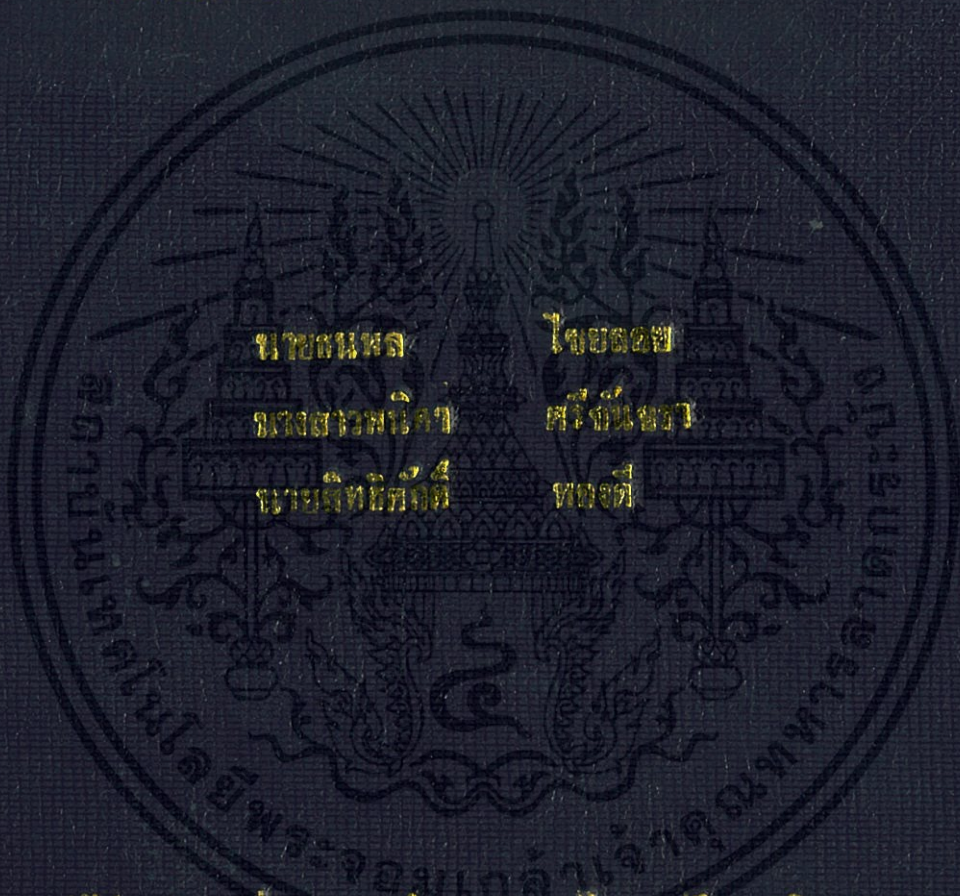


ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบพิเศษเพาะเห็ดฟาง

AUTOMATICALLY CONTROLLING SYSTEM OF TEMPERATURE AND HUMIDITY
IN THE GREENHOUSE FOR MUSHROOMS



ปริญญาโทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบปิดเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ด
AUTOMATICALLY CONTROLLING SYSTEM OF TEMPERATURE AND HUMIDITY
IN THE GREENHOUSE FOR MUSHROOMS



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2556
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATICALLY CONTROLLING SYSTEM OF TEMPERATURE AND HUMIDITY
IN THE GREENHOUSE FOR MUSHROOMS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารทศงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ACADEMIC YEAR 2013

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบปิดเพื่อ
เพาะเลี้ยงเห็ด
AUTOMATICALLY CONTROLLING SYSTEM OF TEMPERATURE AND
HUMIDITY IN THE GREENHOUSE FOR MUSHROOMS


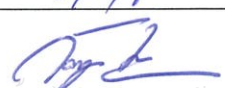
นักศึกษาผู้จัดทำ นายธนพล ไชยลอย รหัสนักศึกษา 53010632
นางสาวพนิดา ศรีจันจรา รหัสนักศึกษา 53011050
นายสิทธิศักดิ์ ทองดี รหัสนักศึกษา 53011691

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)

หลักสูตร วิศวกรรมเกษตร

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร. วสุ อุดมเพทายกุล	
ดร. วันพุทธ แซ่ฉั่ว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบปิดเพื่อ
เพาะเลี้ยงเห็ด

นักศึกษาผู้จัดทำ	นายธนพล ไชยลอย	53010632
	นางสาวพนิดา ศรีจันจรา	53011050
	นายสิทธิศักดิ์ ทองดี	53011691

อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. วันพุทธุ์ แซ่ฉั่ว
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. วสุ อุดมแพทยกุล

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

โครงการระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบปิดเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ด มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มปริมาณของผลผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงเห็ด โดยสร้างเครื่องต้นแบบ (prototype) มีขนาด 0.6x0.5x0.5 เมตร³ ประกอบด้วย เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ เครื่องทำความชื้นระบบอัลตราโซนิก พัดลมดูดอากาศ พัดลมระบายอากาศ ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดนี้ถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะรับค่าอุณหภูมิและความชื้นจากตัวรับสัญญาณอุณหภูมิและความชื้น (temperature and humidity sensor) ซึ่งสามารถตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการได้ ทำการทดสอบระบบ โดยใช้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐาน คือ 25 องศาเซลเซียสและ 80% ความชื้นสัมพัทธ์ ตั้งช่วงการทำงานของอุณหภูมิที่ 24-27 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75-85% และได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงเห็ดเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนแบบปิดซึ่งมีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณผลผลิตโดยน้ำหนักมากกว่า 83.7% เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ผลิตเฉลี่ยต่อก้อนเชื้อมากกว่า จำนวนรอบในการออกดอกมากกว่าประมาณ 2 ครั้ง นอกจากนี้เห็ดที่ปลูกโดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีสีสันทึบกว่าเห็ดที่ปลูกโดยไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

คำหลัก: ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ, เห็ดนางฟ้าภูฐาน, โรงเรือนแบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title AUTOMATICALLY CONTROLLING SYSTEM OF TEMPERATURE AND HUMIDITY IN THE GREENHOUSE FOR MUSHROOMS

Authors Thanaphon Chailoi 53010632
Panida Srichanchara 53011050
Sittisak Tongdee 53011691

Thesis Advisor Dr. Wanphut Saechua
Dr. Vasu Udompetaikul

Year 2013

Abstract

The objective of an automatically controlling system of temperature and humidity in the greenhouse for mushrooms is to create a system that can control and adjust suitable temperatures and humidities to grow the indian oyster mushroom. This is to increase yield and growth efficiency of the indian oyster mushroom. The prototype dimension 0.6m x 0.5m x 0.5m which consists of a vapor compression refrigeration, the ultrasonic humidifier system and ventilator fans was built. These components are controlled by the microcontroller which receives signals from temperature and humidity sensors. The suitable temperature and humidity for the indian oyster mushroom are set 25°C and 80%RH respectively, the microcontroller is used to control temperature and humidity in range of 24-27°C and 75-85%RH respectively. The study of the growth for the indian oyster mushroom was carried out within 1 month compared between the controlled system and the uncontrolled system. The result showed that yield of the indian oyster mushroom of the control system was 83.7% by weight higher than the uncontrolled system at the same growth period. Besides, The color of indian oyster mushrooms in the controlled system was more beautiful than in the uncontrolled system.

Keywords: Automatically controlling temperature and humidity system, The indian oyster mushroom , The greenhouse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์วสุ อุดมเพทายกุล และ อาจารย์วันพุท แซ่ฉั่ว อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความรู้และช่วยแนะนำ ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดี สม่าเสมอตลอดมา นอกจากนี้คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ยังได้รับความกรุณา จาก อาจารย์สีพงษ์ ลือนาม อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารธุรกิจและพัฒนากาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้ข้อมูล ของเห็ดนางฟ้าภูฐาน และก้อนเชื้อเห็ดในการทดลองเพื่อบันทึกผล และขอขอบคุณ อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ ที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอุณหภูมิ คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์จึงขอ กราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงการเล่มนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ซึ่งให้ความรัก ความเมตตา ความห่วงใย และเป็นกำลังใจให้กับคณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จ และ ขอขอบพระคุณพี่ๆ น้องๆ รวมทั้งเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ผู้จัดทำโครงการรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณ อย่างสูงความดีของโครงการครั้งนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดา มารดา และบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้ ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์จนสามารถทำโครงการเล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นายธนพล ไชยลอย

นางสาวพนิดา ศรีจันจรา

นายสิทธิศักดิ์ ทองดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	3
1.5 คำโครงปริญญานิพนธ์	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1.1 หลักการทำความเย็น	5
2.1.2 ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ	5
2.1.3 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	6
2.1.4 ภาระการทำความเย็น (Cooling Load)	8
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller)	10
2.2.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์	11
2.2.2 ภาษาที่ใช้เขียน โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์	13
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
2.3.1 ความหมายของเห็ด	16
2.3.2 ความสำคัญของเห็ด	16
2.3.3 ประโยชน์ของเห็ด	16
2.3.4 ส่วนประกอบของเห็ด	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะลงในสื่อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

2.3.5	การจำแนกประเภทของเห็ด	19
2.3.6	เห็ดนางฟ้าภูฐาน	20
2.3.7	โรงเรือนสำหรับการเพาะปลูกเห็ด	23
บทที่ 3	การดำเนินงานวิจัย	29
3.1	ขั้นตอนการออกแบบและสร้างระบบ	29
3.1.1	การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	29
3.1.2	การทำงานของระบบ	29
3.1.3	การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	30
3.1.4	การสั่งงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	31
3.1.5	อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	33
3.1.6	ขั้นตอนการทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน	35
3.1.7	ขั้นตอนการเก็บผลการทดลอง	36
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิจารณ์	38
4.1	ผลการทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ	38
4.2	ผลการทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน	44
4.3	วิจารณ์ผลการทดลอง	51
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง	53
	เอกสารอ้างอิง	54
	ภาคผนวก	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบคุณค่าทางอาหารเป็น %น้ำหนักแห้ง คุณค่าของพลังงาน	6
ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของเห็ดที่ปลูกโดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	39
ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบน้ำหนักเห็ดที่ทำการสลักก้อนเชื้อ	41
ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบน้ำหนักเห็ดที่ใส่ก้อนเชื้อใหม่	42



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2.1	อุปกรณ์การทำความเย็นแบบอัดไอ	6
รูปที่ 2.2	ไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller)	10
รูปที่ 2.3	ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์	13
รูปที่ 2.4	ส่วนประกอบของเห็ด	18
รูปที่ 2.5	แสดงเห็ดประเภทต่างๆ	19
รูปที่ 2.6	เห็ดนางฟ้าภูฐาน	20
รูปที่ 2.7	การทำก้อนเชื้อเห็ด	22
รูปที่ 2.8	การเปิดดอกทางคอขวด	23
รูปที่ 2.9	โรงเรือนเพาะเห็ด	24
รูปที่ 2.10	เห็ดนางฟ้าภูฐานที่ไม่ออกดอกเนื่องจากอุณหภูมิสูง	26
รูปที่ 2.11	โรงเรือนที่ใช้ระบบ Evaporative Cooling System	27
รูปที่ 3.1	แผนผังการทำงานของระบบ	30
รูปที่ 3.2	แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	31
รูปที่ 3.3	ขั้นตอนการสั่งงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	32
รูปที่ 3.4	อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	33
รูปที่ 3.5	แบบจำลอง (prototype)ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	34
รูปที่ 3.6	แบบจำลอง	35
รูปที่ 3.7	การชั่งก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้า	35
รูปที่ 3.8	การปลุกก้อนเชื้อเห็ด	36
รูปที่ 4.1	กราฟแสดงอุณหภูมิภายในตู้ควบคุม อุณหภูมิในตู้ที่ไม่ได้ควบคุม อุณหภูมิภายนอก กับเวลา(นาที)	39
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้ที่ไม่ได้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก กับเวลา	41
รูปที่ 4.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในตู้ควบคุม อุณหภูมิภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุม และอุณหภูมิภายนอกกับเวลา(ชั่วโมง)	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องหลังที่1 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 4.4 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้ไม่ได้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอกอกกับเวลา(ชั่วโมง)	43
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงระยะเวลาในการออกดอก ต่อจำนวนก้อนเห็ดและน้ำหนักของเห็ด	45
รูปที่ 4.6 เห็ดที่ปลูกโดยควบคุมและเห็ดที่ปลูกโดยไม่ควบคุม	46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก เพราะตั้งอยู่ในบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ ประกอบด้วยสภาพแวดล้อมต่างๆที่เหมาะสมในการทำเกษตรกรรม แต่ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลักษณะต่างๆ เช่น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความแปรปรวนของฝนส่งผลกระทบต่อประเทศไทย โดยเฉพาะผลผลิตทางการเกษตร เช่น เห็ด กล้วยไม้ ดอกไม้และผลไม้เมืองหนาวชนิดต่างๆ ฯลฯ ที่อุณหภูมิและความชื้นมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิต จากปัญหาดังกล่าวได้มีการนำแนวความคิดการทำเกษตรกรรมโดยใช้โรงเรือนซึ่ง สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งต้องอาศัยนวัตกรรมและเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยเทคโนโลยีดังกล่าวมีต้นทุนสูง และอาจไม่เหมาะสมกับประเทศไทย ส่งผลให้ต้นทุนทางการผลิตของผลผลิตทางการเกษตรเกษตรเพิ่มขึ้น

ดังนั้นโครงการนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการเพาะปลูกพืชภายในโรงเรือนระบบปิด เพื่อควบคุมตัวแปรซึ่งมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ อุณหภูมิ และความชื้น ให้เกษตรกรสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้ โดยการออกแบบ ได้นำสภาพแวดล้อมของการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเห็ดนางฟ้าภูฐานมีระยะเวลาและต้นทุนในการเพาะปลูกต่ำ ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและ

ผลผลิตของเห็ดประกอบด้วย ความชื้นสูงประมาณ 80% อุณหภูมิประมาณ 24-26°C มีปริมาณแสงที่เหมาะสม อากาศที่ถ่ายได้เทดี โดยระบบที่ออกแบบจะสามารควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้

เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเห็ด เป็นผลให้ผลผลิตการเพาะปลูกมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลผลิตเพิ่มขึ้น ช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและเพาะเลี้ยงเห็ดได้ตลอดทั้งปี

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อสร้างและทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติภายในโรงเรือนแบบปิด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ทดลองภายในโรงเรือนระบบปิดขนาด $0.6 \times 0.5 \times 0.5$ เมตร³ มีปริมาตร 0.15 เมตร³

1.3.2 ใช้เห็ดนางฟ้าภูฐานเป็นดัชนีในการศึกษาความสามารถในควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนแบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 คำโครงปริญญานิพนธ์

บทที่ 1 บทนำ จะกล่าวถึง ความสำคัญและที่มา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ของเขตงานวิจัยและวิธีการดำเนินงาน

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย หลักการทำความเข้าใจ ระบบทำความเข้าใจ วัฏจักรการทำความเข้าใจ ภาระการทำความเข้าใจและการคำนวณภาระทำความเข้าใจในลักษณะต่างๆ โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ความหมาย ความสำคัญประโยชน์ และส่วนประกอบต่างๆของเห็ดนางฟ้าภูฐาน การทำก้อนเชื้อ วิธีการเปิดดอก โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน ผลผลิตและปัญหาที่พบในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐาน

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย จะกล่าวถึง ขั้นตอนการออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ การทำงาน การสั่งงาน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการสร้างแบบจำลองโรงเรือน ขั้นตอนการปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานและการเก็บผลการทดลอง

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ จะกล่าวถึง ผลการทดลองที่ทำการปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานทั้งภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิและความชื้นกับปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และทำการเก็บผลการทดลองในระยะเวลา 30 วัน ซึ่งสามารถแบ่งผลการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ ผลการทดลองของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และผลการทดลองของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง จะกล่าวถึง ประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ สิ่งนี้จะเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและจะไม่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 หลักการทำความเย็น [1]

การทำความเย็น(Refrigeration) คือ การลดและรักษาอุณหภูมิในบริเวณที่ต้องการทำความเย็น ให้มีอุณหภูมิตามที่ต้องการด้วยการถ่ายเทความร้อนออกจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็น ให้กับบรรยากาศภายนอก เช่น การทำความเย็นในตู้เย็น ตู้แช่ ห้องเย็น

การปรับอากาศ(Air Conditioning) คือ การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิที่เหมาะสมตามที่เราต้องการ รวมถึงการปรับอากาศให้มีความสะอาด มีการถ่ายเทหมุนเวียน และมีความชื้นที่เหมาะสม

2.1.2 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

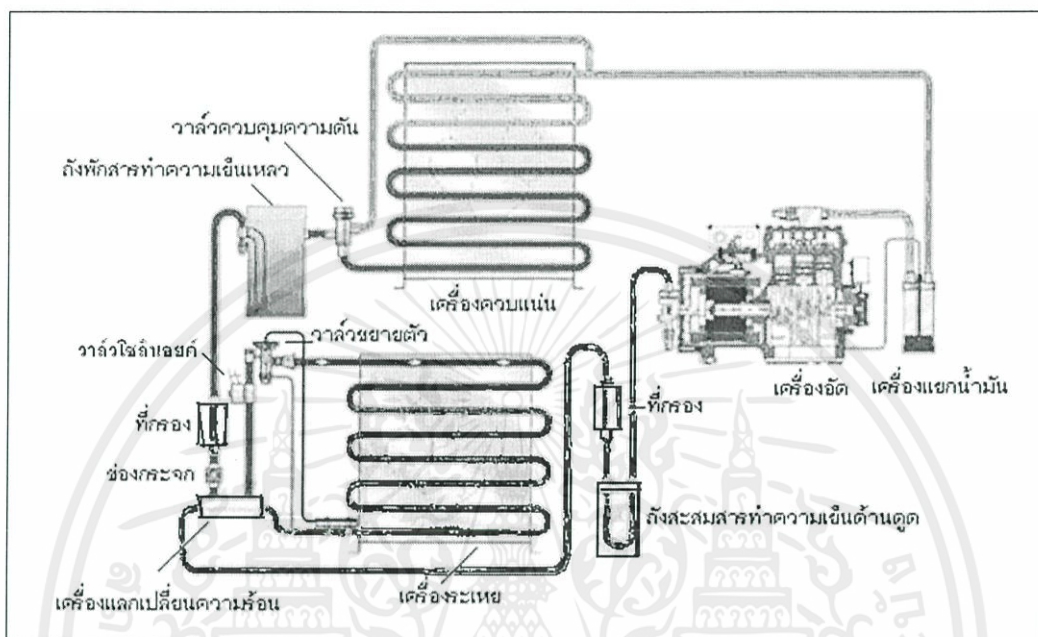
ระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยการทำงานแบบอัดไอน้ำยาทำความเย็น ด้วยคอมเพรสเซอร์เพื่อนำน้ำยาที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้อีก น้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนภายในระบบปิดอยู่ตลอดเวลา ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ จากรูปที่ 2.1 ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก คือ

(1) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ ดูดน้ำยาให้ไหลเวียนภายในระบบพร้อมกับอัดไอน้ำยาที่มี ความดันต่ำ ให้เป็นไอน้ำยาที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง

(2) คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับไอน้ำยาที่มี อุณหภูมิสูง ออกสู่อากาศภายนอกระบบ เมื่อไอน้ำยาได้รับการระบายความร้อนจะเกิดการควบแน่นเป็นน้ำยาเหลว

(3) ลิ้นลดความดันหรืออุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล (Expansion Valve) ทำหน้าที่
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาติให้นำไปเผยแพร่ ใช้งานด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ขอสงวนสิทธิ์ในข้อความ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความเย็น ไปใช้ในการเดือดกลายเป็นไอของน้ำยา



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์การทำความเย็นแบบอัดไอ

2.1.3 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอน้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนผ่านส่วนต่าง ๆ ของระบบอยู่ตลอดเวลา ในแต่ละรอบน้ำยาจะต้องผ่าน กระบวนการ 4 กระบวนการหลัก คือ

(1) กระบวนการอัด (Compression Process)

กระบวนการอัดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ โดยไออิ่มตัวจากเครื่องระเหยจะถูกคอมเพรสเซอร์อัดให้มีความดันสูงขึ้น ตามกระบวนการไอเซนทรอปิก (Constant

Entropy) และเป็นผลให้ค่าเอนทัลปีเพิ่มขึ้นเท่ากับปริมาณความร้อน ที่เทียบเท่ากับพลังงานกลที่ทำการอัด เรียกว่าการอัดไอ เรียกผลของความร้อนที่เกิดจากการอัดของคอมเพรสเซอร์ว่า ความร้อนจากการอัด

(2) กระบวนการควบแน่น (Condensing Process)

กระบวนการควบแน่นเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นผ่านคอนเดนเซอร์ โดยในช่วงแรกจะระบายความร้อนออกเพื่อลดอุณหภูมิของสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นจากสถานะไอร้อนยิ่งยวดเปลี่ยนสถานะเป็นไออิ่มตัว จากนั้นจึงควบแน่นจนเป็นของเหลวอิ่มตัว ในกระบวนการนี้ คอนเดนเซอร์ทำหน้าที่ ลดความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) และความร้อนแฝง (Latent Heat)

(3) กระบวนการขยายตัว (Expansion Process)

กระบวนการขยายตัวเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการทำงานของลิ้นลดความดัน จากสารทำความเย็นที่มีสถานะของเหลวอิ่มตัวจากคอนเดนเซอร์ถูกส่งผ่านลิ้นลดความดัน สารทำความเย็นจะขยายตัวตาม กระบวนการ Adiabatic Expansion คือไม่มีการเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับสารทำความเย็นหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเอนทัลปี แต่จากผลของการลดความดันจะทำให้สารทำความเย็นส่วนหนึ่งเปลี่ยนสถานะเป็นไอโดยไม่เกิดความร้อนขึ้น

(4) กระบวนการกลายเป็นไอ (Vaporizing Process)

กระบวนการกลายเป็นไอเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นผ่านเครื่องระเหย ซึ่งสารทำความเย็นจะดูดความร้อนออกจากระบบทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นไอ ตามกระบวนการอุณหภูมิและความดันคงที่ (Isothermal and Isobaric Process) สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยจะเปลี่ยนสถานะเป็นไออิ่มตัว กระบวนการกลายเป็นไอเป็นกระบวนการสร้างความเย็นกับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ภาระการทำความเย็น (Cooling Load)

ภาระการทำความเย็น คือ ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นทั้งภายในห้องทำความเย็น และ ความร้อนจากภายนอกห้องที่ผ่านเข้ามาให้ห้องทำความเย็น ซึ่งเป็นภาระที่เครื่องทำความเย็นจะต้อง นำออกไปเพื่อลดและรักษาระดับอุณหภูมิในห้องให้ได้ตามที่ต้องการ

การคำนวณภาระการทำความเย็น(Cooling Load Calculation)[2]

ระบบการทำความเย็นโดยทั่วไป ภาระการทำความเย็นทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม

(1) ภาระที่ผ่านผนังเข้ามา(Wall Gain Load) เป็นการวัดค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ ผ่านผนัง พื้นและหลังคาหรือเพดานเข้ามาในห้องทำความเย็นซึ่งการถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเนื่องจาก อุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างภายในห้องและภายนอกห้องที่ทำความเย็น สามารถคำนวณได้จากสมการ

(3-1)

$$Q = UA\Delta T$$

(3-1)

Q คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดการถ่ายเท (W)

U คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมดบนพื้นผิวที่เกิดการถ่ายเทความร้อน (W/m^2K)

A คือ พื้นที่ผิวที่เกิดการถ่ายเทความร้อน (m^2)

ΔT คือ ผลต่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งระหว่างภายในและภายนอกห้องที่ทำความเย็น (K)

(2) ภาระจากอากาศที่รั่วไหลเข้ามา (Calculating the Air Load) อากาศที่ไหลเข้าสู่ห้อง เย็นโดยส่วนใหญ่จะเกิดจากการแทรกซึมผ่านการเปิดประตู โดยปกติปริมาณของอากาศที่ไหลเข้ามาจะ ขึ้นอยู่กับปริมาตรภายในห้องเย็นและประเภทของการทำงานของห้องเย็น ปริมาณภาระของอากาศที่ไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้เพื่อใช้ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q=m(h_o-h_i)=m\Delta h \quad (3-2)$$

Q คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดการถ่ายเท(kW)

m คือ อัตราการไหลเชิงมวลหรือปริมาตรของอากาศที่ผ่านเข้ามาในห้องเย็น(kg/s)

h_o คือ ค่า Enthalpy ของอากาศภายนอกห้อง (kJ/kg)

h_i คือ ค่า Enthalpy ของอากาศภายในห้อง (kJ/kg)

(3) ภาระจากผลิตภัณฑ์ คือ ความร้อนที่ต้องนำออกจากผลิตภัณฑ์ที่เก็บอยู่ภายในห้องเย็น เพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีอุณหภูมิต่ำลงจนถึงจุดที่ต้องการ ในกรณีที่อุณหภูมิภายในห้องเย็นสูงกว่าจุดเยือกแข็งของผลิตภัณฑ์ ความร้อนที่ถ่ายเทจากผลิตภัณฑ์คำนวณได้จาก

$$Q=m c_a \Delta T_a \quad (3-3)$$

Q คือ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกจากผลิตภัณฑ์(kJ)

m คือ มวลของผลิตภัณฑ์ (kg)

c_a คือ ค่าความร้อนจำเพาะสูงกว่าอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง(kJ/kg K)

ΔT_a คือ ค่าอุณหภูมิที่แตกต่างที่สูงกว่าอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง(K)

(4) ภาระอื่นๆ นี้ประกอบไปด้วยภาระจากความร้อนที่ถ่ายเทจากองค์ประกอบอื่นๆ เช่น แสงสว่างภายในห้องเย็น ความร้อนจากมอเตอร์ และภาระของคนทำงานในห้องเย็น ซึ่งคำนวณได้จาก

$$Q_{\text{light}} = \frac{\text{Watt} \times \text{Number of hour used}}{24 \text{ hours}} \quad (3-4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์[4]

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 2.3 ประกอบไปด้วย 5 ส่วนสำคัญคือ

(1) หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงานประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

(2) หน่วยความจำ (Memory) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำเก็บโปรแกรม (Program Memory) ทำหน้าที่คล้ายกับฮาร์ดดิสก์ในคอมพิวเตอร์ ข้อมูลไม่สูญหายแม้ไม่มีไฟเลี้ยง และหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานขดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลในการทำงานชั่วคราว ข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงคล้ายกับหน่วยความจำแรม (Ram) ในคอมพิวเตอร์ทั่วไปแต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นแบบ อีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Programmable Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

(3) ส่วนติดต่ออุปกรณ์ภายนอกหรือเรียกว่าพอร์ต (Port) มีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ พอร์ตรับสัญญาณ หรือพอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก และอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสื่อกลางในการติดต่อกับมนุษย์ ยกตัวอย่าง พอร์ตอินพุตใช้ต่อกับสวิตช์เพื่อรับข้อมูลที่ผู้ใช้งานกดปุ่มเข้ามา ซึ่งเหมือนกับการใช้คีย์บอร์ดในการป้อนข้อความเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ พอร์ตเอาต์พุตใช้ต่อกับลำโพงเพื่อขับเสียง ต่อกับหลอดไฟเพื่อแสดงผล ต่อกับมอเตอร์เพื่อควบคุมการหมุน ต่อกับหน่วยความจำเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเก็บข้อมูล หากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์ พอร์ตเอาต์พุตก็คือส่วนที่ต่อกับเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์ข้อมูลออกมาและส่วนที่ต่อกับจอมอนิเตอร์เพื่อแสดงภาพ

(4) เส้นทางสัญญาณหรือบัส (Bus) การติดต่อแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต จะกระทำบนสายสัญญาณจำนวนมาก เรียกว่า เส้นทางสัญญาณหรือบัส โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ จะกระทำการสำเนาหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

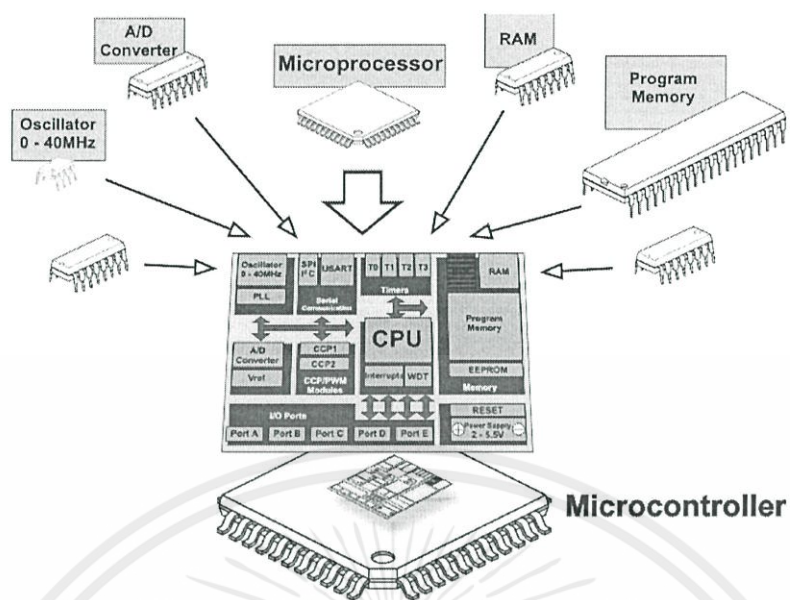
แบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus) บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณที่บรรจุข้อมูลสำหรับการประมวลผลทั้งหมด ขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการประมวลผลของซีพียูและเทคโนโลยีของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นๆ สำหรับในงานทั่วไป ขนาดของบัสข้อมูลคือ 8 บิต และในปัจจุบันมีการพัฒนาไปถึง 16, 32 และ 64 บิตแล้ว บัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำ โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนั้น ซีพียูต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน ซึ่งก็คือการกำหนดค่าแอดเดรส จำนวนสายสัญญาณของบัสแอดเดรส จึงต้องมีจำนวนมาก และถ้ายังมีมากเท่าใด จะเป็นการแสดงถึงความจุของหน่วยความจำ ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นสามารถติดต่อกับได้ สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{จำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำ} = 2^n \quad (3-6)$$

โดยที่ n คือจำนวนสายสัญญาณ

(5) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่งเนื่องจากการทำงานทั้งหมดในไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับ การกำหนดจังหวะโดยใช้สัญญาณนาฬิกา หากสัญญาณนาฬิกา มีความถี่สูง จังหวะในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะถี่และมีมากตามส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์ [5]

2.2.2 ภาษาที่ใช้เขียน โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

(1) ภาษา Assembly [6]

ภาษา Assembly (Assembly Language) หมายถึง ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่งซึ่งจะทำงานโดยขึ้นกับรุ่นของไมโครโพรเซสเซอร์ หรือ "หน่วยประมวลผล" (CPU) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ การใช้ภาษาแอสเซมบลีจำเป็นต้องผ่านการแปลภาษาด้วยคอมไพเลอร์เฉพาะเรียกว่า แอสเซมเบลอร์ (Assembler) ให้อยู่ในรูปของรหัสคำสั่งก่อน (เช่น .OBJ) โดยปกติ ภาษานี้ค่อนข้างมีความยุ่งยากในการใช้งาน และการเขียนโปรแกรมเป็นจำนวนบรรทัดมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ภาษาระดับสูง เช่น ภาษา C หรือภาษา BASIC แต่จะทำให้ได้ผลลัพธ์การทำงานของโปรแกรมเร็วกว่า และขนาดของตัวโปรแกรมมีขนาดเนื้อที่น้อยกว่าโปรแกรมที่สร้างจากภาษาอื่นมาก จึงนิยมใช้ภาษา

นี้เมื่อต้องการประหยัดเวลาทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ และเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ภาษา Basic

ภาษา Basic (BASIC Programming Language) เป็นภาษาโปรแกรมที่ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย และยังได้รับความนิยมมาจนถึงทุกวันนี้ เบสิกออกแบบมาให้ใช้กับคอมพิวเตอร์ตามบ้าน ชื่อภาษาเบสิก หรือ BASIC ย่อมาจาก Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code ต้องเขียนด้วยตัวพิมพ์ใหญ่เสมอ บริษัทไมโครซอฟท์ได้นำภาษาเบสิกมาปรับปรุงให้ทันสมัย และพัฒนาเครื่องมือพัฒนาโปรแกรม Visual Basic ทำให้เบสิกได้รับความนิยมในการพัฒนาโปรแกรมยุคใหม่ รุ่นล่าสุดของวิซวลเบสิกเรียกว่า VB.NET ภาษา Basic พื้นฐานภาษา Basic นั้นเป็นโปรแกรมที่เป็นพื้นฐานสำหรับหัดเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นภาษาที่เป็นคำพูดของคนเราทั่วไป เช่น

การใช้คำสั่ง *Print* PRINT "Hello World!" เครื่องจะประมวลผลและแสดงผลออกมาเป็นข้อความ Hello world! ออกมาทางหน้าจอ

(3) ภาษา C หรือ C++

ภาษา C เป็นภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ที่มีวัตถุประสงค์ทั่วไป พัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2515 (ค.ศ. 1972) โดย เดนนิส ริตซี ที่เบลล์เทเลโฟนแลบอราทอรีส์ (Bell Telephone Laboratories) เกิดขึ้นเพื่อสร้างระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ในขณะนั้น นอกจากภาษาซีออกแบบขึ้นมาเพื่อสร้างซอฟต์แวร์ระบบแล้ว ภาษาซียังสามารถใช้อย่างแพร่หลายเพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่เคลื่อนย้าย (Portable) ไปบนระบบอื่นได้อีกด้วย ภาษาซีเป็นภาษาโปรแกรมหนึ่งที่ได้รับคามนิยมมากที่สุดตลอดกาล มีสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์เพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่มีตัวแปลโปรแกรมของภาษาซี ภาษาซีมีอิทธิพลอย่างมากต่อภาษาโปรแกรมที่นิยมอื่น ๆ ที่เด่นชัดที่สุดก็คือภาษาซีพลัสพลัส ซึ่งเดิมเป็นส่วนขยายของภาษาซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การสงวนลิขสิทธิ์เพื่อให้นักเรียน มีอยู่ในคู่มือที่เห็น ห้ามใช้หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ กรุณาแจ้งการขออนุญาตก่อนเผยแพร่และเรียกซ้ำ เช่นเดียวกับภาษาโปรแกรมเชิงคำสั่งส่วนใหญ่ในสาย

ตระกูลภาษาอัลกอล ในขณะที่ระบบชนิดตัวแปรแบบอพลวัตช่วยป้องกันการดำเนินการที่ไม่ได้ตั้งใจ รหัสที่ทำงานได้ทั้งหมดในภาษาซีถูกบรรจุอยู่ในฟังก์ชัน พารามิเตอร์ของฟังก์ชันส่งผ่านด้วยค่าของตัวแปรเสมอ ส่วนการส่งผ่านด้วยการอ้างอิงจะถูกจำลองขึ้นโดยการส่งผ่านค่าตัวชี้ ชนิดข้อมูลรวมแบบแตกต่าง (struct) ช่วยให้สมาชิกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันสามารถรวมกันและจัดการได้ในหน่วยเดียว รหัสต้นฉบับของภาษาซีเป็นรูปแบบอิสระ ซึ่งใช้อัฒภาค (;) เป็นตัวจบคำสั่ง (มีใช้ตัวแบ่ง)

(4) ภาษา Pascal

ภาษา Pascal เป็นภาษาโปรแกรมที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในวงการศึกษาคิดค้นขึ้นโดย นิเคลาส์ เวร์ท (Niklaus Wirth) นักวิทยาการคอมพิวเตอร์ชาวสวิสเซอร์แลนด์ ในปี ค.ศ. 1970 เพื่อช่วยในการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมโครงสร้าง (structured programming) ภาษาปาสกาลนั้นพัฒนาขึ้นมาจาก ภาษาอัลกอล (Algol), และชื่อปาสกาลนั้น ตั้งเพื่อเป็นเกียรติแก่ แบลส ปาสกาล (Blaise Pascal) นอกเหนือจากภาษาปาสกาลแล้ว เวร์ทได้พัฒนา ภาษาโมดูลาทู (Modula-2) และ โอเบอรอน (Oberon) ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับภาษาปาสกาล แต่สามารถรองรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (object-oriented programming).

ภาษาที่กล่าวในเบื้องต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์บางตระกูล จะใช้ได้ครบทุกภาษา แต่บางตระกูลจะใช้ได้บางภาษา ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต Software (โดยทั่วไปจะเรียกว่า Editor And Compiler) ที่ใช้เขียนภาษาไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะผลิตออกมาให้ Support หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ความหมายของเห็ด [7]

เห็ด(Mushroom) เป็นราชนิดหนึ่งซึ่งไม่จัดเป็นพืชหรือสัตว์ ไม่มีสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์ ทำให้เห็ดไม่สามารถสร้างอาหารเองได้โดยวิธีสังเคราะห์แสงต้องอาศัยสารอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต การเจริญเติบโตของเห็ดมีลักษณะเป็นเส้นใยรวมกัน เห็ดไม่มีระบบประสาทหรืออวัยวะและไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เช่นสัตว์

2.3.2 ความสำคัญของเห็ด

ทั่วโลกรู้จักเห็ดมานาน มีสายพันธุ์ของเห็ด มากกว่า 30,000 สายพันธุ์ แต่มีถึงร้อยละ 99 สายพันธุ์ที่บริโภคได้ที่เหลือร้อยละ 1 เป็นเห็ดพิษหรือเห็ดเมาในอดีตเห็ดที่นำบริโภคนั้นมีเพียงไม่กี่ชนิด เช่น เห็ดฝรั่ง เห็ดหอม เห็ดโคน และเห็ดฟาง ในปัจจุบันพบว่าหลายๆประเทศหันมาให้ความสนใจและร่วมมือกันในการวิจัยและค้นคว้า ทดลอง คัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์เห็ด ให้มีจำนวนมากขึ้น และพัฒนาเทคนิควิธีการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค ประเทศไทยเป็นประเทศที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดอย่างมาก เพราะมีวัสดุเหลือใช้จากพืชเศรษฐกิจสามารถนำมาดัดแปลงเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดีประกอบกับมีภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเกือบทุกชนิด ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาเพาะเห็ดกันอย่างจริงจังแล้วเพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

2.3.3 ประโยชน์ของเห็ด

(1) คุณค่าทางอาหารของเห็ด เห็ดมีสารอาหารโปรตีนสูง 2-4 % ซึ่งใกล้เคียงกับโปรตีนที่พบในพืชจำพวกถั่วเมล็ดแห้ง มีน้ำ 80-90 % มีกากอาหาร 1 % และมีสารอาหารพวกแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ธาตุเหล็ก , ฟอสฟอรัส , แคลเซียม โดยเฉพาะมีเกลือแร่สูงกว่าผักถึง 2 เท่า

จากการค้นคว้าเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของเห็ด พบว่า เห็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น เห็ดฟาง เห็ดหูหนู เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดนางฟ้า เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วยสารอาหาร

เห็ดหูหนู เห็ดนางรม เห็ดเป่าฮื้อ และเห็ดนางฟ้า เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วยสารอาหาร จำพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุต่างๆ และวิตามิน ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งแสดงส่วนประกอบ คุณค่าทางอาหารที่สำคัญเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง คุณค่าของพลังงานมีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี (kcal) แสดงให้เห็นว่าสารอาหารที่ พบในเห็ดดังกล่าว ย่อมพิสูจน์ได้ว่าเห็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าเทียบเท่า เนื้อสัตว์จริง

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบคุณค่าทางอาหารเป็น %น้ำหนักแห้ง คุณค่าของพลังงาน (kcal)

เห็ด	ความชื้น %	Crude Protein Nx4.38	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต		เส้นใย	เถ้า	พลังงาน (kcal/100g น้ำหนักแห้ง)
				รวม	N-free			
เห็ดเข็มปิญอง	88.0-90.0	24.0-34.0	1.7-3.1	51.3-62.5	44.0-53.5	8.0-10.4	7.7-12.0	328-368
เห็ดหูหนู	89.1	4.2-8.7	0.9-69.7	79.9-93.2	68.0-93.2	2.5-21.6	0.9-66.7	347-391
เห็ดเข็มทอง	89.2	17.6	1.9	73.1	69.4	3.7	7.4	378
เห็ดหอม	90.0-91.8	13.0-17.0	4.9-68.0	67.6-78.0	59.5-70.7	7.3-8.0	3.7-67.0	387-392
เห็ดนางฟ้า	92.2	25	1.1	59.2	-	12	9.1	261
เห็ดนางรมขาว	91.5	27	1.6	58	-	11.5	9.3	265
เห็ดนางรมเทา	73.7-90.8	10.5-30.4	1.6-2.2	57.6-81.8	48.9-74.3	7.5-8.7	6.1-9.8	345-367
เห็ดนางฟ้า	90.1	26.6	2	50.7	-	13.3	6.5	300
ภูฐาน								
เห็ดฟาง	89.1	25.9	2.4	nd	45.3	9.3	8.8	276

(2) สรรพคุณทางยา ของเห็ด ในการบริโภคอาหารควรเลือกบริโภคพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารทดแทนเนื้อสัตว์บ้าง โดยเฉพาะพืชที่ประเภทเห็ดจะไม่มีสารคอเรสตอรอลที่เป็นอันตรายต่อระบบไหลเวียนโลหิตประกอบด้วยเห็ดมีปริมาณธาตุโซเดียมค่อนข้างต่ำ จึงจัดเป็นอาหารที่เหมาะสม

ผู้ป่วยที่เป็นโรคตับ โรคไตโรคหัวใจ และความดันโลหิตสูง ในทางการแพทย์ยังเชื่อว่า เห็ดหอม ช่วยต้านอนุมูลอิสระเป็นอนุมูลอิสระที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ เห็ดหลินจือ รับประทานแล้วจะเป็นยาบำรุงกำลังช่วยให้สุขภาพแข็งแรง

2.3.4 ส่วนประกอบ

ส่วนประกอบต่างๆของดอกเห็ด ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

- (1) หมวกเห็ด ส่วนปลายสุดของดอกเจริญขึ้นไปในอากาศ
- (2) ครีบ อยู่ด้านล่างของหมวกเห็ด
- (3) ก้านดอก มีขนาดใหญ่และยาวแตกต่างกัน
- (4) วงแหวน เป็นเยื่อบางๆยึดก้านดอกและขอบหมวกของเห็ด
- (5) เปลือกหุ้มโคน อาจมีเนื้อหนาหรือบางอยู่ชั้นนอกสุดที่หุ้มดอกเห็ดไว้
- (6) สปอร์ เกิดจากการผสมพันธุ์ แล้วแบ่งตัวกลายเป็นสปอร์ปลิวหรือลอยไปในอากาศ



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของเห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

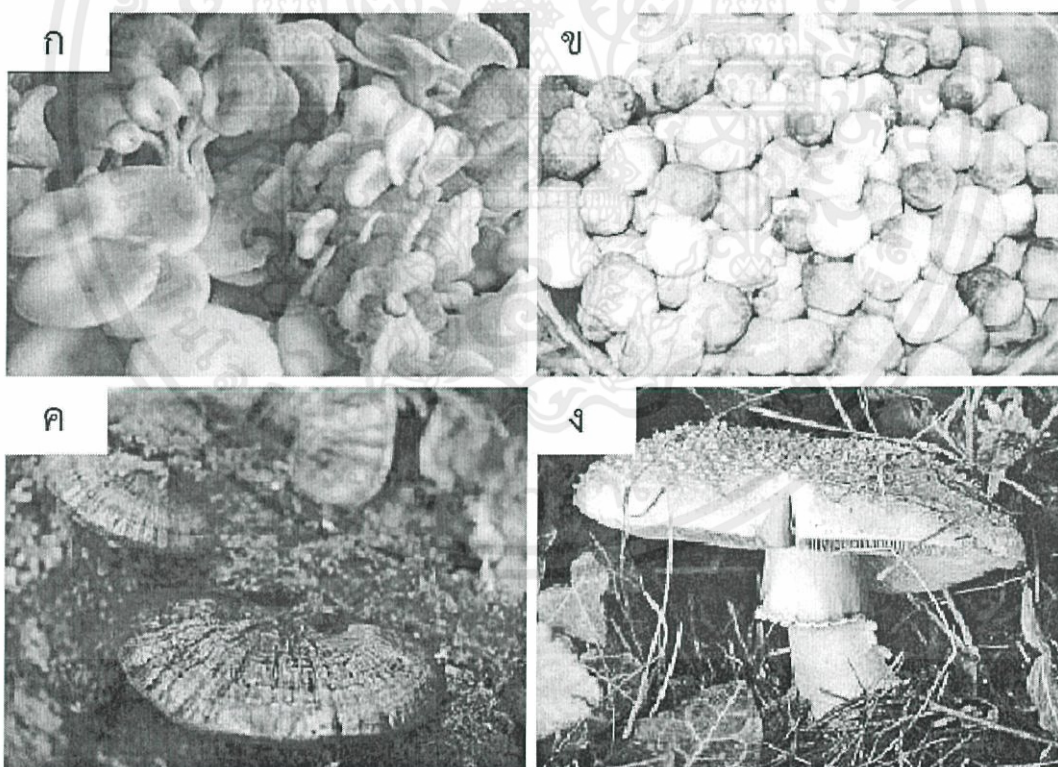
2.3.5 การจำแนกประเภทของเห็ด

การจำแนกประเภทของเห็ด (ดูรูปที่ 2.5)สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

(1) กลุ่มที่ใช้เป็นอาหาร เห็ดมีคุณค่าทางอาหารหลายชนิดโดยเฉพาะโปรตีนและวิตามิน ได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดหูหนู

(2) กลุ่มที่ใช้เป็นยาสมุนไพร นอกจากเป็นอาหารแล้วยังมีคุณค่าทางสรรพคุณยา ได้แก่ เห็ดหลินจือ เห็ดหอม

(3) กลุ่มเห็ดที่มีพิษ เห็ดในกลุ่มนี้หลายชนิดมีพิษรุนแรงหากบริโภคเข้าไปอาจจะทำให้เสียชีวิต ได้แก่ เห็ดระโงกหิน(กลาง) เห็ดระงาก (อีสาน) เห็ดเหล่านั้แม้จะต้มให้สุกเป็นเวลานานก็ยังคงมีพิษคงเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
รูปที่ 2.5 แสดงเห็ดประเภทต่างๆ ก) รูปเห็ดนางรม ข) รูปเห็ดฟาง ค) หลินจือ และ ง) รูปเห็ดพิษ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 เห็ดนางฟ้าภูฐาน[8]

จากการศึกษาข้อมูลพบว่า เห็ดนางฟ้าภูฐาน หรือ เห็ดนางรมภูฐาน (Indian Oyster, Phoenix Mushroom, หรือ Lung Oyster) เป็นเห็ดในตระกูลเห็ดนางรม มีต้นกำเนิดในประเทศภูฐาน เกิดขึ้นบนต้นไม้เนื้ออ่อนที่ตายแล้ว เจริญเติบโตได้เร็วมาก ถูกนำเข้ามาในประเทศไทย โดย อานนท์ เอื้อตระกูล ขณะที่ยังดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญเห็ดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ณ ประเทศภูฐาน ลักษณะของดอกเห็ดนางฟ้าภูฐาน มีลักษณะคล้ายกับดอกเห็ดเป๋าฮื้อ และดอกเห็ดนางรม เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดเป๋าฮื้อ ดอกเห็ดนางฟ้าสีภูฐาน จะอ่อนกว่า และมีครีบอยู่ชิดกันมากกว่า ดังรูปที่ 2.6 เห็ดนางฟ้าสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นนานได้หลายวัน เนื่องจากเห็ดชนิดนี้ไม่มีการย่อยตัวเหมือนกับเห็ดนางรม ด้านบนของดอกจะมีสีนวลๆ ถึงสีน้ำตาลอ่อน ในอินเดียดอกเห็ดมีขนาดตั้งแต่ 5 – 14 cm. และจะมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 30 – 120 กรัม เห็ดนางฟ้าภูฐาน มีรสอร่อย เวลานำไปปรุงอาหารจะมีกลิ่นชวนรับประทาน เห็ดชนิดนี้สามารถนำไปตากแห้ง เก็บไว้เป็นอาหารได้ เมื่อจะนำเห็ดมาปรุงอาหาร ก็นำไปแช่น้ำเห็ดจะคืนรูปเดิมได้ เพราะง่าย เพาะได้ตลอดทั้งปี เห็ดนางฟ้าภูฐานมีความต้องการของตลาดสูง ราคาดี เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ต้องการทำเป็นอาชีพระยะยาวและผู้ที่ยังใหม่สำหรับอุปกรณ์ และวิธีการทำก้อนเชื้อเห็ดมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 เห็ดนางฟ้าภูฐาน

(1) วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับการทำก้อนเชื้อเห็ด [9]

- ขี้เลื่อยไม้ยางพารา
- เชื้อเห็ด
- ถุงพลาสติกทนร้อนขนาด 6 3/4 x 12 1/2 หรือ 8x12 นิ้ว
- คอขวดพลาสติกเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้ว
- สำลี
- ยางรัด
- ถังน้ำความดัน หรือหม้อน้ำความดัน จะเป็นแบบฝาหรือแบบแก๊สก็ได้
- โรงเรือนหรือที่บ่มเส้นใย
- อาหารเสริม
- รำละเอียด
- ปูนขาว
- ยิปซัม
- ภูไมค์
- ดิเกลีอ
- น้ำสะอาด
- กระดาษหนังสือพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ขั้นตอนการทำก้อนเชื้อเห็ด

นำส่วนผสมดังกล่าวข้างต้น ผสมให้เข้ากันด้วยมือหรือเครื่องผสมแล้วปรับความชื้น 60-70 % โดยเติมน้ำพอประมาณ สามารถทดสอบความชื้นได้โดยการใช้มือกำขี้เลื่อยบีบให้แน่น ขี้เลื่อยจะรวมกันเป็นก้อนแล้วแตกออก 2-3 ส่วน ถือว่าใช้ได้แต่ถ้าแบมือแล้วขี้เลื่อยไม่รวมตัวเป็นก้อน แสดงว่าแห้งไป ให้เติมน้ำเล็กน้อย บรรจุขี้เลื่อยใส่ถุงพลาสติกทนร้อน น้ำหนัก 8-10 ซีด กระแทกกับพื้น และทุบให้แน่นพอประมาณ 2 ใน 3 ของถุงดังรูปที่ 2.7ก หรือใช้เครื่องอัดก้อนเห็ด ใส่คอขวดปิดด้วยสำลี จากนั้นใช้แผ่นพลาสติกใสปิดรัดด้วยยางหรือ ปิดฝาด้วยฝาจุกแบบประหยัด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อโดยมีการบรรจุก้อนเชื้อเห็ดดังรูปที่ 2.7ข ที่อุณหภูมิ 100 °C 3 ชั่วโมง แล้วนำมาพักให้เย็นในที่สะอาด



รูปที่ 2.7ก การผสมก้อนเชื้อเห็ด

รูปที่ 2.7ข การบรรจุก้อนเชื้อเห็ดในเตาึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) วิธีการเปิดดอก

วิธีการเปิดดอก ทำได้โดยการเปิดเอาเฉพาะสำลีบริเวณคอขวดออกโดยอาจใช้มือหรือ
 ซ้อนเคาะสำลีดังรูปที่ 2.8 แล้วปล่อยให้คงสภาพเดิมก็ได้ ดอกเห็ดจะมีจำนวนน้อย แต่ดอกเห็ดจะโต
 ก้านยาวหรือเปิดแบบพับปาก หรืออาจใช้วิธีตัดปาก ตัดไปถึงไหล่ หรือกรีดข้าง จะเปิดแบบตั้งหรือนอน
 ก็ได้ แต่ต้องจำไว้ว่าหากเปิดพื้นที่มากดอกเห็ดจะออกมากขนาดดอกจะเล็กลง

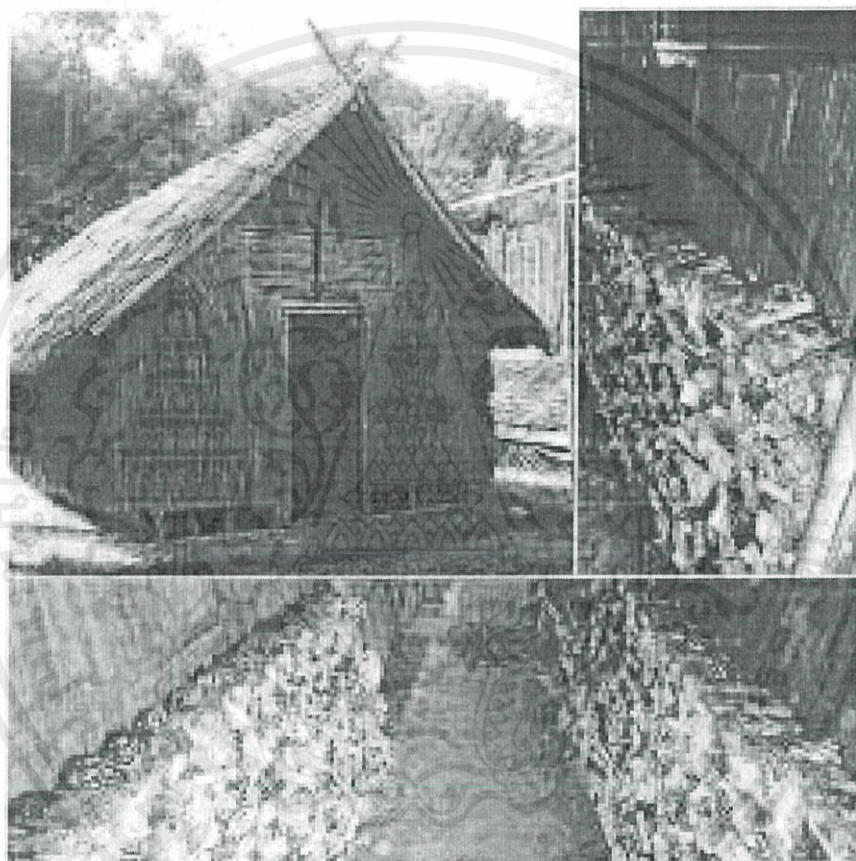


รูปที่ 2.8 การเปิดดอกทางคอขวด

2.3.7 โรงเรือนสำหรับการเพาะปลูกเห็ด

โรงเรือนที่เหมาะสมควรเป็นโรงเรือนสำหรับเห็ดที่ชอบอากาศเย็นและชื้นอย่าง
 เห็ดนางฟ้าภูฐาน คือ โรงเรือนที่ใช้วัสดุที่ไม่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเร็วเกินไปซึ่งที่ดีที่สุดได้แก่
 หญ้าคา ดังรูปที่ 2.9 แต่สามารถใช้ตาข่ายพรางแสงแทนได้ ควรทำเพดานด้วยเพื่อลดความร้อน สามารถ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ดัดแปลงจากโรงเรือนที่มีอยู่แล้ว เช่นห้องเก็บของ โรงรถ ใต้ถุนบ้าน เป็นต้น ขนาดของโรงเรือนไม่ควร
 ใหญ่เกินไปหรือมีขนาดไม่ควรเกิน 6x12 เมตร บรรจุก้อนได้ 12000 ก้อน ปริมาณแสง ขนาดพ้ออ่าน

หนังสือได้ ความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ระหว่าง 80-85% หรือรดน้ำวันละ 3-4 ครั้ง โดยตรวจสอบจาก เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งหรือกระเปาะเปียกเปียก อุณหภูมิอยู่ประมาณ 25 °C เห็นต้องการ อากาศบริสุทธิ์สูง ดังนั้น โรงเรือนเพาะเห็ด จะต้องมีการระบายอากาศที่ดี หากอากาศไม่เพียงพอ ดอก เห็ดจะก้านยาว ดอกบิด คุณภาพดอกเห็ดไม่ดี เป็นโรคร่าง



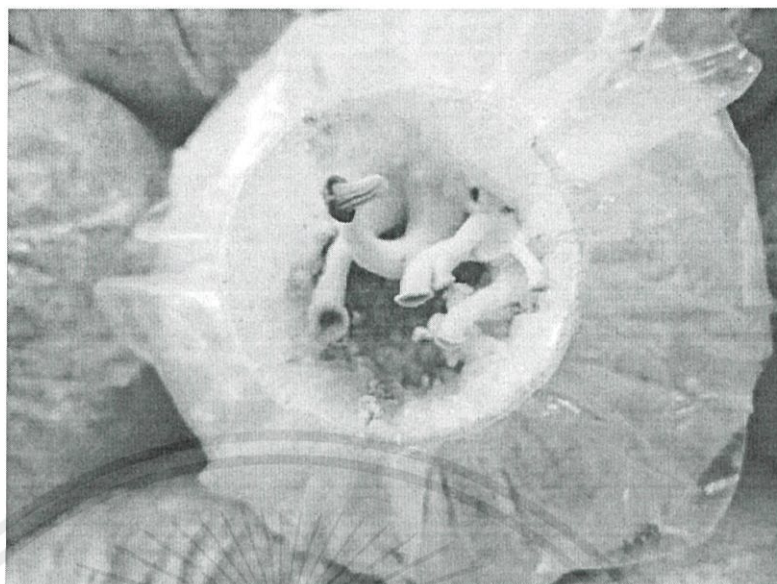
รูปที่ 2.9 โรงเรือนเพาะเห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตต่อก่อนโดยปกติ ดอกเห็ดจะเกิดเป็นชุด ๆ แต่ละชุดห่างกัน 5-7 วัน ประมาณ 8-12 ชุด หรือประมาณ 3-4 เดือน โดยผลผลิตที่ออกแต่ละครั้งจะไม่เท่ากัน บางครั้งจะได้ผลผลิตต่อครั้งค่อนข้างมากเท่ากับว่าดูธาตุอาหารไปมากครั้งต่อไปผลผลิตอาจจะลดปริมาณลง อย่างไรก็ตาม ผลผลิตโดยรวมหากเป็นการเก็บดอกอ่อน ก่อนที่ดอกเห็ดจะสร้างสปอร์ จะได้ประมาณ 250-300 กรัม แต่หากเก็บดอกแก่ ที่มีการสร้างสปอร์แล้วจะได้ประมาณ 300-400 กรัมต่อก่อนต่ออายุการเก็บทั้งหมด[10]

ปัญหาที่พบในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐาน คือเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเดือน มีนาคม-เมษายนของทุกปี เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานมักจะประสบปัญหาเห็ดไม่ค่อยออกดอก หรือออกดอกน้อย ผลผลิตเห็ดลดลง โดยเกิดจากอุณหภูมิที่ร้อนจัดในช่วงฤดูร้อน เมื่ออุณหภูมิสูงเกินไปทำให้เห็ดนางฟ้าภูฐานซึ่งไม่ชอบอุณหภูมิสูงได้รับผลกระทบโดยตรง โดยในช่วงที่อากาศร้อนเห็ดจะไม่ค่อยมีการเจริญเติบโต ไม่มีการสร้างเส้นใย เส้นใยเห็ดไม่เดิน จึงส่งผลทำให้เห็ดไม่ออกดอก ดังรูปที่ 2.10 เห็ดนางฟ้าภูฐานซึ่งเป็นที่นิยมของเกษตรกร เป็นเห็ดที่ประสบกับปัญหานี้มากที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิในโรงเรือนที่เหมาะสมกับเห็ดนางฟ้าภูฐานอยู่ที่ประมาณ 25°C แต่ในฤดูร้อนในประเทศไทยมีอุณหภูมิประมาณ 36-40 °C ในบางวันอาจสูงกว่า 40 °C ทำให้เห็ดนางฟ้าภูฐานไม่ออกดอกเลยหรือออกน้อยมาก ซึ่งผลผลิตในช่วงฤดูร้อนนี้แตกต่างกับช่วงฤดูหนาวโดยสิ้นเชิง ทำให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงเห็ดส่วนใหญ่จะเว้นช่วงการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานไปเลย หรืออาจหันมาเพาะเห็ดชนิดอื่นที่ชอบอากาศร้อนแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 เห็นนางฟ้าภูฐานที่ไม่ออกดอกเนื่องจากอุณหภูมิสูง

โรงเรือนที่ใช้เพาะเลี้ยงเห็ดส่วนใหญ่ใช้ Evaporative Cooling System ในการทำความเย็นซึ่ง Evaporative Cooling System หมายถึงระบบทำความเย็นแบบที่ใช้การระเหยของน้ำช่วยในการทำความเย็น ดังรูปที่ 2.11 หลักการทำงานของระบบ Evaporative Cooling System ก็คือ ปล่องกระแสลม ไหลผ่านตัวกลางที่มีน้ำไหลผ่าน (Cooling Pad) และการที่อากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าไหลผ่านน้ำจะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ ซึ่งจะเป็นการดึงเอาความร้อนของอากาศออก ทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลง จากหลักการนี้ทำให้มีการนำมาออกแบบใช้กับการทำโรงเรือนเลี้ยงสัตว์หรือปลูกพืชได้ โดยมีการติดตั้งแผงทำความเย็น (Cooling Pad) ที่ทำจากกระดาษอัดเคลือบน้ำยาชนิดพิเศษ ซึ่งกระดาษอัดชนิดนี้ได้มีการนำมาเรียงเป็นแท่งมีความหนาประมาณ 4-6 นิ้ว และวางเรียงให้มีพื้นที่ผิวมากที่สุดเพื่อให้มีโอกาสสัมผัสน้ำและอากาศที่ไหลผ่านมากที่สุด อันจะเป็นการช่วยให้น้ำมีการระเหยได้มากนั่นเอง และมีพัดลมดูดเอาอากาศร้อนข้างนอกผ่านแผง Cooling Pad ที่มีน้ำไหลผ่านเหตุผลที่ทำให้น้ำสามารถระเหย

กลายเป็นไอได้นี้มาจากการที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่าความชื้นของน้ำ (100%) ทำให้น้ำสามารถระเหยได้ ดังนั้นน้ำจะระเหยได้มากเพียงใดก็จะขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในขณะนั้น

ยิ่งอากาศมีความชื้นต่ำมากเพียงใด ความสามารถในการระเหยก็จะมากขึ้นเท่านั้นและก็จะทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงได้มากเท่านั้นเช่นกัน ซึ่งจากหลักการนี้ถ้าพิจารณาดูให้ดี จะพบว่า Evaporative Cooling System ไม่ค่อยจะเหมาะสมกับอากาศบ้านเรามากนัก เพราะความชื้นในอากาศค่อนข้างสูง นี่คือนิสัยที่ทำให้ระบบ Evaporative Cooling System ในบ้านเรามักจะทำความเย็นได้ไม่มากเท่าที่ควร ความแตกต่างของอุณหภูมิในและนอกรัง Evaporative Cooling System ในบางครั้งจึงมีไม่มากนัก โดยเฉพาะช่วงฝนตก อุณหภูมิในและนอกรัง อาจจะไม่แตกต่างกันเลยก็เป็นไปได้ ในต่างประเทศ Evaporative Cooling System อาจทำความเย็นได้ แตกต่างกันถึง 10-15 °C [11] จากการศึกษาพบว่าโรงเรือนเพาะเลี้ยงเห็ดที่ใช้ Evaporative Cooling System มีความบกพร่องอยู่มากทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่เต็มที่



รูปที่ 2.11 โรงเรือนที่ใช้ระบบ Evaporative Cooling System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายทศพร จันทรโสภา และคณะ[12]ได้ศึกษาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นระเหย โดยได้ทำการทดลองการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบทำความเย็นแบบระเหย จากการศึกษาพบว่าน้ำสามารถลดอุณหภูมิได้ 0.5-7°C ในสภาวะที่มีการควบคุมโรงเรือน และพบว่าเมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิแวดล้อมภายนอก 36-40°C ในสภาวะที่มีการคลุมโรงเรือนจะสามารถรักษาอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ประมาณ 29.5-33°C ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศภายนอกนั่นเอง

ว่าที่ร้อยตรีเดชา ไชยปัญหาและคณะ[13]ได้ศึกษาการควบคุมโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ทำการทดสอบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกต้นไม้ด้วยรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์แทนการใช้แผ่นซับน้ำ (Evaporative cooling pad) และระบบการควบคุมการเปิด-ปิดของระบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งพบว่าสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ประมาณ 4°C ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80%-100% และพบว่าการใช้ Evaporating cooling system อุณหภูมิภายนอกโรงเรือนจะมีผลต่อการปรับลดอุณหภูมิซึ่งอุณหภูมิภายนอกเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนในช่วงเวลาต่างๆมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ

3.1.1 การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

(1) ส่วนฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ , เซนเซอร์ , ระบบทำความเย็น , ระบบทำความชื้น และ ระบบระบายอากาศ

(2) ส่วนซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย ชุดคำสั่ง หรือ โปรแกรม (กล่าวไว้ในภาคผนวก)

จากการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรที่มีปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดที่ต้องการควบคุมคือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งสามารถกำหนดตัวแปรได้ดังนี้

(1) ข้อมูลเข้า (Input) คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

(2) ผลลัพธ์ (out put) คือ การทำงานของระบบการทำความเย็นและความชื้น ระบบระบายอากาศ และแสดงผล

(3) กระบวนการ (processing) คือ ส่วนประมวลผล

3.1.2 การทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3.1 ส่วนข้อมูลเข้า (Input) คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ได้เลือกใช้ เซนเซอร์วัด

อุณหภูมิและความชื้นรุ่น DHT 22 ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้ -40°C ถึง 100°C และสามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ 0 ถึง 100 %RH เพื่ออ่านค่าอุณหภูมิภายในโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม หากมีข้อสงสัยประการใด กรุณาติดต่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของระบบ

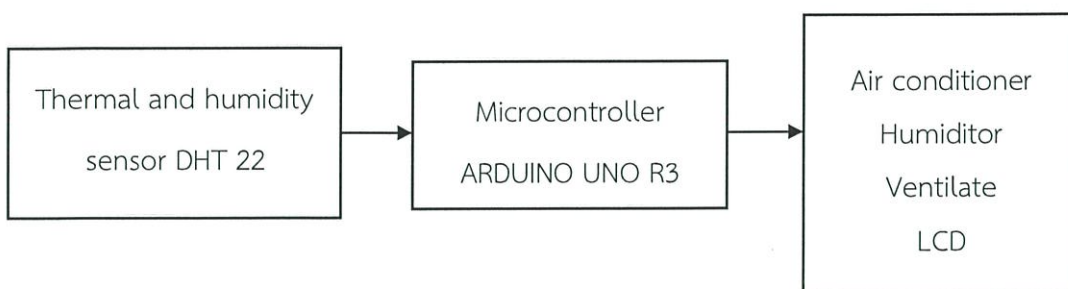
ส่วนผลลัพธ์ (out put) คือ การทำงานของระบบการทำความเย็นและความชื้น ระบบระบายอากาศ และจอแสดงผล ได้เลือกใช้ ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอในการทำความเย็น ใช้ระบบทำความชื้นในการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ ใช้พัดลมระบายอากาศเพื่อใช้ในการถ่ายเทอากาศ ใช้จอแสดงผลเพื่อแสดงผลการทำงานของระบบ

ส่วนกระบวนการ (processing) คือ ส่วนประมวลผล ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO UNO R3 ในการประมวลผล

3.1.3 การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยออกแบบโรงเรือนต้นแบบระบบปิดขนาด $0.6 \times 0.5 \times 0.5$ เมตร³ โรงเรือนต้นแบบทำจากแผ่นอะคริลิกหนา 0.5 mm. ประกอบกันและบุด้วยฉนวนกันความร้อนหนา 1 cm. เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ใช้เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอในการลดอุณหภูมิ ใช้เครื่องเพิ่มความชื้นระบบอัลตราโซนิกเพื่อเพิ่มความชื้น และทำการติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพื่อให้ลมอากาศที่ถ่ายเทซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รับค่าอุณหภูมิและความชื้นมาจากเซนเซอร์ โดยมีแผนผังการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

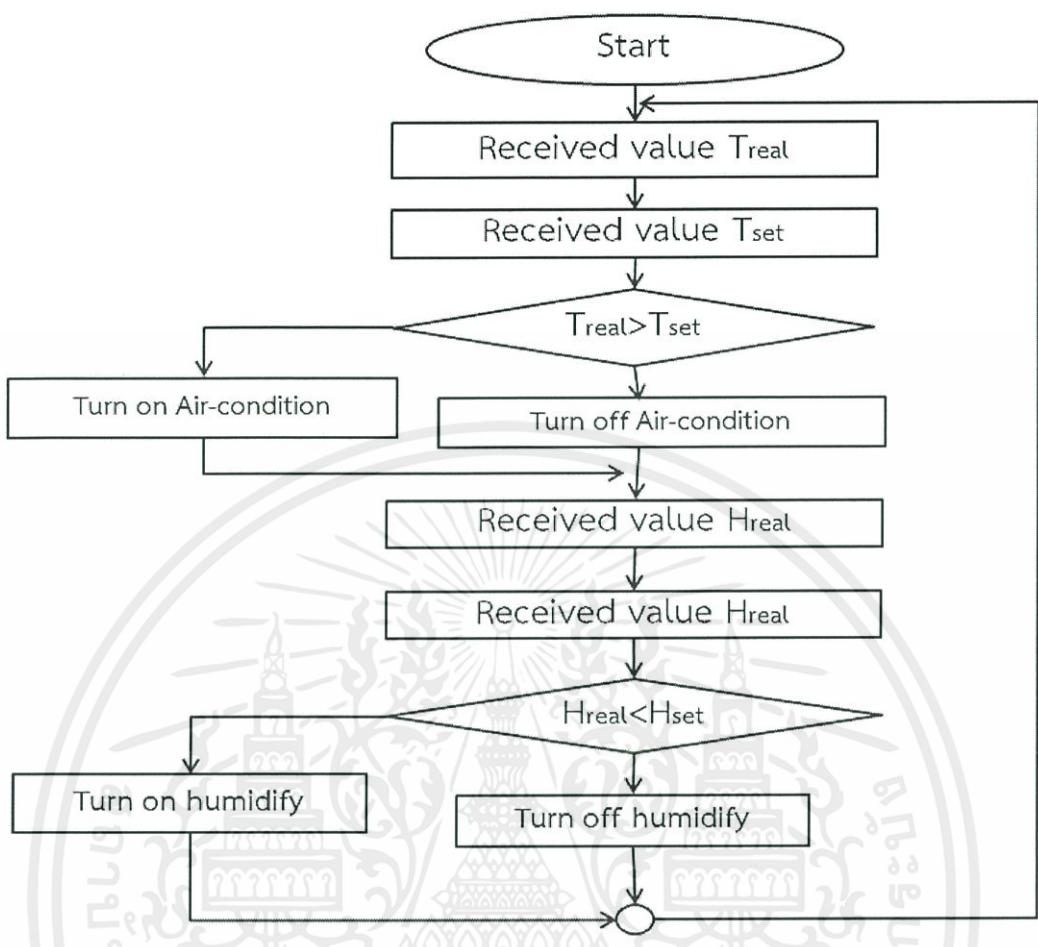
3.1.4 การสั่งงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

จากรูปที่ 3.3 การสั่งงานของระบบ ระบบจะเริ่มทำงานจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรับค่าอุณหภูมิจริงภายในโรงเรือนแล้วจึงไปรับค่าอุณหภูมิที่ผู้ใช้ ซึ่งในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าช่วงอุณหภูมิที่ 24 – 27°C และช่วงค่าความชื้น 75 – 85%RH

จากนั้นระบบจะทำการเปรียบเทียบค่าระหว่างอุณหภูมิจริงภายในโรงเรือนและอุณหภูมิที่ผู้ใช้กำหนดว่าเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่ กรณีที่อุณหภูมิจริงมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่ผู้ใช้กำหนด ระบบจะสั่งการให้ระบบปรับอากาศภายในโรงเรือนทำงานเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เป็นไปตามเงื่อนไข หลังจากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรับค่าความชื้นจริงภายในโรงเรือนแล้วจึงไปรับค่าความชื้นที่ผู้ใช้กำหนด

จากนั้นระบบจะทำการเปรียบเทียบค่าระหว่างความชื้นจริงภายในโรงเรือนกับความชื้นที่ผู้ใช้กำหนด กรณีที่มีความชื้นจริงในโรงเรือนมีค่าต่ำกว่าความชื้นที่ผู้ใช้กำหนดระบบจะทำการสั่งให้ระบบปรับความชื้นทำงานเพื่อนปรับความชื้นให้เป็นไปตามเงื่อนไข โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานซ้ำอย่างนี้ไปอย่างต่อเนื่องจนได้ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ต้องการ ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงจะสั่งให้ระบบปรับอากาศและระบบปรับความชื้นหยุดการทำงาน และระบบจะสั่งทำงานอีกครั้งหากอุณหภูมิและความชื้นไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด ดังแสดงในรูปที่3.3 ขั้นตอนการสั่งงานของระบบควบคุม

อุณหภูมิและความชื้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



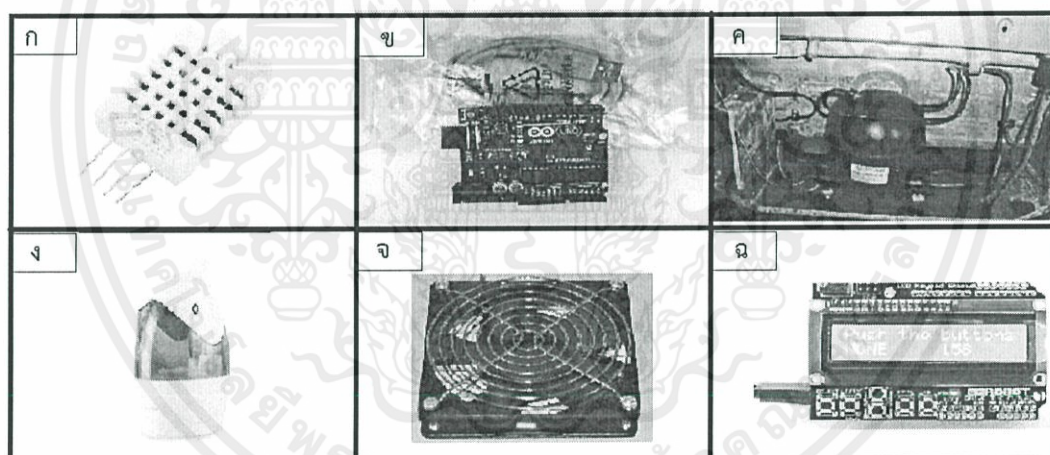
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสั่งงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

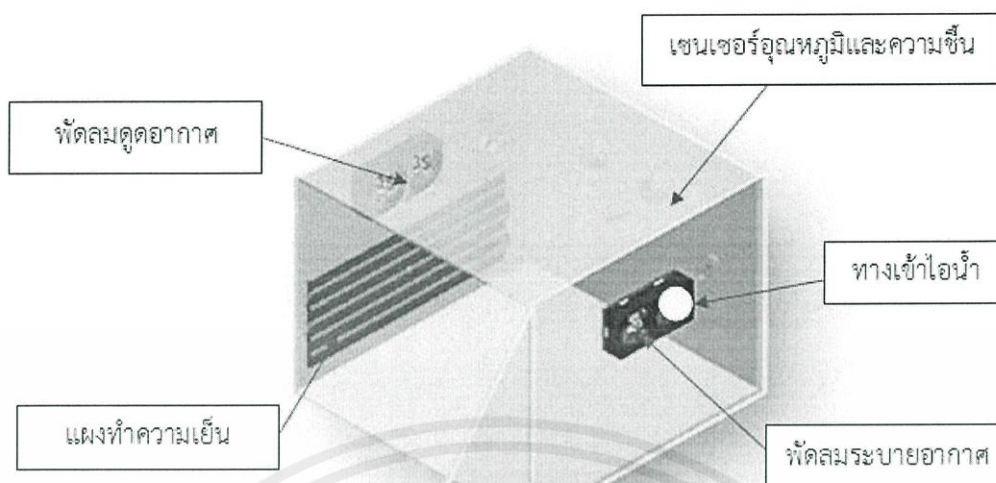
สำหรับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีดังต่อไปนี้ (ดูภาพรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5 แบบจำลอง)

- (1) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (thermal and humidity sensor)
- (2) ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller)
- (3) ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (refrigerator system)
- (4) ระบบทำความชื้น (humiditor system)
- (5) ระบบระบายอากาศ (ventilator system)
- (6) จอแสดงผล (monitor)



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ก) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น ข) ไมโครคอนโทรลเลอร์ ค) ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ง) เครื่องทำความชื้น จ) พัดลมระบายอากาศ ฉ) จอแสดงผล (monitor)

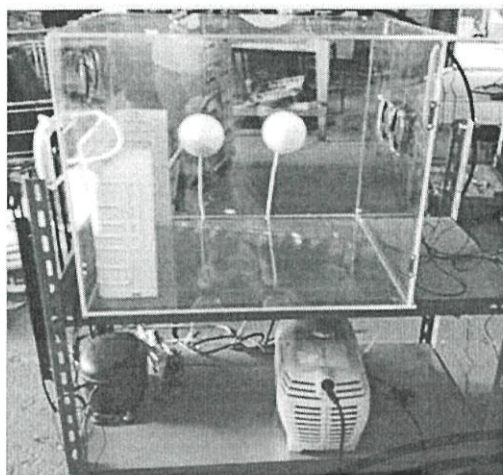
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



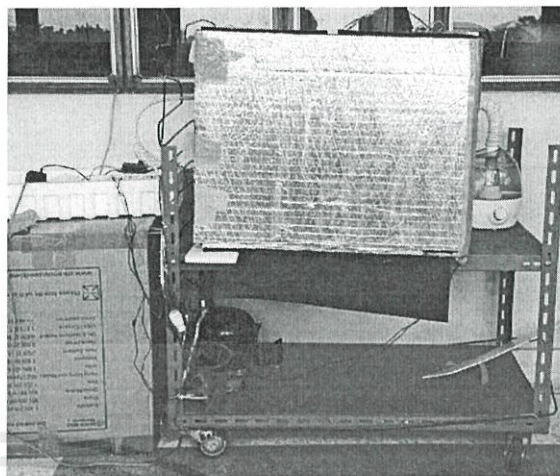
รูปที่ 3.5 แบบจำลอง (prototype)ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

รูปที่ 3.6ก เป็นรูปแบบจำลองก่อนทำการหุ้มฉนวนกันความร้อนเพื่อแสดงระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ในระหว่างตรวจสอบการทำงานของระบบ และในรูปที่ 3.6ข เป็นรูปแบบจำลองระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่หุ้มฉนวนกันความร้อน เพื่อลดภาวะความร้อนที่เข้าสู่ระบบและป้องกันการสูญเสียภาวะการทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6ก แบบจำลองที่ยังไม่หุ้มฉนวน



รูปที่ 3.6ข แบบจำลองที่หุ้มฉนวน

3.1.6 ขั้นตอนการทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน

การทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติแบบปิดได้ทดลองปลูกโดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นตอนการเตรียมเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยนำมาชั่งน้ำหนักและระบุชื่อก้อนเชื้อเห็ดแต่ละก้อนดัง

รูปที่ 3.7 เพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายในงานเท่านั้น หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 การชั่งก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้า

2) ขั้นตอนการปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน

นำก้อนเชื้อเห็ดเข้าปลูกในโรงเรือนจำลองที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น 10 ก่อน ดังรูปที่ 3.8ก และปลูกโดยไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น 10 ก่อน ดังรูปที่ 3.8ข เนื่องจากระยะเวลาในการทดลองมีจำกัด เมื่อเวลาผ่านไป 9 วัน ได้ปลูกเห็ดเพิ่มทั้งด้านในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น กับตู้ที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อเป็นการทดลองซ้ำ และสลับก้อนเชื้อเห็ดด้านในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น กับตู้ที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อจะนำผลการทดลองมาวิเคราะห์เพิ่มเติม



รูปที่ 3.8ก ก้อนเชื้อเห็ดที่ปลูกในแบบจำลอง



รูปที่ 3.8ข ก้อนเชื้อเห็ดที่ปลูกโดยวิธีธรรมชาติ

3.1.7 ขั้นตอนการเก็บผลการทดลอง

ในการทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน ใช้เวลาการทดลองและเก็บผลการทดลองเป็นเวลา 30 วัน ซึ่งมีขั้นดังนี้

1) ขั้นตอนการเก็บผลการทดลองประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบ

ใช้ datalocker รุ่น Hioki 8422-51 Memory HiLogger (Data Logger) ซึ่งใช้ Thermocouper ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ การวัดอุณหภูมิ แบ่งเป็น Wet Bout และ Dry Bout ทำให้สามารถคำนวณความชื้นสัมพัทธ์ได้

2) ขั้นตอนการเก็บผลการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐาน ในการเก็บผลการทดลองการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐาน มีตัวแปรที่ต้องการทราบค่าดังนี้

1. น้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่ทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
2. จำนวนครั้งที่เห็ดนางฟ้าภูฐานออกผลผลิต
3. จำนวนดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ออกในแต่ละก้อน
4. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเห็ดนางฟ้าภูฐาน
5. จำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่ออกดอกในแต่ละครั้ง
6. ระยะเวลาในการออกดอกในแต่ละครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในโรงเรือนจำลองที่ทำได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐาน ซึ่งได้ทำการทดลองเพาะปลูกที่ช่วงอุณหภูมิ 24 ถึง 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75% ถึง 85% และใช้ Data Locker รุ่น Hioki 8422-51 ใช้หลักการวัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเบิล Type K เหมาะสำหรับการวัดอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในการเก็บและบันทึกผลของอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และสิ่งแวดล้อมภายนอก ทำการเก็บผลการทดลองเป็นเวลา 30 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ

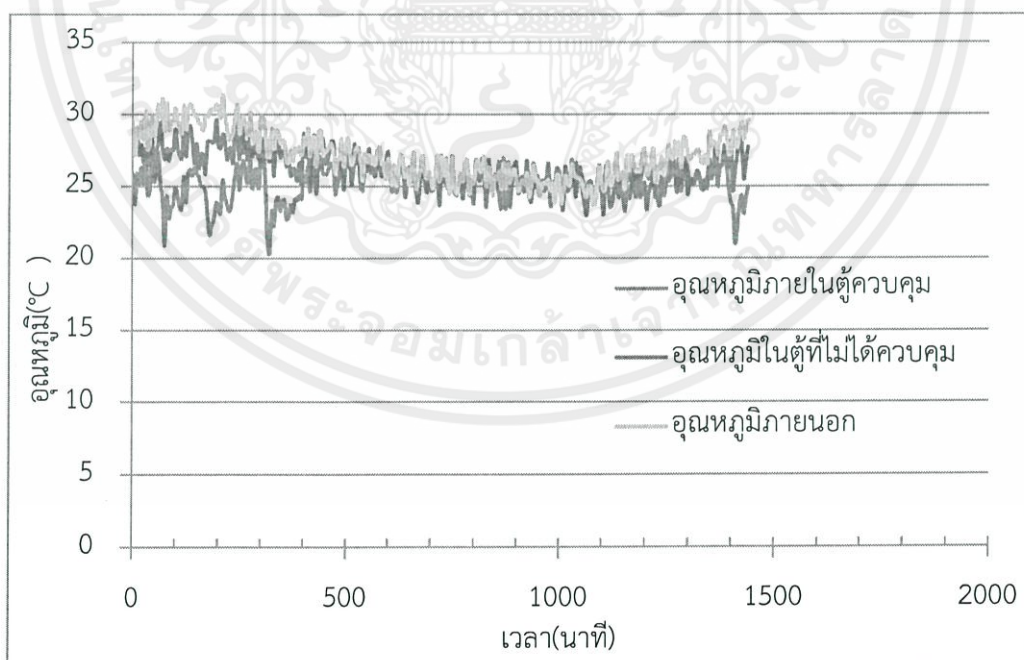
จากการทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ และได้ใช้ data locker ในการเก็บผลของอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ควบคุมในทุกๆ 1 นาที ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในตู้ที่ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น อุณหภูมิไม่ได้ควบคุม และอุณหภูมิภายนอกกับเวลา(นาที)ในระยะเวลา 1 วัน ซึ่งทำการเก็บผลการทดลองตั้งแต่เวลา 12.00 น. ถึง 12.00 น. ของวันต่อมา แสดงดังรูปที่ 4.1 เส้นสีฟ้าแทนอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เส้นสีแดงแทนอุณหภูมิภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และเส้นสีเขียวแทนอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาต

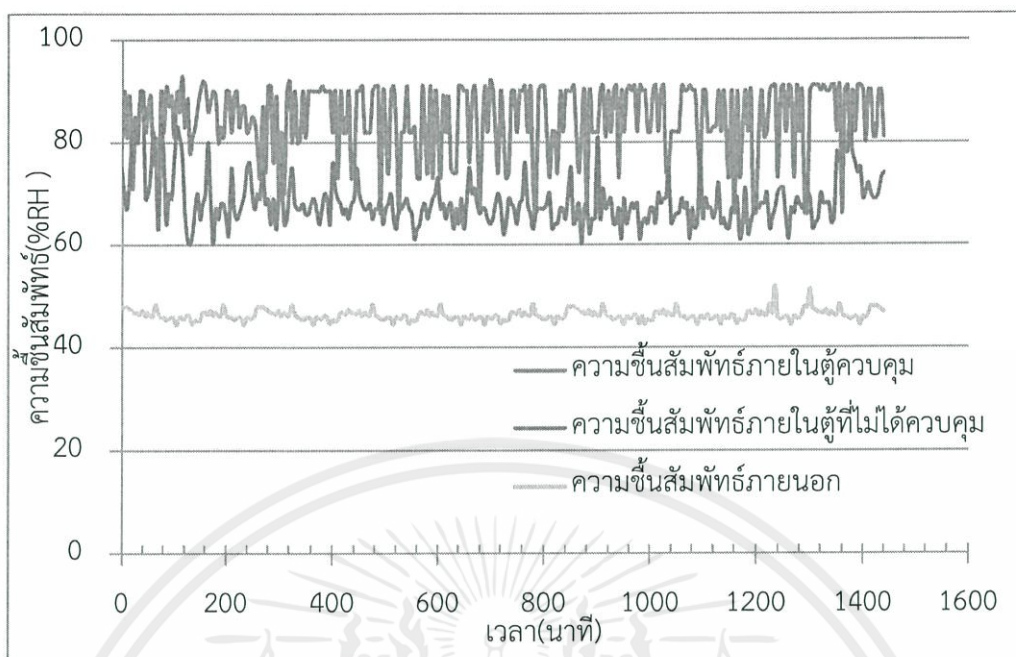
ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีอุณหภูมิแตกต่างจากสิ่งแวดล้อมภายนอกประมาณ 4 ถึง 7 °C ซึ่งถือว่าแตกต่างอย่างมาก ซึ่งการปรับลดอุณหภูมิลง 4-7°C จะเป็นช่วงอุณหภูมิที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐาน และในช่วงที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมภายนอกมีอุณหภูมิต่ำที่อุณหภูมิ 24-26 °C จะพบว่า อุณหภูมิภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น อุณหภูมิภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมภายนอก มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อสังเกตเส้นกราฟที่แสดงอุณหภูมิภายในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น พบว่า เมื่ออุณหภูมิภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเพิ่มขึ้นจนถึง 27 °C อุณหภูมิจะลดลงอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมอุณหภูมิทำการเปิดระบบทำความเย็นตามที่ได้ตั้งค่าไว้ที่อุณหภูมิ 27 °C และเมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 24 °C อุณหภูมิจะมีการเพิ่มขึ้นเนื่องจาก ระบบควบคุมอุณหภูมิทำการปิดระบบทำความเย็นที่ได้ตั้งค่าไว้ที่อุณหภูมิ 24 °C และอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 20-27 °C อุณหภูมิตู้ที่ไม่ได้ควบคุมอยู่ระหว่าง 23-29°C และอุณหภูมิภายนอกอยู่ระหว่าง 24-31°C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในตู้ควบคุม อุณหภูมิในตู้ที่ไม่ได้ควบคุม อุณหภูมิภายนอก กับ
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 เวลา (นาที)

ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ จากผลการทดลอง ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้ที่ไม่ได้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับเวลา(นาทึ)ในระยะเวลา1วัน ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งเส้นสีฟ้าแทนความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เส้นสีแดงแทนความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และเส้นสีเขียวแทนความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อมภายนอก จากกราฟจะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และสิ่งแวดล้อมภายนอกแตกต่างกันอยู่อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ภายในอากาศของสิ่งแวดล้อมมีค่าน้อยที่สุด แต่มีค่าคงที่มากที่สุด โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ประมาณ 45%RH ถัดมาคือความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีค่าอยู่ระหว่าง 60-80%RH มีความแปรปรวนมากกว่าความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อมภายนอก เนื่องจากมีการรดน้ำเห็นวันละ 2 ครั้ง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จะมีความชื้นสูงที่สุดซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 70-90%RH และมีความแปรปรวนของความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด เนื่องจากมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ เมื่อพัดลมระบายอากาศทำงานจึงทำให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว ระบบจึงเปิดเครื่องทำความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

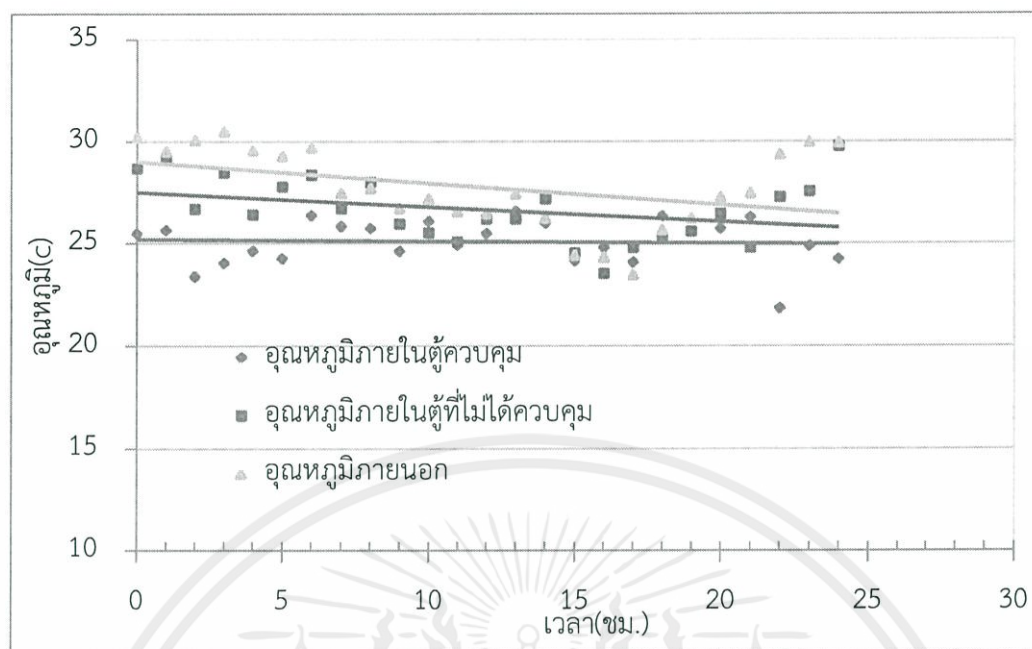


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้ที่ไม่ได้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก กับเวลา

เนื่องจากใช้เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) ในการเก็บผลทุกๆ 1 นาที ทำให้ได้ผลการทดลองจำนวนมาก จึงได้ทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในตู้ควบคุม อุณหภูมิภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุม และอุณหภูมิภายนอกกับเวลา ดังนั้นรูปที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิทุกๆ 60 นาที จุดสีฟ้าแสดงอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จุดสีแดงแสดงอุณหภูมิภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จุดสีเขียวแสดงอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอก

เมื่อพิจารณาที่เส้นแนวโน้มของอุณหภูมิภายในตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจะพบว่ามีความคงที่มากกว่าเส้นแนวโน้มของอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และเมื่อนำค่าอุณหภูมิภายใน 1 วันมาเฉลี่ยพบว่า อุณหภูมิภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีค่าประมาณ 25 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีค่าประมาณ 27 °C

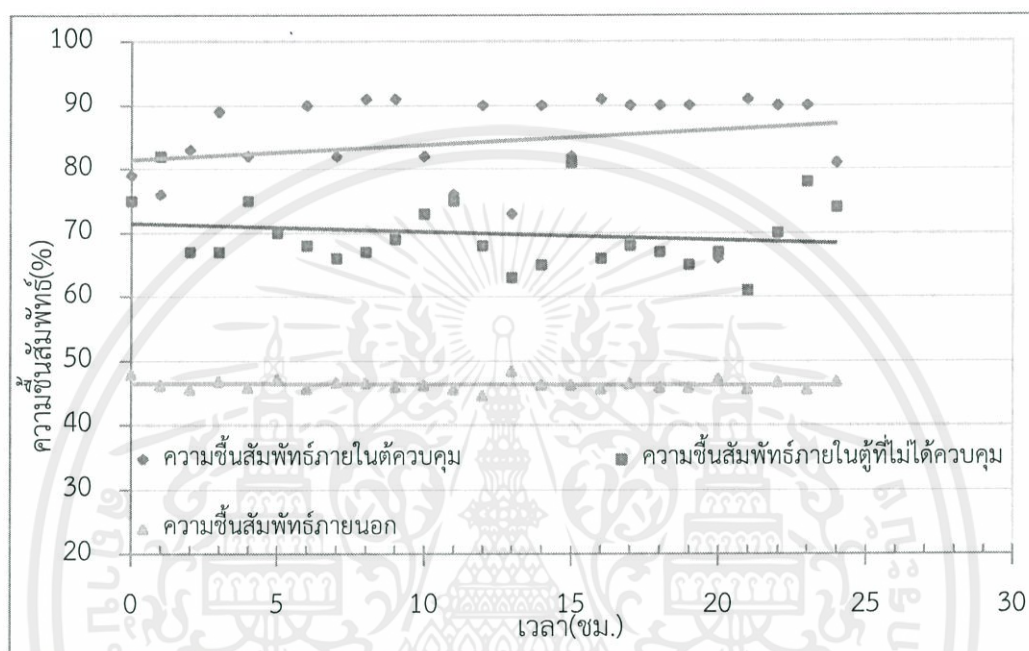
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกมีค่าประมาณ 29 °C
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในตู้ควบคุม อุณหภูมิภายในตู้ที่ไม่ได้ควบคุม และ อุณหภูมิภายนอกกับเวลา(ชั่วโมง)

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและความชื้นของสภาพแวดล้อมภายนอกกับเวลา(นาทิต) ดังรูปที่ 4.2 พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์มีความแปรปรวนมากทำให้ยากต่อการวิเคราะห์ และเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ผลการทดลองจึงสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมภายนอกกับเวลา(นาทิต) ดังรูปที่ 4.4 จุดสีฟ้าแสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จุดสีแดงแสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จุดสีเขียวแสดงความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมภายนอก เมื่อสังเกตที่เส้นแนวโน้มของความชื้นสัมพัทธ์จะพบว่าเส้นแนวโน้มความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมภายนอกจะคงที่ แนวโน้มความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีแนวโน้มลดลง และเส้นแนวโน้มของความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อทำไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ การเฉลี่ยค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายใน 1 วัน พบว่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและ

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีค่าประมาณ 85%RH ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในตู้ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีค่าประมาณ 70%RH และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของสภาพแวดล้อมภายนอกมีค่าประมาณ 45%RH



รูปที่ 4.4 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้ไม่ได้ควบคุม ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับเวลา(ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

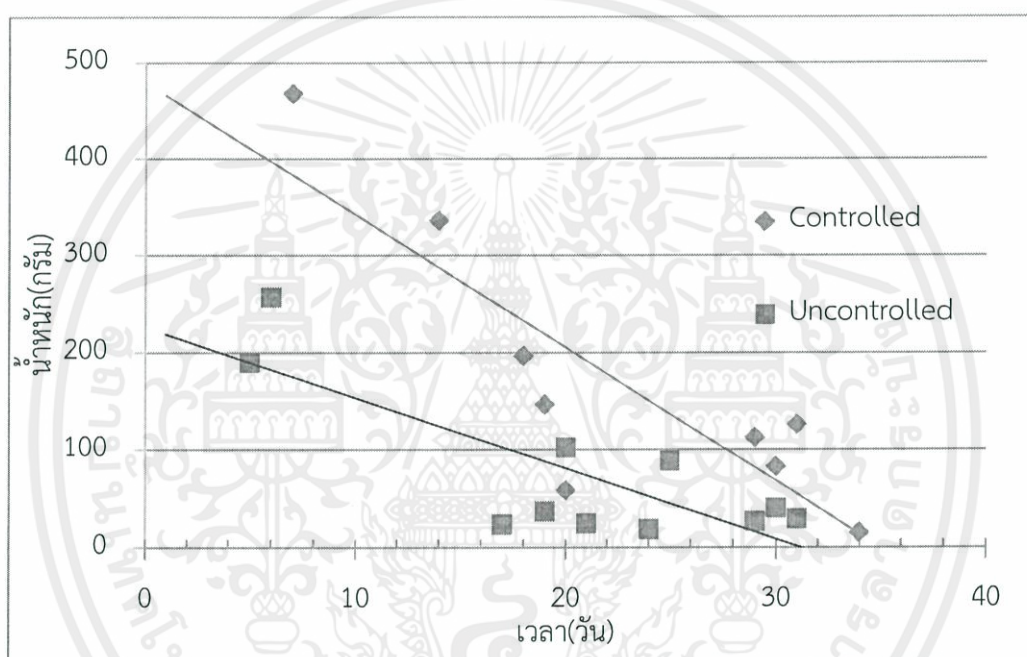
4.2 ผลการทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ

จากการทดลองเพาะปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในโรงเรือนระบบปิดทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นกับการเพาะปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยการรดน้ำวันละ 2 ครั้ง เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งทำการทดลองและเก็บผลการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน สามารถเก็บผลการทดลองได้ดังนี้

1. น้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่ทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และ น้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
2. จำนวนครั้งที่เห็ดนางฟ้าภูฐานออกผลผลิต
3. จำนวนดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ออกในแต่ละก้อน
4. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเห็ดนางฟ้าภูฐาน
5. จำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่ออกดอกในแต่ละครั้ง
6. ระยะเวลาในการออกดอกในแต่ละครั้ง

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น น้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในแต่ละครั้งกับเวลา(วัน) ดังรูปที่ 4.5 จุดสีฟ้าแสดงน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จุดสีแดงแสดงน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จากกราฟพบว่าในครั้งแรกของการเพาะปลูก น้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานทั้งที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและปลูกในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จะมีปริมาณมากเนื่องจากการออกดอกครั้งแรกอาหารภายในก้อนเชื้อเห็ดยังคงมีอยู่มาก ซึ่งในการออกดอกครั้งแรกจะพบว่าน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดมีปริมาณ 470 กรัม ซึ่งมากกว่าน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูก

ในโรงที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่มีปริมาณ 195 กรัมอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเวลาผ่านไป น้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานทั้งที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและไม่มี การควบคุมมีปริมาณลดลง เนื่องจากอาหารในก้อนเชื้อเห็ดมีปริมาณเริ่มน้อยลง แต่น้ำหนักเฉลี่ยของ เห็ดที่ปลูกภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณ 43 กรัม ซึ่งมากกว่าน้ำหนัก เฉลี่ยของเห็ดที่ปลูกในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่มีปริมาณ 37 กรัม



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงระยะเวลาในการออกดอก ต่อจำนวนก้อนเห็ดและน้ำหนักของเห็ด

จากการพิจารณาของลักษณะทางกายภาพของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นดังแสดงในรูปที่ 4.6ก กับเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนแบบไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นดังแสดงในรูป 4.6ข พบว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีสีเส้นที่สวยงามคือมีสีออกน้ำตาล ซึ่งแตกต่างจากเห็ด

นางฟ้าภูฐานที่ได้จากโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งมีสีขาวซีด ลักษณะของดอกไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ เห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีความสมบูรณ์ขนาด

ของดอกและจำนวนของดอกเห็ดต่อก้อนเชื้อเห็ดมีค่ามากกว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนที่ไม่มี การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นซึ่งมีจำนวนดอกที่ออกเฉลี่ยต่อก้อนน้อย ดอกเห็ดมีการเจริญเติบโต แบบไม่สมบูรณ์คือมีการแห้งตาย เล็ก ก้านยาว และแห้งตายเนื่องจากมีอุณหภูมิและความชื้นที่ไม่ เหมาะสม



รูปที่ 4.6ก เห็ดที่ปลูกโดยควบคุม

รูปที่ 4.6ข เห็ดที่ปลูกโดยไม่ควบคุม

จากการทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานภายในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและทำการเก็บผลการทดลองครบ 30 วันจึง ได้นำผลการทดลองของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมทั้งอุณหภูมิและ ความชื้น และโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มาเปรียบเทียบกันดังแสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของเห็ดที่ปลูกโดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

จำนวนครั้งที่ออก	ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น						ไม่ควบคุม			
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
จำนวนดอกเฉลี่ย	7	7	9	5	2	6	5	3	3	4
ขนาดเฉลี่ย(cm.)	6	5	6	7	8	6	7	6	7	7
จำนวนก้อนที่ออก	10	8	8	6	3	-	9	8	4	7
น้ำหนักเฉลี่ย/ก้อน (g.)	46	52	54	38	22	43	49	34	28	37
ระยะเวลาที่ออกดอก (วัน)	6	7	7	10	8	8	4	12	7	7

จากตารางที่ 4.1พบว่าเห็ดนางฟ้าที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ออกดอกถึง 5 ครั้ง แต่เห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นออกดอกเพียง 3 ครั้ง จำนวนดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานเฉลี่ยต่อ 1 ก้อนเชื้อเห็ด ของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีค่าประมาณ 6 ดอก ต่อก้อนซึ่งมากกว่าจำนวนดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานเฉลี่ยต่อ 1 ก้อน ของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีค่าประมาณ 4 ดอก ต่อก้อน ในส่วนของขนาดดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานเฉลี่ย ที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีขนาดประมาณ 6 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่มีขนาดประมาณ 7 เซนติเมตร ในส่วนน้ำหนักต่อก้อนพบว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้ น้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนประมาณ 43 กรัม ซึ่งมากกว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนของเห็ดนางฟ้า ภูฐานที่ปลูกใน โรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่มีค่าประมาณ 37 กรัม และระยะเวลาในการออกดอกเห็ด

นางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีค่าสม่ำเสมอมากกว่าระยะเวลาที่ออกดอกของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดลองจึงได้มีการสับเปลี่ยนก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยได้นำก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งออกดอกไปแล้ว 2 ครั้ง ออกมาปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจำนวน 2 ก้อน และนำก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งออกดอกไปแล้ว 2 ครั้ง นำมาปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดจำนวน 2 ก้อนเช่นกัน แล้วเก็บบันทึกผลการทดลอง จึงได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบน้ำหนักเห็ดที่ทำการสับก้อนเชื้อ

ก้อนเห็ด	ครั้งที่	น้ำหนัก (g) เห็ดที่สับก้อนเชื้อ		น้ำหนัก (g) เห็ดที่ปลูกครั้งแรก	
		ควบคุม	ไม่ได้ควบคุม	ควบคุม	ไม่ได้ควบคุม
A	1	54	-	46	-
A	2	44	-	52	-
A	3	-	65	-	28
A	4	-	26	-	-
B	1	-	34	-	49
B	2	-	28	-	34
B	3	52	-	54	-
B	4	61	-	38	-

เอกสารนี้
หมายเหตุ A คือก้อนเชื้อที่ปลูกครั้งแรกโดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น B คือก้อนเชื้อที่ปลูกครั้งแรกโดยไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

จากตารางที่ 4.2 A คือ ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกครั้งแรกภายในโรงเรือนระบบปิด ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น B คือ ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกครั้งแรกภายในโรงเรือนที่ไม่ได้ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จากตารางที่ 4.2 ได้ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักโดยเฉลี่ยของเห็ดนางฟ้า ภูฐานที่ทำการสับเปลี่ยน โดยก้อน A ซึ่งมีการออกดอก 2 ครั้งแรกภายในโรงเรือนที่มีการควบคุม อุณหภูมิและความชื้นนั้น ในการออกดอกครั้งที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 54 และ 44 กรัมโดยลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าการออกดอกในครั้งที่ 1 และ 2 ของก้อน B ที่ไม่ ออกดอก 2 ครั้งแรกปลูกภายใน โรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เนื่องจากก้อน A มีการปลูกโดยควบคุมสภาพแวดล้อมทั้ง อุณหภูมิและความชื้น ให้เหมาะสมกับความต้องการของเห็ด ทำให้ผลผลิตที่ได้มีน้ำหนักโดยเฉลี่ย มากกว่าน้ำหนักของเห็ดที่ออกดอกครั้งที่ 1 และ 2 ของก้อน B ซึ่งมีน้ำหนักเพียง 34 และ 28 กรัม อย่าง เห็นได้ชัด โดยน้ำหนักโดยเฉลี่ยของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ทำการสับเปลี่ยนของก้อน A ในการออกดอก 2 ครั้งแรกมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักของเห็ดที่ปลูกโดยไม่มีการสับเปลี่ยน แต่ในการออกดอกครั้งที่ 3 ของ ก้อน A เห็ดมีน้ำหนักมากถึง 65 กรัม เนื่องจากก้อนเชื้อเห็ดได้มีการสร้างเส้นใยสะสมตั้งแต่ขณะปลูก ภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสมกับความ ต้องการของเห็ด ทำให้เมื่อออกดอกด้านนอกมีผลผลิตมาก ซึ่งมีน้ำหนักแตกต่างจากเห็ดที่ปลูกโดยไม่มีการ สับเปลี่ยนซึ่งปลูกปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอย่างมาก แต่ในการออก ดอกครั้งที่ 4 ของก้อน A ก้อนเชื้อเห็ดได้มีการสร้างเส้นใยภายในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและ ความชื้น จะเห็นได้ว่าน้ำหนักเฉลี่ยของเห็ดลดลงเหลือแค่ 26 กรัม แสดงให้เห็นว่าการปลูกเห็ดนางฟ้าภู ฐานโดยมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น นำมาปลูกโดยไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีผลผลิต ลดลง ในทางตรงกันข้ามความชื้น ก้อน B ซึ่ง ปลูกครั้งแรกภายในโรงเรือนที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและ ความชื้น ในการออกดอกครั้งที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักเพียง 34 และ 28 กรัม แต่เมื่อนำมาปลูกภายใน

โรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ในการออกดอกครั้งที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักถึง 52 และ 61
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม แสดงให้เห็นว่าการปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น นำมาปลูกในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีผลผลิตมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบน้ำหนักเห็ดที่ใส่ก้อนเชื้อใหม่

ก้อนเห็ด	ครั้งที่	น้ำหนัก (g) เห็ดก้อนเชื้อใหม่		น้ำหนัก(g) เห็ดที่ปลูกครั้งแรก	
		ควบคุม	ไม่ได้ควบคุม	ควบคุม	ไม่ได้ควบคุม
C	1	60	-	46	-
C	2	42	-	52	-
D	1	-	56	-	49
D	2	-	34	-	34

หมายเหตุ C คือก้อนเชื้อที่ปลูกโดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

D คือก้อนเชื้อที่ปลูกโดยไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

เนื่องจากระยะเวลาในการทดลองมีอย่างจำกัด เพื่อนำให้ได้ผลการทดลองที่แม่นยำ เมื่อปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานชุดที่ 1 เป็นเวลา 9 วันจึงได้นำก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานชุดที่ 2 จำนวน 2 ก้อนมาทดลองปลูกเพิ่มทั้งในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจำนวน 2 ก้อนและโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอีก 2 ก้อนเช่นกัน เพื่อนำมาทดลองซ้ำ และทำการบันทึกผลการทดลอง ซึ่งผลจากการทดลองเป็นไป ดังตารางที่ 4.3 โดย C คือก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และ D คือก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ทำการปลูกใหม่พบว่าน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่ควรนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นซึ่งมีปริมาณ 34 กรัม และน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานชุดที่ 2 ยังคงสอดคล้องกับน้ำหนักของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกไปในชุดที่ 1

4.3 วิจารณ์ผลการทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติและเห็ดนางฟ้าภูฐาน

ผลการทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ จากกราฟที่ 4.1 เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิภายในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นซึ่งได้ตั้งค่าให้ระบบควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 24 – 27 °C ซึ่งระบบควบคุมอุณหภูมิสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ให้อยู่ในช่วง 24 – 27 °C ได้ แต่มีบางครั้งที่อุณหภูมิภายในตู้ลดลงต่ำกว่า 24 °C เนื่องจากเมื่อเครื่องปรับอุณหภูมิภายในตู้ลดอุณหภูมิลงถึง 24 องศาเซลเซียส ระบบจะปิดการทำงานของเครื่องลง แต่สารทำความเย็นของเครื่องปรับอุณหภูมิยังคงค้างอยู่ในระบบทำความเย็นจึงเป็นผลให้อุณหภูมิลดลงอีกประมาณ 2-3 °C จากกราฟที่ 4.2 เมื่อพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ พบว่ามีความแตกต่างของความชื้นมากกว่าภายในตู้ที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ และความชื้นของสภาพแวดล้อมภายนอก เนื่องจากภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศและระบบจะทำการเปิดพัดลมระบายอากาศทุกๆ 5 นาที และพัดลมดูดอากาศทุกๆ 30 นาที เนื่องจากเห็ดนางฟ้าภูฐานต้องการสภาพอากาศที่ถ่ายเทได้สะดวก เมื่อระบบควบคุมสั่งเปิดพัดลมระบายอากาศทำให้ความชื้นภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากระบบควบคุมความชื้นภายในตู้จะทำงานหนักและยังเป็นการสิ้นเปลืองน้ำอีกด้วย

ผลการทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน จากตารางที่ 4.1 พบว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสามารถออกดอกได้เพียง 3 ครั้ง แต่เห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสามารถออกดอกได้ถึง 5 ครั้ง ในระยะเวลา

30 วันเท่ากัน เนื่องจาก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการออกดอกของเห็ดนางฟ้าภูฐาน คือ อุณหภูมิและความชื้น อุณหภูมิเหมาะสมสำหรับเห็ดนางฟ้าภูฐานคือ 25°C และความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 80-85 °C ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอยู่ที่ 27 °C และมีความชื้นต่ำกว่า 60 %RH

เมื่อพิจารณาที่ขนาดดอกเฉลี่ยของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจะมีขนาดดอกเฉลี่ยอยู่ที่ 6 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่มีขนาดดอกเฉลี่ย 7 เซนติเมตร เนื่องจากเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีจำนวนดอกเฉลี่ยต่อก้อนมากกว่าของจำนวนดอกเฉลี่ยต่อก้อนที่ปลูกในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ทำให้เกิดการแย่งสารอาหารกันภายในก้อนเชื้อ ส่งผลให้ดอกเห็ดมีขนาดเล็กลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐานในโรงเรือนต้นแบบซึ่งมีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้น โดยได้ตั้งค่าช่วงอุณหภูมิที่ 24-27°C และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75-85%RH ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้าภูฐาน พบว่าระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งภายในโรงเรือนต้นแบบมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25°C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 83%RH ในส่วนของผลผลิตของเห็ดนางฟ้าภูฐานพบว่า เห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนแบบปิดซึ่งมีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักมากกว่าการปลูกโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระยะเวลาเท่ากัน 83.7% มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนมากกว่า และเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกภายในโรงเรือนแบบปิดซึ่งมีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีสีที่สวยกว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ปลูกโดยวิธีธรรมดา เนื่องจากก้อนเชื้อเห็ดที่ได้รับอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมทำให้สามารถออกดอกได้จำนวนครั้งมากกว่าก้อนเชื้อเห็ดที่ปลูกในสภาพแวดล้อมปกติที่ไม่ได้มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และพบว่าระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 24-27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ที่ช่วง 75-85 %RH ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ผศ. ชูชัย ต.ศิริวัฒนา. 2555. การทำความเย็นและการปรับอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 21.
กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)
2. PHI Learning Pvt. Ltd., 2010.Refrigeration and Air Conditioning. 2 nd en. Newyork:
Mc Graw-Hill
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์.[ออนไลน์]
www.sunthana.com/microcontroller สืบค้นวันที่ 24 มิถุนายน 2556
4. หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์. [ออนไลน์]
www.bp-smakom.org/BP_School/ComCenter/StuRobot/data/structure.html สืบค้นวันที่
24 มิถุนายน 2556
5. ไมโครคอนโทรลเลอร์โปรเจก [ออนไลน์]
<http://jumpstartinnovation.blogspot.com/2013/07/blog-post.html> สืบค้นวันที่ 11มีนาคม
2555
6. วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี.[ออนไลน์]
<http://th.wikipedia.org/wiki> สืบค้นวันที่ 11มีนาคม 2555
7. โรงเรือนศรีเมืองวิทยาคาร. [ออนไลน์]
http://www.simuang.ac.th/vichakhan/somchai/content_2.html สืบค้นวันที่ 11มีนาคม 2557
8. mushrooms2010[ออนไลน์]
<http://mushrooms2010.wordpress.com> สืบค้นวันที่ 11มีนาคม 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ฟาร์มเห็ดแสงดาว[ออนไลน์]

(<http://www.sangdow.com/?option=Step>)สืบค้นวันที่ 11 มีนาคม 2557

10. ฟาร์มเห็ดศุภโชค. [ออนไลน์]

(<http://farmhed.com/farm.php>)สืบค้นวันที่ 24 มิถุนายน 2556

11. โรงเรียนพัฒนานิคม.[ออนไลน์]

(http://www.ptnk.ac.th/Student%20work/Work_image/6_5/mukda/com.html)สืบค้นวันที่

24 มิถุนายน 2556

12 นายทศพร จันทรโสภาน,นางสาวอัจฉรา ดาวช่วย,นายอำนาจ ชาทอง. 2547. โรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็น. ปริญญาโทบริหารวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, ภาควิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

13 ว่าที่ร้อยตรีเดชา ไชยปัญญา,นายโยธิน คำไทย,นายสมยงค์ กันยาลักษณ์. 2551. การควบคุมโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์. ปริญญาโทบริหารวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, ภาควิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code คำสั่งโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

```

// include the library code:
#include <TimerOne.h>
#include "DHT.h"
#include <LiquidCrystal.h>

byte c_down[8] = {
  B00000,
  B01110,
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B01110,
  B00000,
};

byte c_up[8] = {
  B00000,
  B01110,
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B01110,
  B00000,
};

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
DHT dht1,dht2;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 int count = 1200;
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void setup() {

    Timer1.initialize(1000000);
    Timer1.attachInterrupt(time);
    // set up the LCD's number of columns and rows:
    dht1.setup(3); //DHT22
    dht2.setup(2); //DHT22

    lcd.createChar(1,c_down);
    lcd.createChar(2,c_up);

    pinMode(1, OUTPUT);
    pinMode(11, OUTPUT); // Temp
    pinMode(12, OUTPUT); // Humidity
    pinMode(13, OUTPUT); // Fresh air

    lcd.begin(16, 2);
    // Print a message to the LCD.
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Stat Temp %RH");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print( dht1.getStatusString());
    delay(2000);
}

void time(){
    count--;
    if (count >=1199 )
    {
        digitalWrite(12, LOW);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.write(" ");
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

delay(1000);

digitalWrite(13, HIGH);
delay(2000000);

digitalWrite(12, HIGH);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.write(1);
  delay(1000);

}
digitalWrite(13, LOW);
delay(1000);

if (count == 300 || count == 600 || count == 900 || count == 0 )
{

  digitalWrite(12, LOW);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.write(" ");
  delay(1000);

digitalWrite(1, HIGH);
delay(2000000);

digitalWrite(12, HIGH);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.write(1);
  delay(1000);

}
digitalWrite(1, LOW);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
digitalWrite(1, LOW);
```

```

delay(1000);

if(count == 0)
    count =1200;
}

void loop() {

    int x;

    x = analogRead (0);

    delay(dht1.getMinimumSamplingPeriod());

    float H1= dht1.getHumidity();
    float T1 = dht1.getTemperature();

    delay(dht2.getMinimumSamplingPeriod());

    float H2 = dht2.getHumidity();
    float T2 = dht2.getTemperature();

    float temperature =(dht1.getTemperature()+dht2.getTemperature())/2;
    float humidity =(dht1.getHumidity()+ dht2.getHumidity())/2;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" Temp");

    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("!");
    lcd.print(T1, 1);
    lcd.setCursor(11,0);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีผู้คัดลอกหรือดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.print("O");
lcd.print(T2, 1);

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" %RH");

lcd.setCursor(5,1);
lcd.print("I");

lcd.print(H1, 1);
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print("O");
lcd.print(H2, 1);

if (x < 100)
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Temperature");
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print(T1,1);
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print(T2,1);
  delay(5000);
  lcd.clear();
  lcd.print("Stat Temp %RH");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("");
}
else if (x < 600){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Humidity");
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print(H1,1);
  lcd.setCursor(8,1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.print(H2,1);
delay(5000);
lcd.clear();
lcd.print("Stat Temp %RH");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("");
}

```

```

if(T1>=27.0)
{
  digitalWrite(11, HIGH);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write(1); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
}
if(H1<=75.0)
{
  digitalWrite(12, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.write(2); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
}
if(T1<24.0)
{
  digitalWrite(11, LOW);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" ");
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตามทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(H1>=83.0)
{

```

```
digitalWrite(12, LOW);  
  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.write(" ");  
  
}  
  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้