**บทที่ 4**

**ผลการดำเนินงาน**

หลังจากที่ได้ดำเนินงานออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานระบบภายในโรงเรือน ออกแบบและสร้างเว็บแอปพลิเคชันและวินโดว์แอปพลิเคชันเพื่อมอนิเตอร์และความคุมการทำงานของโรงเรือนเพาะเห็ด ในบทนี้เป็นการทดลองส่วนต่างๆที่ได้ดำเนินงานในบทที่ 3 และนำระบบทั้งหมดมาใช้งานร่วมกัน โดยได้ทำการทดลองดังนี้

1. การทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือนและปุ่มควบคุมที่กล่อง STA
2. การทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากวินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application)
3. การทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)
4. การทดลองเพาะเห็ด

**4.1 การทดลอง****ควบคุมระบบภายในโรงเรือนจาก****ปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือนและปุ่มควบคุมที่กล่อง STA**

**4.1.1 วัตถุประสงค์**

เพื่อทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ดจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือนและปุ่มควบคุมที่กล่อง STA

**4.1.2 วิธีการทดลอง**

ควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือนและปุ่มควบคุมที่กล่อง STA โดยปุ่มทั้ง 2 ที่ สามารถควบคุมโหมดการทำงานของระบบ เปิดปิดพัดลมและปั๊ม

1.) ควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือน

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.1** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือน (1) |

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าโหมดการทำงานของระบบเป็นโหมดการทำงานแบบ AUTO จากนั้นทำการทดลองเปลี่ยนโหมดการทำงานของระบบโดยกดที่ปุ่มสีเขียว (Mode) ระบบจะเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมด MANUAL ดังรูปที่ 4.2

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.2** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือน (2) |

จากรูปที่ 4.2 จะเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมด MANUAL จากนั้นทำการทดลองควบคุมการทำงานของปั๊มโดยการสั่งปิดปั๊มกดที่ปุ่มสีเหลืองด้านขาว (Pump) ดังรูปที่ 4.ป3

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.3** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือน (3) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.4** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือน (4) |

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าสถานการณ์ทำงานของปั๊มมีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าปั๊มหยุดทำงาน จากนั้นทำการควบคุมการทำงานของพัดลม โดยการสั่งเปิดพัดลมทำการกดที่ปุ่มสีเหลืองทางด้านซ้าย (Fan) ดังรูปที่ 4.5

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.5** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือน (5) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.6** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือน (6) |

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นว่าสถานการณ์ทำงานของพัดลมมีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าพัดลมกำลังทำงาน

2.) ควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมที่กล่อง STA

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **รูปที่ 4.7** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมที่กล่อง STA (1) | |

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าโหมดการทำงานของระบบเป็นโหมดการทำงานแบบ AUTO จากนั้นทำการทดลองเปลี่ยนโหมดการทำงานของระบบโดยกดที่ปุ่ม Mode ระบบจะเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมด MANUAL ดังรูปที่ 4.8

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.8** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมที่กล่อง STA (2) |

จากรูปที่ 4.8 จะเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมด MANUAL จากนั้นทำการทดลองควบคุมการทำงานของปั๊มโดยการสั่งปิดปั๊มกดที่ปุ่ม Pump ดังรูปที่ 4.9

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **รูปที่ 4.9** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมที่กล่อง STA (3) | |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.10** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมที่กล่อง STA (4) |

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่าสถานการณ์ทำงานของปั๊มมีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าปั๊มกำลังทำงาน จากนั้นทำการควบคุมการทำงานของพัดลม โดยการสั่งปิดพัดลมทำการกดที่ปุ่ม Fan ดังรูปที่ 4.11

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **รูปที่ 4.11** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมที่กล่อง STA (5) | |
| **รูปที่ 4.12** แสดงภาพการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมที่กล่อง STA (6) | |

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นว่าสถานการณ์ทำงานของพัดลมมีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าพัดลมหยุดทำงาน

**4.1.3 ผลการทดลอง**

จากการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือนและปุ่มควบคุมที่กล่อง STA ได้ผลการทดลองคือ สามารถควบคุมการทำงานของระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ดได้

**4.2 การทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากวินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application)**

**4.2.1 วัตถุประสงค์**

เพื่อทดลองใช้งาน Windows Application ในการควบคุมระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ด เช่น การเปลี่ยนโหมดการทำงาน เปิด/ปิดปั๊มพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศ กำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด กำหนดค่าความชื้นต่ำสุดสูงสุด และการกำหนดค่าความสว่าง เป็นต้น

**4.2.2 วิธีการทดลอง**

ทดลองใช้งาน Windows Application ในการควบคุมระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ด ขั้นตอนแรกเมื่อเข้าใช้งาน Windows Application จะต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อนดังรูปที่ 4.13

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.13** แสดงภาพหน้า Login ของวินโดว์แอปพลิเคชัน |

จากรูปที่ 4.13 จะต้องทำการกรอก Username และ Password ให้ถูกต้องก่อนเข้าใช้งาน Windows Application หากกรอก Username หรือ Password ไม่ถูกต้องจะแสดงข้อความแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.14

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.14** แสดงภาพแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลไม่ถูกต้อง |
| **รูปที่ 4.15** แสดงภาพวินโดว์แอปพลิเคชันเมื่อยังไม่ได้เชื่อมต่อกับ Serial Port |

จากรูปที่ 4.15 เมื่อทำการกรอก Username และ Password ถูกต้องแล้วจะเข้าสู่หน้าแรกของ Windows Application ที่ยังไม่เชื่อมต่อกับ Serial Port เมื่อเชื่อมต่อกับ Serial Port แล้ว ESP32LoRa จะส่งข้อมูลผ่าน Serial Port เพื่อมาแสดงบน Windows Application ดังรูปที่ 4.16

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.16** แสดงภาพวินโดว์แอปพลิเคชันเมื่อเชื่อมต่อกับ Serial Port |

จากรูปที่ 4.16 เมื่อวินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application)ทำการเชื่อมต่อกับ Serial Port แล้วจะนำข้อมูลที่ได้มาแสดง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความสว่าง โหมดการทำงาน ค่าต่างๆที่กำหนดไว้ เป็นต้น ขั้นตอนต่อมาทำการทดลองควบคุมการทำงานของระบบผ่านทางวินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application)

1. ทดลองเปลี่ยนโหมดการทำงาน

จากรูปที่ 4.16 จะเห็นว่าโหมดการทำงานเป็นโหมด AUTO จากนั้นเมื่อคลิกที่ปุ่มเปลี่ยนโหมดการทำงาน (Change mode) ดังรูปที่ 4.17

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.17** แสดงภาพปุ่มเปลี่ยนโหมดการทำงานของวินโดว์แอปพลิเคชัน |

จากรูปที่ 4.17 เมื่อทำการกดที่ปุ่มเปลี่ยนโหมดการทำงาน (Change mode) วินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จะเปลี่ยนโหมดการทำงานจากโหมด AUTO เป็นโหมด MANUAL และแสดงปุ่มควบคุม เปิด/ปิด พัดลมและปั๊มดังรูปที่ 4.18

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.18** แสดงภาพวินโดว์แอปพลิเคชันเมื่อโหมดการทำงานเป็นโหมด MANUAL |

1. ทดลองควบคุมพัดลมและปั๊ม

จากรูปที่ 4.18 จะเห็นว่าปุ่มควบคุมพัดลม (Turn off Fan) เป็นสีแดงหมายความว่าพัดลมกำลังทำงาน จากนั้นทำงานสั่งปิดพัดลมโดยกดที่ปุ่มควบคุมพัดลม (Turn off Fan) ดังรูปที่ 4.19

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.19** แสดงภาพปุ่มควบคุมพัดลม (Turn off Fan) ขณะที่พัดลมกำลังทำงาน |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.20** แสดงภาพวินโดว์แอปพลิเคชันหลังจากสั่งปิดพัดลม |

จากรูปที่ 4.20 เมื่อกดที่ปุ่มควบคุมพัดลม (Turn off Fan) วินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จะเปลี่ยนสถานการณ์ทำงานของพัดลมเป็น OFF ตัวสีแดง ต่อมาทำการควบคุมปั๊มโดยกดที่ปุ่มควบคุมปั๊ม (Turn on Pump) ดังรูปที่ 4.21

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.21** แสดงภาพปุ่มควบคุมปั๊ม (Turn on Fan) ขณะที่ปั๊มไม่ทำงาน |
| **รูปที่ 4.22** แสดงภาพวินโดว์แอปพลิเคชันหลังจากสั่งเปิดปั๊ม |

จากรูปที่ 4.22 เมื่อกดที่ปุ่มควบคุมปั๊ม (Turn on Pump) วินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จะเปลี่ยนสถานการณ์ทำงานของปั๊มเป็น ON ตัวสีเขียว

1. ทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด

ทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดโดยค่าอุณหภูมิต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส (°C) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิต่ำสุดเป็น 26 องศาเซลเซียส (°C) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่แสดงด้านล่าง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.23** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิต่ำสุด (1) |
| **รูปที่ 4.24** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิต่ำสุด (2) |

จากรูปที่ 4.24 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิต่ำสุดแล้ววินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จะทำการแสดงค่าอุณหภูมิต่ำสุดตามที่ทำการทดลอง ขั้นตอนต่อมาทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิสูงสุด โดยทำการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุดโดยค่าอุณหภูมิสูงสุดมีค่าเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส (°C) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิสูงสุดเป็น 31 องศาเซลเซียส (°C) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่แสดงด้านล่าง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.25** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิสูงสุด (1) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.26** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิสูงสุด (2) |

จากรูปที่ 4.26 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิสูงสุดแล้ววินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จะทำการแสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดตามที่ทำการทดลอง

1. ทดลองกำหนดค่าความชื้นต่ำสุดสูงสุด

ทดลองกำหนดค่าความชื้นต่ำสุดโดยค่าความชื้นต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ (%) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าความชื้นต่ำสุดเป็น 81 เปอร์เซ็นต์ (%) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่แสดงด้านล่าง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.27** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นต่ำสุด (1) |
| **รูปที่ 4.27** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นต่ำสุด (2) |

จากรูปที่ 4.27 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นต่ำสุดแล้ววินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จะทำการแสดงค่าความชื้นต่ำสุดตามที่ทำการทดลอง

ขั้นตอนต่อมาทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสูงสุด โดยทำการทดลองกำหนดค่าความชื้นสูงสุดโดยค่าความชื้นสูงสุดมีค่าเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ (%) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าความชื้นสูงสุดเป็น 91 เปอร์เซ็นต์ (%) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่แสดงด้านล่าง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.28** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสูงสุด (1) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.29** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสูงสุด (2) |

จากรูปที่ 4.29 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสูงสุดแล้ววินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จะทำการแสดงค่าความชื้นสูงสุดตามที่ทำการทดลอง

1. ทดลองกำหนดค่าความสว่าง

ทดลองกำหนดค่าความสว่างโดยค่าความสว่างมีค่าเท่ากับ 200 ลักซ์ (lx) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าความสว่างเป็น 230 ลักซ์ (lx) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่แสดงด้านล่าง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.30** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (1) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.31** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (2) |

จากรูปที่ 4.31 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างแล้ววินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จะทำการแสดงค่าความสว่างตามที่ทำการทดลอง

**4.2.3 ผลการทดลอง**

จากการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากวินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) ได้ผลการทดลองคือ วินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) สามารถควบคุมการทำงานของระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ดได้

**4.3 การทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)**

**4.3.1 วัตถุประสงค์**

เพื่อทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ในการควบคุมระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ด เช่น การเปลี่ยนโหมดการทำงาน เปิด/ปิดปั๊มพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศ กำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด กำหนดค่าความชื้นต่ำสุดสูงสุด และดูประวัติข้อมูลในฐานข้อมูล เป็นต้น

**4.3.2 วิธีการทดลอง**

ทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ในการควบคุมระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ด ขั้นตอนแรกเมื่อเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อนดังรูปที่ 4.32

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.32** แสดงภาพหน้าเข้าสู่ระบบก่อนใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) |

จากรูปที่ 4.32 จะต้องทำการกรอก Username และ Password ให้ถูกต้องก่อนเข้าใช้งาน เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) หากกรอก Username หรือ Password ไม่ถูกต้องระบบจะเด้งกลับมาให้กรอกอีกครั้ง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.33** แสดงภาพหน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) |

จากรูปที่ 4.33 เมื่อทำการกรอก Username และ Password ถูกต้องแล้วจะเข้าสู่หน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

1. ทดลองเปลี่ยนโหมดการทำงาน

จากรูปที่ 4.33 จะเห็นว่าโหมดการทำงานเป็นโหมด AUTO จากนั้นเมื่อคลิกที่ปุ่มเปลี่ยนโหมดการทำงาน (change mode) ดังรูปที่ 4.34

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.34** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงโหมดการทำงาน (1) |

จากรูปที่ 4.34 เมื่อทำการกดที่ปุ่มเปลี่ยนโหมดการทำงาน (Change mode) เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะเปลี่ยนโหมดการทำงานจากโหมด AUTO เป็นโหมด MANUAL และแสดงปุ่มควบคุม เปิด/ปิด พัดลมและปั๊มดังรูปที่ 4.35

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.35** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงโหมดการทำงาน (2) |

1. ทดลองควบคุมพัดลมและปั๊ม

จากรูปที่ 4.35 จะเห็นว่าเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะแสดงปุ่มควบคุมพัดลม (Control -FAN) และควบคุมปั๊ม (Control PUMP) ปุ่มควบคุมเป็นสีแดงหมายความว่าอุปปกรณ์กำลังทำงาน จากนั้นทำงานสั่งปิดพัดลมโดยกดที่ปุ่มควบคุมพัดลม (Control -FAN) ดังรูปที่ 4.36

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.36** แสดงภาพการทดลองควบคุมพัดลมและปั๊ม (1) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.37** แสดงภาพการทดลองควบคุมพัดลมและปั๊ม (2) |

จากรูปที่ 4.37 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เมื่อสั่งปิดพัดลมแล้วจะทำการแสดงสถานะการทำงานของพัดลมเป็น OFF และแสดงปุ่มควบคุมพัดลม (Control -FAN) เป็นสีเทา ขั้นตอนต่อมาทำการทดลองควบคุมปั๊ม จากรูปที่ 4.ป สาถานะการทำงานของปั๊มเป็น OFF ดังนั้นทำการทดลองสั่งเปิดปั๊มโดยกดที่ปุ่มควบคุมปั๊ม (Control -PUMP) ดังรูปที่แสดงด้านล่าง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.38** แสดงภาพการทดลองควบคุมพัดลมและปั๊ม (3) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.39** แสดงภาพการทดลองควบคุมพัดลมและปั๊ม (4) |

จากรูปที่ 4.39 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เมื่อสั่งเปิดปั๊มแล้วจะทำการแสดงสถานะการทำงานของปั๊มเป็น ON และแสดงปุ่มควบคุมปั๊ม (Control -PUMP) เป็นสีแดง

1. ทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด

ทำการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุดโดยการคลิกที่แถบเมนูนำทางที่อยู่ด้านบนซ้ายของหน้าจอดังรูปที่แสดงด้านล่าง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.40** แสดงภาพการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด (1) |

เมื่อทำการคลิกที่แถบเมนูนำทางเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงเมนูนำทางขึ้นมาดังรูปที่ 4.41

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.41** แสดงภาพการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด (2) |

จากรูปที่ 4.41 เมื่อเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) แสดงเมนูนำทางขึ้นมาแล้วทำการคลิกที่ Setting ดังรูปที่แสดงด้านล่างเพื่อทำการกำหนดค่าต่างๆของระบบ

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.42** แสดงภาพการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด (3) |

จากรูปที่ 4.42 เมื่อคลิกที่ Setting เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะแสดงหน้า Setting ขึ้นมาดังรูปที่แสดงด้านล่าง โดยหน้า Setting สามารถกำหนดค่าต่างๆภายในระบบและเปิดปิดการแจ้งเตือนของ LINE Notify ได้

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.43** แสดงภาพการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด (4) |

ทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดโดยค่าอุณหภูมิต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส (°C) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิต่ำสุดเป็น 26 องศาเซลเซียส (°C) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่แสดงด้านล่าง

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.44** แสดงภาพการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด (5) |
| **รูปที่ 4.45** แสดงภาพการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด (6) |

จากรูปที่ 4.45 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิต่ำสุดแล้วเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะทำการแสดงค่าอุณหภูมิต่ำสุดตามที่ทำการทดลอง ขั้นตอนต่อมาทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิสูงสุด โดยทำการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุดโดยค่าอุณหภูมิสูงสุดมีค่าเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส (°C) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิสูงสุดเป็น 31 องศาเซลเซียส (°C) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่ 4.46

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.46** แสดงภาพการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด (7) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.47** แสดงภาพการทดลองกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด (8) |

จากรูปที่ 4.47 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิสูงสุดแล้วเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะทำการแสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดตามที่ทำการทดลอง

1. ทดลองกำหนดค่าความชื้นต่ำสุดสูงสุด

ทดลองกำหนดค่าความชื้นต่ำสุดโดยค่าความชื้นต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ (%) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าความชื้นต่ำสุดเป็น 82 เปอร์เซ็นต์ (%) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่ 4.48

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.48** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นต่ำสุด (1) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.49** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นต่ำสุด (2) |

จากรูปที่ 4.49 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นต่ำสุดแล้วเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะทำการแสดงค่าความชื้นต่ำสุดตามที่ทำการทดลอง

ขั้นตอนต่อมาทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสูงสุด โดยทำการทดลองกำหนดค่าความชื้นสูงสุดโดยค่าความชื้นสูงสุดมีค่าเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ (%) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าความชื้นสูงสุดเป็น 89 เปอร์เซ็นต์ (%) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่ 4.50

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.50** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสูงสุด (1) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.51** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสูงสุด (2) |

จากรูปที่ 4.51 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสูงสุดแล้วเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะทำการแสดงค่าความชื้นสูงสุดตามที่ทำการทดลอง

1. ทดลองกำหนดค่าความสว่าง

ทดลองกำหนดค่าความสว่างโดยค่าความสว่างมีค่าเท่ากับ 200 ลักซ์ (lx) จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าความสว่างเป็น 210 ลักซ์ (lx) โดยกรอกที่ textbox ดังรูปที่ 4.52

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.52** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (1) |

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.53** แสดงภาพการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (2) |

จากรูปที่ 4.53 เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างแล้วเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จะทำการแสดงค่าความสว่างตามที่ทำการทดลอง

**4.3.3 ผลการทดลอง**

จากการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ได้ผลการทดลองคือ เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) สามารถควบคุมการทำงานของระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ดได้

**4.4 การทดลองเพาะเห็ด**

**4.4.1 วัตถุประสงค์**

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโรงเรือนเพาะเห็ดอัจฉริยะในการทดลองเพาะเห็ดจริง โดยใช้เห็ดนางฟ้าในการทำการทดลอง

**4.4.2 วิธีการทดลอง**

ทำการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าระหว่างวันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563 รวมทั้งหมด 14 วัน

การรักษาสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนเพาะเห็ดให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ด จะต้องควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง โดยผู้จัดทำได้นำเห็ดนางฟ้ามาใช้ในการทำการทดลองเพาะเห็ด จากการศึกษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการออกดอกของเห็ดนางฟ้าสามารถสรุปได้ดังนี้ อุณหภูมิควรอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส (°C) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-90 เปอร์เซ็นต์ (%) แสงสว่างที่มีความเข้มของแสงประมาณ 200 lux เป็นแสงสีน้ำเงินจะมีทำให้เห็ดออกดอกได้ดีที่สุด

**ตารางที่ 4.1** แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นที่มีผลต่อการออกดอกของเห็ดนางฟ้า

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ชื่อเห็ด | ระยะที่เจริญเป็ดดอกเห็ด | |
| เห็ดนางฟ้า | อุณหภูมิ (°C) | ความชื้น (%) |
| 25-30 | 80-90 |

ที่มา (Peter Oei, 2005)

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.54** แสดงภาพผลการทดลองการเจริญเติบโตของเห็ดต่อแสงแต่ละสี  ที่มา (http://slowacki.kielce.eu/IB/PSlusarczyk.pdf) |

จากรูปที่ 4.54 จะเห็นว่าแสงสีน้ำเงินมีผลให้เห็ดสามารถเจริญเติมโตได้ดีมากกว่าแสงสีอื่นโครงสร้างของระบบที่ใช้ในการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนจะประกอบด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เพื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนระบบปิด จากนั้นนำข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้คือ อุณหภูมิควรอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส (°C) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-90 เปอร์เซ็นต์ (%) หากอุณหภูมิและความชื้นไม่อยู่ภายในช่วงที่กำหนด จะควบคุมการทำงานของปี๊มพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศ เพื่อใช้อุณหภูมิและความชื้นอยู่ในช่วงที่กำหนด โดยการควบคุมการทำงานของปั๊มพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศจะมีการทำงานตามตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** แสดงการทำงานของปั๊มพ่นหมอกและพัดลมในโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ (AUTO)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **อุณหภูมิ(°C)** | **ความชื้น(%)** | **ปั๊มพ่นหมอก** | **พัดลม** |
| < 25 | < 80 | ON | OFF |
| < 25 | 80-90 | OFF | OFF |
| < 25 | > 90 | OFF | ON |
| 25-30 | < 80 | ON | OFF |
| 25-30 | 80-90 | OFF | OFF |
| 25-30 | > 90 | OFF | ON |
| > 30 | < 80 | ON | ON |
| > 30 | 80-90 | ON | ON |
| > 30 | > 90 | ON | ON |

ในการควบคุมแสงสว่างภายในโรงเรือนผู้จัดทำได้นำ LED ขนาด 5 mm สีน้ำเงินจำนวน 56 หลอดมาใช้ในการให้แสงสว่างภายในโรงเรือน โดยกำหนดค่าความเข้มของแสงที่ 200 lux หากค่าความเข้มของแสงน้อยกว่า 200 lux ก็จะเพิ่มความสว่างของหลอด LED หากความสว่างมากกว่า 200 lux ก็จะลดความสว่างของหลอด LED ทำการควบคุมแสงสว่าง 12 ชั่วโมงต่อวันตั้งแต่เวลา 06.00-18.00 น.

การทดลองเพาะเห็ดผู้จัดทำได้ทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดโดยทำการเพาะเห็ดนางฟ้าจำนวน 20 ก้อน โดยที่ 10 ก้อนจะเพาะภายในโรงเรือนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้นและแสงสว่างได้ อีก 10 จะเพาะภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิความชื้นและแสงสว่างดังรูปที่ 4.ป จากนั้นทำการเปรียบเทียบความกว้างของดอกและน้ำหนักของเห็ดเมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต

|  |
| --- |
| **รูปที่ 4.55** แสดงภาพของโรงเรือนที่ส้างขึ้นเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการทดลอง |

**4.4.3 ผลการทดลอง**

ผลการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเพราะทำการเพาะเห็ดทั้งหมด 2 รุ่นเริ่มเปิดดอกเห็ดวันที่ 8 ตุลาคม 2563 โดยเห็ดรุ่นที่ 1 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 11 ตุลาคม 2563 รุ่นที่ 2 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 21 ตุลาคม 2563

1. ผลการทดลองเพาะเห็ดรุ่นที่ 1

|  |  |
| --- | --- |
| (ก.) | (ข.) |
| **รูปที่ 4.56** แสดงภาพผลการทดลองวันที่ 9 ตุลาคม 2563  (ก.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม  (ข.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม | |

|  |  |
| --- | --- |
| (ก.) | (ข.) |
| **รูปที่ 4.57** แสดงภาพผลการทดลองวันที่ 10 ตุลาคม 2563  (ก.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม  (ข.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม | |
| (ก.) | (ข.) |
| **รูปที่ 4.58** แสดงภาพผลการทดลองวันที่ 11 ตุลาคม 2563  (ก.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม  (ข.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม | |

|  |  |
| --- | --- |
| (ก.) | (ข.) |
| **รูปที่ 4.59** แสดงภาพผลผลิตที่ได้จากการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้า  (ก.) ผลผลิตที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมน้ำหนัก 0.7 กิโลกรัม  (ข.) ผลผลิตที่ได้จากโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมน้ำหนัก 0.4 กิโลกรัม | |

จากผลการทดลองด้านบนสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 6.18 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.7 กิโลกรัม การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่ไม่มีกาการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 5.67 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.4 กิโลกรัม

1. ผลการทดลองเพาะเห็ดรุ่นที่ 2

|  |  |
| --- | --- |
| (ก.) | (ข.) |
| **รูปที่ 4.60** แสดงภาพผลการทดลองวันที่ 19 ตุลาคม 2563  (ก.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม  (ข.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม | |

|  |  |
| --- | --- |
| (ก.) | (ข.) |
| **รูปที่ 4.61** แสดงภาพผลการทดลองวันที่ 20 ตุลาคม 2563  (ก.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม  (ข.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม | |
| (ก.) | (ข.) |
| **รูปที่ 4.62** แสดงภาพผลการทดลองวันที่ 21 ตุลาคม 2563  (ก.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม  (ข.) ผลการทดลองภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม | |

|  |  |
| --- | --- |
| (ก.) | (ข.) |
| **รูปที่ 4.63** แสดงภาพผลผลิตที่ได้จากการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้า  (ก.) ผลผลิตที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมน้ำหนัก 0.36 กิโลกรัม  (ข.) ผลผลิตที่ได้จากโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมน้ำหนัก 0.2 กิโลกรัม | |

จากผลการทดลองด้านบนสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 9.14 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.36 กิโลกรัม การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่ไม่มีกาการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 7.22 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.2 กิโลกรัม

จากการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าระหว่างวันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563 รวมทั้งหมด 14 วัน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

รุ่นที่ 1 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 11 ตุลาคม 2563 การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ด มีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 6.18 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.7 กิโลกรัม การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่ไม่มีกาการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 5.67 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.4 กิโลกรัม

รุ่นที่ 2 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 21 ตุลาคม 2563 การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ด มีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 9.14 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.36 กิโลกรัม การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่ไม่มีกาการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 7.22 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.2 กิโลกรัม

ดังนั้นการเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ด มีความกว้างของดอกเฉลี่ยเท่ากับ 7.66 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 1.06 กิโลกรัม การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่ไม่มีกาการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 0.6 กิโลกรัม