Microcontroller, Orchid



## บทนำ

การปลูกไม้กระถางประดับภายในอาคารได้รับความนิยมมาเป็นเวลานาน กล้วยไม้ถือเป็นไม้ประดับกระถางชนิดหนึ่งซึ่งได้รับความนิยมปลูกเลี้ยงในอาคาร เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีภายในอาคารให้ดอกได้สม่ำเสมอ อีกทั้งบางชนิดยังสามารถที่จะให้ดอกบานอยู่บนต้นได้นานกว่า 2 เดือน ไม่เพียงแต่เฉพาะคุณสมบัติพิเศษของกล้วยไม้อย่างเดียวเท่านั้น การมีต้นไม้อยู่ในบริเวณบ้านทั้งภายนอกบ้าน ภายในบ้าน และสถานที่ทำงาน จะทำให้เกิดความสดชื่น ลดความตึงเครียดและสามารถสร้างบรรยากาศที่ดีในการอยู่อาศัยในบริเวณนั้นด้วย (รพีพรรณ, 2529)

การเลี้ยงกล้วยไม้ให้เจริญเติบโตภายในอาคาร รวมถึงสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด เช่น คอนโดมิเนียม ทาวน์เฮ้าส์ ตึกแถว กลับเป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากกล้วยไม้จำเป็นต้องอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ต้องมีความเหมาะสมกับกล้วยไม้สกุลนั้น ๆ (รัฐศิลป์ และคณะ, 2558) อีกทั้งการให้น้ำ กล้วยไม้แต่ละสกุลย่อมมีความแตกต่างกันไป บางชนิดชอบน้ำมาก บางชนิดชอบน้ำน้อย การให้น้ำที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการของกล้วยไม้ อาจทำให้กล้วยไม้หยุดการเจริญเติบโตหรืออาจจะตายได้ (อิศร์, 2556) ดังนั้น หากมีระบบที่สามารถตรวจวัดและควบคุมสภาพแวดล้อมของการเลี้ยงกล้วยไม้ภายในอาคารที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้กล้วยไม้นั้นได้รับการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม สามารถคงสภาพของการให้ดอก รวมไปถึงสามารถที่จะเจริญเติบโตได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการควบคุมสภาพแวดล้อมนั้น มีทั้งการควบคุมควบคุมปริมาณแสง (Li, et al., 2012, pp. 652–655; Cui, et al., 2018, pp. 700–703) การควบคุมความเข้มข้นของก๊าซต่าง ๆ (Linker, Gutman & Seginer, 1999, pp. 851–862; Tawegoum, Teixeira & Chasseriaux, 2006, pp. 853–861.) และการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่นิยมมากที่สุด (Gouda, 2005, pp. 507–512; Xiu-hua & Lei, 2011, pp. 500–503; Kameoka, et al., 2011, pp. 2811–2816 )

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการให้แสงในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ ด้วยวิธีทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ (Evaporative Cooling System) ร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ (Fogging System หรือ Sprinkler) และระบบการให้แสงแดดเทียม (Plant Grow Light System) แบบอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบ

## วัตถุประสงค์และวิธีการ

ข้อกำหนดของการออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการให้น้ำในตู้เลี้ยงกล้วยไม้แบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติ มีดังนี้

1. ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 (Farnell, 2018) ที่ภายในมีชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328 เป็นอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการให้น้ำในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ให้ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 80 โดยรับสัญญาณอะนาลอกจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ DHT22 (SparkFun Electronics, 2018) ภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ จำนวน 2 ตัว และภายนอกจำนวน 1 ตัว ส่งไปให้ Arduino ทำการประมวลผล และสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic)
2. ระบบทำความเย็นและการให้น้ำด้วยวิธีการสเปรย์ละอองน้ำ ประกอบด้วย ปั๊มน้ำ 12 V, 4.7 Bar จำนวน 1 เครื่อง สปริงเกอร์ขนาดเล็ก จำนวน 1 ตัว โดยสามารถให้ระบบทำงานตามเงื่อนไขและช่วงเวลาที่กำหนดแบบอัตโนมัติ ในกรณีที่มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าร้อยละ 60
3. ระบบทำความเย็นด้วยวิธีระเหยของน้ำ ประกอบด้วย อุปกรณ์เพลเทียร์ (Thermoelectric Cooler Peltier) 1 ชิ้น พัดลมระบายอากาศเพื่อใช้ระบายความร้อน-เย็นจากอุปกรณ์เพลเทียร์ภายนอกและภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ 12V, 2200+/-10 RPM จำนวน 2 ตัว สำหรับช่วยทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำลดอุณหภูมิ ในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส



4. ระบบการให้แสงแดดเทียม ประกอบด้วยหลอดไฟแอลอีดี (LED Plant Grow Light) 220V, 5W, 450lm จำนวน 1 หลอด สำหรับช่วยให้แสงแดดเทียมแก่กล้วยไม้และลดความชื้นในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในมากกว่าร้อยละ 80 และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมากกว่าในตู้เลี้ยงกล้วยไม้
5. ระบบลดความชื้นสัมพัทธ์ในตู้เลี้ยง ประกอบด้วยพัดลมระบายอากาศ 12V, 2200+/-10 RPM จำนวน 2 ตัว หากความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เกินร้อยละ 80 กรณีปกติ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ มีค่ามากกว่าความชื้นสัมพัทธ์นอกตู้ ให้พัดลมระบายอากาศจำนวน 2 ตัว ระบายความชื้นออกจากตู้และเป็น การนำความชื้นจากภายนอก (จากช่องอากาศ) ในกรณีความชื้นสัมพัทธ์นอกตู้เลี้ยงกล้วยไม้ มีค่ามากกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ เปิดอุปกรณ์เฟลเทียร์ เพื่อให้ความชื้นจากอากาศภายในตู้เลี้ยงควบแน่น กลายเป็นหยดน้ำ

ข้อกำหนดของการทดสอบ จะทำการทดสอบเก็บผลระบบควบคุมที่ออกแบบสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งจะทำการเก็บ ข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูล (Data Logger) ที่ข้อมูลจากพัดลมระบายอากาศ อุปกรณ์เฟลเทียร์ เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งภายในและภายนอกตู้เลี้ยงกล้วยไม้ บันทึกค่าต่าง ๆ ทุก 1 วินาที เพื่อให้สามารถพิจารณาประสิทธิภาพ ของการควบคุมและการทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ ได้ชัดเจนมาก ยิ่งขึ้น

การออกแบบโปรแกรมควบคุม จากข้อกำหนดที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถแบ่งกลุ่มของอุปกรณ์ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

#### 1. อุปกรณ์อินพุต

- DHT22 Temperature and Humidity Sensor Module รุ่น AM2302 อินพุตอุณหภูมิ - 40 - 80 องศาเซลเซียส อินพุตความชื้น 0-100% RH อินพุตแรงดันไฟฟ้า 3.3 - 6 V จำนวน 3 ตัวสำหรับรับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกตู้เลี้ยงกล้วยไม้

- Push Button Switch สำหรับ ON/OFF ระบบควบคุมทั้งหมด

#### 2. อุปกรณ์เอาท์พุต

- Evaporative Cooling System

- Sprinkler System

- Plant Grow Light System

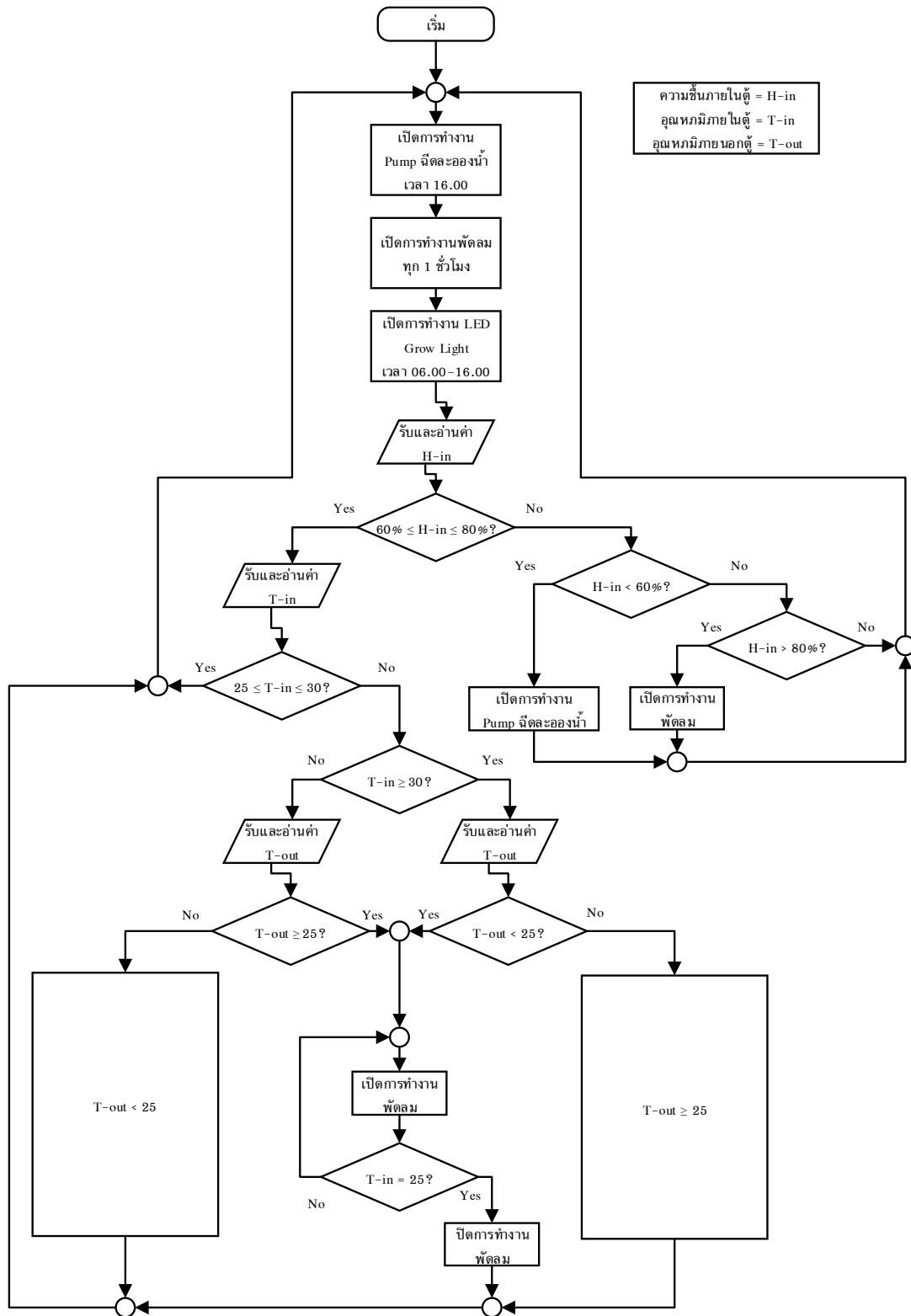
#### 3. อุปกรณ์ควบคุม

- บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ที่ภายในมีชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328 อินพุตแรงดันไฟฟ้า 7 - 12 V พอร์ต Digital I/O จำนวน 14 พอร์ต พอร์ต Analog input จำนวน 6 พอร์ต และ Clock speed 16 Mhz ทำหน้าที่รับสัญญาณจากเซ็นเซอร์และสั่งการให้ Evaporative Cooling System และ Sprinkler System ทำงานได้

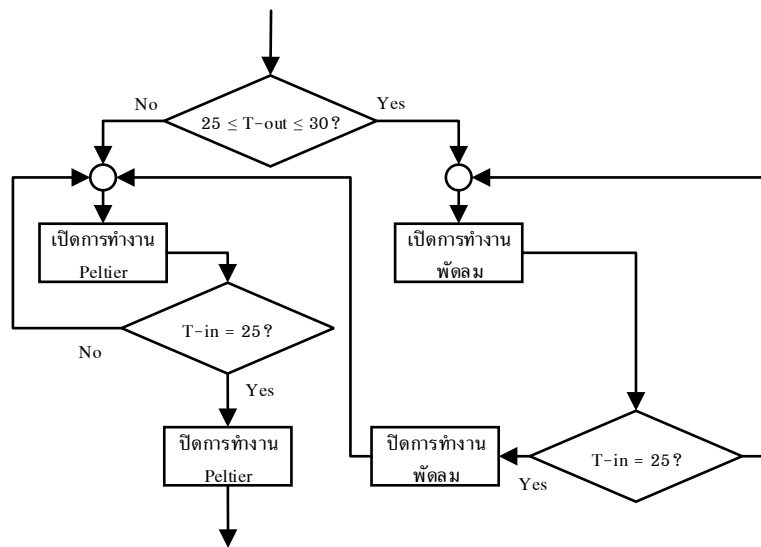
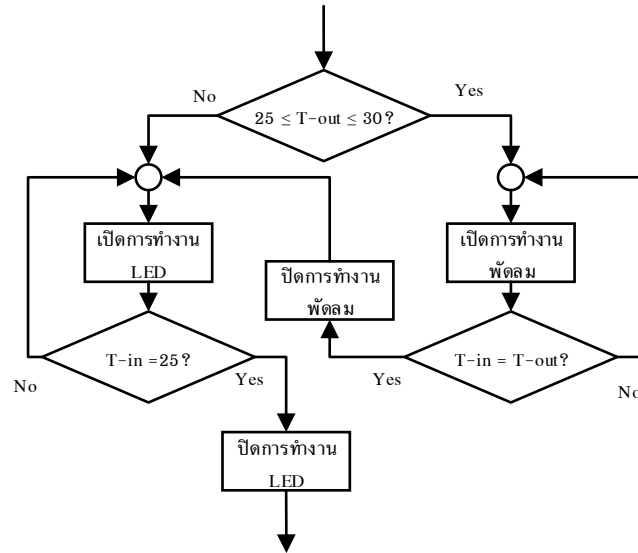
#### 4. อุปกรณ์แสดงผล

- จอแสดงผล LCD (Blue Screen) รุ่น 1602 I<sup>2</sup>C อินพุตแรงดันไฟฟ้า 5 V สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้และภายนอกตู้เลี้ยงกล้วยไม้

จากข้อกำหนดและอุปกรณ์ทั้งหมด สามารถเขียนผังงานการทำงานของระบบควบคุมได้ ดังรูปที่ 1 และ 2

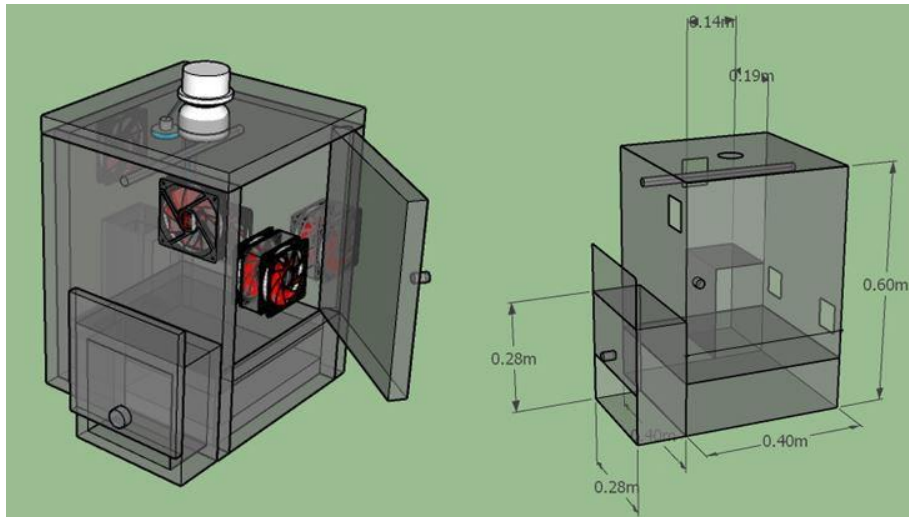


รูปที่ 1 ฟังงานการทำงานของระบบควบคุม

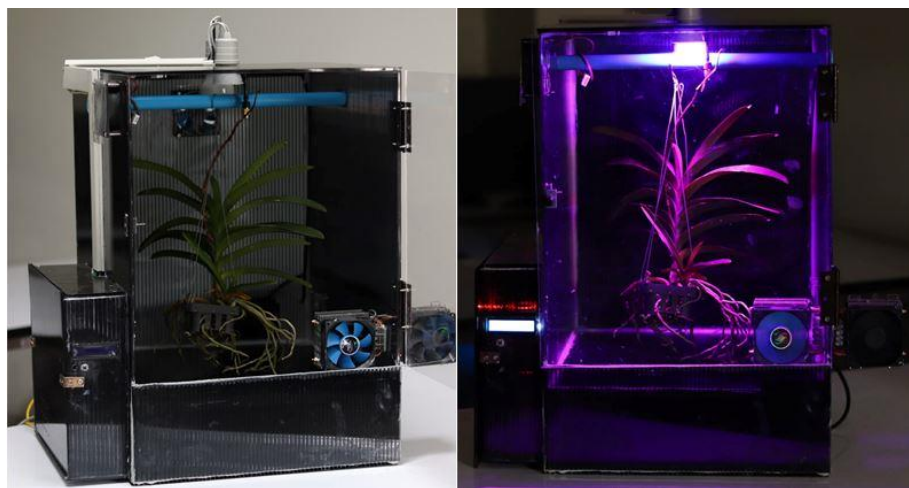


รูปที่ 2 ผังงานการทำงานของระบบควบคุมย่อย

การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุม จากข้อกำหนดในการออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการแสงแดดเทียมในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ นั้น ในการออกแบบตู้เลี้ยงกล้วยไม้และการติดตั้งอุปกรณ์ของงานวิจัย จะต้องคำนึงถึงขนาดของอุปกรณ์ในส่วนอินพุตและเอาต์พุตที่จะทำการติดตั้ง ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาตู้เลี้ยงกล้วยไม้ให้มีขนาด 40 x 40 x 60 เซนติเมตร รวมไปถึงได้พัฒนากล่องของอุปกรณ์ควบคุมขนาด 28 x 12 x 28 เซนติเมตร โดยใช้วัสดุพลาสติกแข็งในการพัฒนาตู้เลี้ยงกล้วยไม้และกล่องของอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด ทั้งนี้ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนอินพุต เอาต์พุต และกล่องของอุปกรณ์ควบคุมไว้กับตู้เลี้ยงกล้วยไม้ตามตำแหน่งต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปที่ 3 และ 4



รูปที่ 3 ตัวอย่างภาพสามมิติของตู้เลี้ยงกล้วยไม้

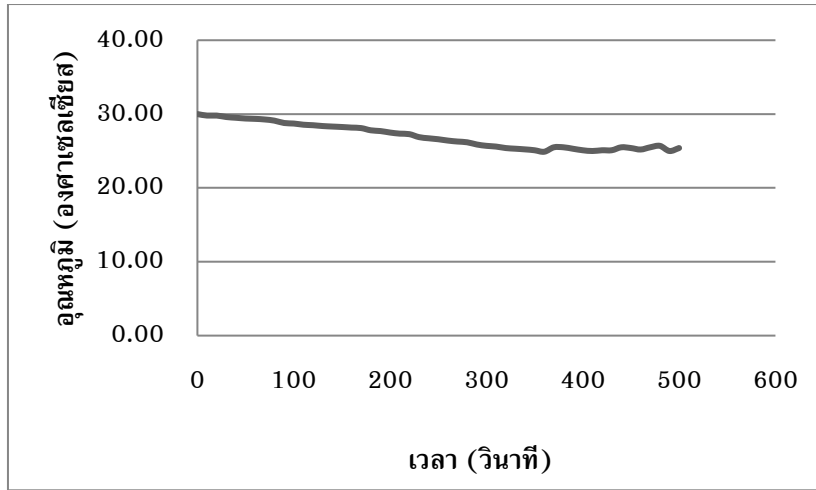


รูปที่ 4 ตู้เลี้ยงกล้วยไม้ที่พัฒนาขึ้น

การวัดผลการทดสอบของงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมในอาคารและใช้การเก็บข้อมูลโดยโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ในรูปแบบ Data logger เพื่อเก็บข้อมูลซึ่งสามารถใช้งานเป็นระบบควบคุมและเฝ้าระวัง (Control and monitoring) ทำการวัดค่าต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ สถานะของแสงแดดเทียมและพัดลม ทั้งภายในและภายนอกตู้เลี้ยงกล้วยไม้ รวมถึงการทำงานของ Evaporative Cooling System, Fogging System และ Plant Grow Light บันทึกค่าเป็นไฟล์ข้อมูล โดยทดสอบเก็บผล 1 เดือน ทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ที่วัดได้ ทุก 1 วินาที เพื่อให้สามารถพิจารณาประสิทธิภาพของระบบควบคุมทั้งหมดได้

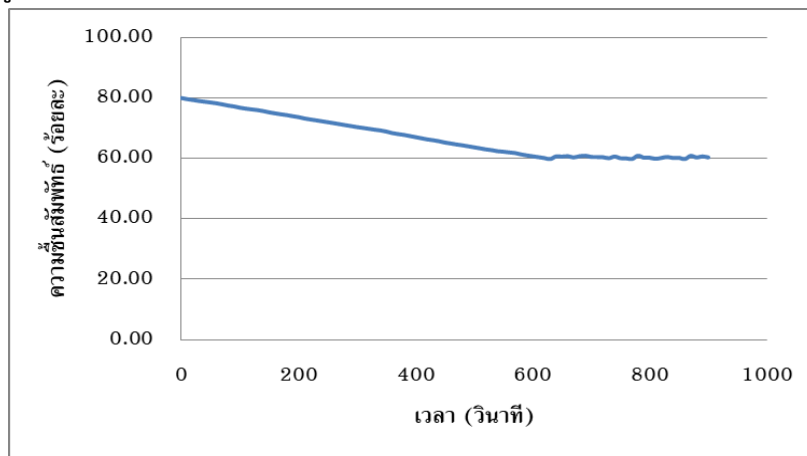
#### ผลการศึกษา

การทดสอบการทำงานในการลดอุณหภูมิภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ เพื่อให้ได้อุณหภูมิตามเป้าหมาย คือ 25 องศาเซลเซียส จากอุณหภูมิตั้งต้น 30 องศาเซลเซียส จะสามารถสังเกตได้ว่า ระบบควบคุมต้องใช้เวลาในการทำงานประมาณ 360 วินาที (6 นาที) เพื่อให้ได้ตามค่าเป้าหมาย ผลการควบคุมอุณหภูมิสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผลการควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส

การทดสอบการทำงานในการลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ เพื่อให้ได้ความชื้นสัมพัทธ์ตามเป้าหมาย คือ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 จากความชื้นสัมพัทธ์ตั้งต้นที่ร้อยละ 80 จะสามารถสังเกตได้ว่า ระบบควบคุมต้องใช้เวลาในการทำงานประมาณ 630 วินาที (10.50 นาที) เพื่อให้ได้ตามค่าเป้าหมาย ผลการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 60

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการให้แสงแดดเทียมในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ ด้วยวิธีการสเปรย์ละอองน้ำ วิธีระเหยของน้ำและให้แสงด้วยหลอดไฟแอลอีดีตามลำดับ ได้ทำการบันทึกผลข้อมูลตลอด 1 เดือน โดยสามารถแสดงตัวอย่างที่ทำการบันทึกใน 7 วัน (วันที่ 23-29 มิถุนายน 2561) ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบและบันทึกผลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการให้แสงแดดเทียม (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	หลอดไฟแอลอีดีทำงาน (นาที)	สปริงเกอร์ทำงาน (นาที)	พัดลมระบายอากาศทำงาน (นาที)
23 มิ.ย. 2561	27.12	67.86	620	0.2	5.2
24 มิ.ย. 2561	27.28	68.14	624	0.2	5.0
25 มิ.ย. 2561	27.06	67.27	615	0.2	5.0
26 มิ.ย. 2561	27.08	67.35	628	0.2	5.6
27 มิ.ย. 2561	27.53	67.32	612	0.2	5.1
28 มิ.ย. 2561	27.46	67.14	632	0.2	5.4
29 มิ.ย. 2561	27.05	67.69	634	0.2	5.2



### อภิปรายผลการศึกษา

ผลจากการทดสอบและบันทึกผลของระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และแสงแดดเทียมในตู้เลี้ยงกล้วยไม้แบบอัตโนมัติตลอด 1 เดือน สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการทำงานในระบบได้ว่า การทำงานของระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้เป็นสำคัญ ระบบสเปร์ยละอองน้ำนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ ระบบการให้แสงแดดเทียมจะถูกกำหนดเวลาการเปิด-ปิดและจะขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเมื่อมีอุณหภูมิมากกว่าในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ อีกทั้งผลการทดสอบยังพบว่า อุณหภูมิภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้มีค่าเฉลี่ย 27.29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.38 ระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำทำงานเฉลี่ย 3.78 ชั่วโมงต่อวัน ระบบสเปร์ยละอองน้ำมีทำงานเฉลี่ย 0.2 นาทีต่อวัน ระบบการให้แสงแดดเทียมมีการให้แสงแดดเฉลี่ย 10.50 ชั่วโมงต่อวัน และการลดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ให้ได้ตามค่าเป้าหมาย ใช้เวลาประมาณ 6 นาทีและ 10.50 นาที ตามลำดับ ซึ่งจากความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบและผลการทดสอบดังกล่าวนี้ บ่งบอกถึงประสิทธิภาพที่ดีของระบบในการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการให้แสงแดดเทียม

### สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาและทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการให้แสงแดดเทียมในตู้เลี้ยงกล้วยไม้แบบอัตโนมัติภายใต้สภาพแวดล้อมในอาคาร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า ระบบสามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขที่ออกแบบและสามารถรักษาอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และแสงแดดเทียมภายในตู้เลี้ยงกล้วยไม้ ให้มีอุณหภูมิไม่เกินกว่า 30 องศาเซลเซียส ความชื้นไม่เกินกว่าร้อยละ 80 และให้แสงแดดเทียมได้ภายในเวลาและเงื่อนไขที่กำหนด ทั้งยังพบว่า มีปัจจัยหลายส่วนซึ่งเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการให้แสงแดดเทียมของตู้เลี้ยงกล้วยไม้ เช่น หากทำการทดสอบสถานที่ภายในอาคาร ในลักษณะทำการทดสอบภายในห้องที่แตกต่างกัน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความแตกต่างกันในแต่ละสถานที่ รวมไปถึงช่วงเวลาทำการทดสอบ ช่วงเวลากลางวันหรือช่วงเวลากลางคืน มีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ เป็นต้น

### เอกสารอ้างอิง

- รพีพรรณ ศุภรัตน์เมธา. (2529). *ต้นทุนและรายได้จากการผลิตต้นกล้วยไม้เพื่อประดับ*. วิทยานิพนธ์. บข.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร, สาวิตรี วิไลโรจน์ และวรัญญา ทวีศักดิ์. (2558). *เกษตรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับฟาร์มกล้วยไม้*. ใน การประชุมทางวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7 ตรง.
- อิศร์ สุปินราช. (2556). *ผลของวัสดุปลูกและความถี่การให้น้ำต่อการรอดตายและเจริญเติบโตของเอื้องสายหลวง*. วิทยานิพนธ์. กษ.ม., มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- Cui, S., Lv, H., Wu, X., Zhang, Y., & He, L. (2018). Optimization of plant light source based on simulated annealing particle swarm optimization algorithm. *2018 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*, Shenyang, 700-703.
- Farnell. Arduino Uno - Farnell. Retrieved July 28, 2018, from <https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>
- Gouda, M. M. (2005). Fuzzy ventilation control for zone temperature and relative humidity. *Proceedings of the 2005, American Control Conference*, Portland, OR, USA, 507-512.





- Kameoka, T., Kondo, H, Isozaki, M., Nakamura, T., Kitamura H., & Kimura, J. (2011). Environmental measurement for indoor plant factory with micro-miniature size wireless sensor. *SICE Annual Conference 2011*, Tokyo, 2811-2816.
- Li, M., Tian, L., Chen, Z., Wu X., & Wang, Y. (2012). A kind of imitated environment system for plant growth based on LED light source. *24th Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*, Taiyuan, 652-655.
- Linker, R., Gutman, P.O., & Seginer, I. (1999). Robust controllers for simultaneous control of temperature and CO<sub>2</sub> concentration in greenhouses, *Control Engineering Practice*, 7, 851-862.
- SparkFun Electronics. DHT22 - SparkFun Electronics. Retrieved July 28, 2018, from <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- Tawegoum, R., Teixeira, R., & Chasseriaux, G. (2006). Simulation of humidity control and greenhouse temperature tracking in a growth chamber using a passive air conditioning unit, *Control Engineering Practice*, 14, 853-861.
- Xiu-hua, W., & Lei, Z. (2011). Simulation on Temperature and Humidity Nonlinear Controller of Greenhouses. *2011 Fourth International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation*, Shenzhen, Guangdong, 500-503.