การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

นายชัชวาลย์ อินทะเสย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2565

DEVELOPMENT OF A TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL SYSTEM FOR LOW-PILE OF STRAW MUSHROOM BY HOT WATER FROM FLAT PLATE OF SOLAR COLLECTOR

CHATCHAWAN INTHASE

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Mechatronic Engineering
Suranaree University of Technology
Academic Year 2022

การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย โดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รศ. ดร.บัณฑิต กฤตาคม)
ประธานกรรมการ

(อ. ดร.จิตติมา วระกุล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(รศ. ดร.จิระพล ศรีเสริฐผล)
กรรมการ

(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชัชวาลย์ อินทะเสย์ : การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ (DEVELOPMENT OF A TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL SYSTEM FOR LOW-PILE OF STRAW MUSHROOM BY HOT WATER FROM FLAT PLATE OF SOLAR COLLECTOR) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.จิตติมา วระกุล, 52 หน้า.

คำสำคัญ: เห็ดฟางกองเตี้ย/ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ/โซล่าเซลล์/ระบบควบคุมอัตโนมัติ

การศึกษาการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย โดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ ได้ทำการสร้างชุดเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย ขนาด 1.6 m^2 และใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ ขนาด 2.02 m^2 และใช้ระบบชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อน โดยใช้พลังงานจากโซล่าเซลล์ และได้ทำการเปรียบเทียบกับการเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยแบบดั้งเดิม ผลการทดลอง พบว่า วิธีการเพาะปลูกเห็ดฟางกองเตี้ย โดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ มีค่าอุณหภูมิดินสอดคล้องกับทฤษฎีการปลูกเห็ดฟางแบบกองเตี้ย คือ การปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยในขั้นตอนก่อนจะตัดใยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะทำให้เห็ดมีผลผลิตที่สูงนั้น คืออุณหภูมิ 35-40 °C ทั้งอุณหภูมิน้ำเข้า-ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบได้ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อนแบบอัตโนมัติในการควบคุม และการเพาะปลูกเห็ดฟางแบบกองเตี้ยแบบเดิมมีอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ที่ได้อ้างอิงไว้เนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการวัดเป็นช่วงฤดูหนาวทำให้อุณหภูมิดินมีอุณหภูมิต่ำไม่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของเห็ดฟางผลผลิตในการทดลองเพาะปลูกเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบมาช่วยเพิ่มอุณหภูมิในการเพาะปลูกเห็ดฟาง ทำให้เห็ดฟางมีการเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเพาะเชื้อเห็ดฟางให้เจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ในส่วนของกระโจมเพาะปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยแบบดั้งเดิมไม่มีผลผลิต เนื่องจากอุณหภูมิไม่เพียงพอทำให้เชื้อเห็ดไม่เดินเส้นใย ส่งผลให้กระโจมที่เพาะแบบธรรมดาไม่มีการเจริญเติบโตของเห็ดฟาง

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

CHATCHAWAN INTHASE : DEVELOPMENT OF A TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL SYSTEM FOR LOW-PILE OF STRAW MUSHROOM BY HOT WATER FROM FLAT PLATE OF SOLAR COLLECTOR. THESIS ADVISOR : JITTIMA VARAGUI, Ph.D., 52 PP.

Keywords: Short Pile Straw Mushrooms/Solar Collector/Solar Cell/Automatic Control Sytem

A study on the development of a temperature and humidity control system for the cultivation of low pile mushrooms. using hot water from a flat plate solar collector A 1.6 m^2 low pile mushroom cultivation unit was built and used hot water from a flat sheet solar collector of 2.02 m^2 and a hot water temperature control system was used. using energy from solar cells and compared with the traditional cultivation of short pile straw mushrooms. The results showed that the cultivation method of short pile straw mushroom using hot water from a flat plate solar collector The soil temperature was consistent with the theory of short pile mushroom cultivation, which is the short pile mushroom cultivation in the process before cutting the web. -Out of flat plate solar collector, use automatic hot water temperature control system to control. The temperature was lower than the reference threshold since the measurement period was winter, resulting in low soil temperature unsuitable for the growth of the experimental straw mushroom. Cultivation of straw mushrooms in a low pile by using hot water from a flat plate solar collector to increase the cultivation temperature of straw mushrooms for good growth. Because the temperature is suitable for inoculation of straw mushrooms to grow well. As for the traditional low-rise straw mushroom cultivation tents, there was no production due to insufficient temperature, causing the fungi to not walk through the mycelium. As a result, the conventional tents did not grow straw mushrooms.

School of Mechatronic Engineering
Academic Year 2022

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ได้แก่

ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.จิตติมา วระกุล ซึ่งเป็นที่ปรึกษาของวิทยานิพนธ์ จัดทำรวมทั้งสละเวลาให้คำแนะนำ และความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับแนวทางการทำวิจัย การปรับปรุงและนำเสนองาน ทำให้ผู้จัดทำได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและสามารถนำมาใช้วิเคราะห์วางแผน รวมทั้งแผนงานต่าง ๆ และสรุปข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมาก

ขอขอบคุณ ผู้บริหารและคณาจารย์วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนมที่ช่วยเหลือและอนุเคราะห์สถานที่ในการทำงานวิจัยพร้อมทั้งอนุมัติสนับสนุนให้ได้รับทุนการศึกษาจากมหาวิทยาลัยนครพนมเพื่อเป็นค่าบำรุงการศึกษาในครั้งนี้ อนึ่ง ผู้จัดทำหวังว่า วิทยานิพนธ์นี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดี ทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ จนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้จัดทำรับผิดและพร้อมนำไปปรับปรุงและยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป

ชัชวาลย์ อินทะเสย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้น 3
2.1.1 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ 3
2.1.2 เครื่องควบคุมความชื้น 5
2.2 พลังงานแสงอาทิตย์ 5
2.2.1 การผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ 5
2.2.2 ส่วนประกอบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ 6
2.2.3 หลักการทำงานของน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ 7
2.2.4 ประเภทระบบการทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 8
2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ 10
2.3.1 ประวัติความเป็นมาของ เซลล์แสงอาทิตย์ 10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ 11
2.4 การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ 11
2.4.1 ประเภทของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ 11
2.4.2 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ 12
2.5 การเลือกชนิดของปั๊มน้ำโซล่าเซลล์ 12
2.5.1 ปั๊มน้ำหอยโข่ง 12
2.5.2 ปั๊มน้ำเพลาลอย 13
2.5.3 ปั๊มน้ำเครื่องยนต์ 13
2.5.4 ปั๊มซับเมอร์ส 14
2.5.5 ปั๊มอัตโนมัติ 14
2.6 แบตเตอรี่ 15
2.7 การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย 15
2.7.1 การเพาะเห็ดฟาง 15
2.7.2 วัสดุในการเพาะเห็ดฟาง 16
2.8 การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยจากกากมันสำปะหลัง 18
2.8.1 วิธีการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยจากกากมันสำปะหลัง 18
2.8.2 การดูแลแปลงเพาะเห็ด 18
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
3 วิธีการดำเนินการวิจัย 25
3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลการเพราะเห็ดฟางกองเตี้ย 25
3.2 การวิเคราะห์หาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต 25
3.3 ลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 26
3.4 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ 27
3.5 การทดสอบสมรรถนะของตัวเก็บรังสีตามมาตรฐาน 28
3.6 การทดสอบสมรรถนะของตัวเก็บรังสีตามมาตรฐาน 28
3.7 การออกแบบกระโจม ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และระบบน้ำร้อน จากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบร่วมกับโซลล่าเซลล์ 26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.8 การทดลองเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย โดยใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และน้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ 30
3.9 การทำงานของระบบ 31
3.10 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการศึกษา 32
3.11 การเก็บข้อมูลจากการ 33
4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 34
4.1 ผลการศึกษา 34
4.2 ผลของอุณหภูมิเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์ 34
4.3 ผลของอุณหภูมิดินเปรียบเทียบกับค่าความชื้นของอากาศโดยรอบ 36
4.4 ค่าความชื้นพัทธ์ของอากาศภายในและภายนอกของกระโจม 37
4.5 ผลผลิตเห็ดฟางกองเตี้ยแบบปลูกโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบเปรียบเทียบกับแบบปลูกแบบดั้งเดิม 38
4.6 สมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ 38
4.7 การคำนวณระยะเวลาคืนทุน 44
4.8 ผลผลิตเห็ดที่ได้ต่อเดือน 44
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 45
5.1 สรุปผลงานวิจัย 45
5.2 ข้อดีงานวิจัย 45
5.3 ข้อเสนอแนะ 45
รายการอ้างอิง 47
ภาคผนวก ก. ภาพการทดลอง 49
ประวัติผู้เขียน 52

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 การคำนวณหาขนาดของแผงโซล่าเซลล์ อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ และแบตเตอรี่อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ 25

4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ (Flat Plate) 39

4.2 การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ 44

4.3 ผลผลิตเห็ดที่ได้ต่อเดือน 44

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบอนาล็อก Analog Temperature Controller 4
2.2 เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล Digital Temperature Controller 4
2.3 เครื่องควบคุมความชื้น 5
2.4 ตัวรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector) 6
2.5 ส่วนประกอบของเครื่องทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ 7
2.6 หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 7
2.7 ลักษณะระบบแอ็คทีฟแบบเปิด (Open-Loop Active Systems) 8
2.8 ลักษณะระบบแอ็คทีฟแบบปิด (Closed-Loop Active Systems) 9
2.9 ลักษณะระบบแพสสีฟ (Passive Systems) 10
2.10 แผงโซลล่าเซลล์ (Solar Cell) 11
2.11 ปั๊มน้ำหอยโข่ง 13
2.12 ปั๊มน้ำเพลาลอย 13
2.13 ปั๊มน้ำเครื่องยนต์ 14
2.14 ปั๊มซับเมอร์ส 14
2.15 ปั๊มอัตโนมัติ 15
2.16 แบตเตอรี่ 15
2.17 การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย 16
2.18 กากมันสำปะหลัง 17
2.19 อาหารเสริม 17
2.20 เชื้อเห็ด 17
2.21 การเตรียมแปลงเพาะเห็ดให้เหมือนกับการปลูกผัก 19
2.22 การเตรียมแปลงเสร็จแล้วทำการให้ธาตุอาหารและกากมันสำปะหลัง 19
2.23 การนำกากมันมาใส่ในแบบพิมพ์ให้แน่น 20
2.24 การเตรียมแปลงการหว่านปุ๋ยอินทรีย์ที่หมักไว้กับเชื้อเห็ดและการรดน้ำ 20
2.25 คลุมด้วยพลาสติก 2-3 วัน 20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.26 การใช้น้ำพ่นเป็นฝอยเพื่อทำการตัดใยเห็ด 21
2.27 การคลุมด้วยพลาสติก 21
3.1 ระบบทดสอบประสิทธิภาพตัวรับรังสีอาทิตย์ 27
3.2 แบบร่างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย โดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ 29
3.3 แบบร่างตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น 30
3.4 การทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟาง แบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ 31
3.5 เครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิรุ่นTM-1946SD 32
3.6 เครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิความชื้น รุ่น CEM DT- 171 32
3.7 เครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์ 33
4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์ในช่วงเวลาต่าง ๆ 35
4.2 กราฟแสดงอุณหภูมิดินเปรียบเทียบกับค่าความชื้นของอากาศโดยรอบ 37
4.3 ค่าความชื้นพัทธ์ของอากาศภายในและภายนอกของกระโจม 37
4.4 สมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ 39
4.5 การเริ่มเดินใยของเห็ดฟางกองเตี้ยที่เพาะโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ แบบแผ่นราบ 40
4.6 การเริ่มเดินใยของเห็ดฟางกองเตี้ยที่เพาะโดยไม่ใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ แบบแผ่นราบ 41
4.7 ผลผลิตของเห็ดฟางกองเตี้ยที่เพาะโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ 42
4.8 กระโจมเพาะเห็ดที่ทำการทดลอง 42
4.9 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ 43
4.10 ภาพรวมของระบบที่ทำการทดลอง 43

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

°C	=	อุณหภูมิ
w/m^2	=	ค่ารังสีอาทิตย์
pH	=	ความเป็นกรดด่าง
Temperature Controller	=	เครื่องควบคุมอุณหภูมิ
Humidity Controller	=	เครื่องควบคุมความชื้น
Solar Collector	=	ตัวรับแสงอาทิตย์
Thermo syphon	=	เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
Solar Cell	=	เซลล์แสงอาทิตย์
Current	=	ความเข้มของแสงกระแสไฟ
V	=	แรงดันไฟฟ้า
DC	=	ไฟฟ้ากระแสตรง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สถานการณ์ปัจจุบันด้านการตลาดของเห็ดฟางเพื่อจำหน่ายภายในประเทศสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากคนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภคเห็ดฟาง เพราะว่าเห็ดฟางเป็นแหล่งอาหารที่มีโปรตีนสูงถึง 37.5-45.0 เปอร์เซ็นต์ และมีคุณค่าทางอาหารอยู่ในระดับเกณฑ์ที่สูง ราคาถูกรสชาติดี ปลอดภัยจากสารเคมีต่าง ๆ วิธีการเพาะทำได้ไม่ยาก และราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ สำหรับราคาเห็ดฟางโดยเฉลี่ย 70-80 บาทต่อกิโลกรัม แต่ในช่วงเทศกาลกินเจและในฤดูหนาวราคาเห็ดฟางจะพุ่งสูงขึ้นถึงกิโลกรัมละ 150 บาท [1] ดังนั้น การเพาะเห็ดฟางจึงเหมาะสมสำหรับเป็นอาชีพเสริมให้แก่เกษตรกรที่มีเวลาว่างหลังฤดูทำนา ซึ่งเป็นการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัสดุท้องถิ่นที่มีอยู่ตามธรรมชาติให้เกิดประโยชน์

การเพาะเห็ดฟางในปัจจุบันนี้ มีวิธีการเพาะอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับสภาพท้องถิ่น วัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งวัตถุประสงค์ของผู้เพาะเห็ดเอง วิธีการเพาะเห็ดในปัจจุบันนี้ ได้แก่ การเพาะเห็ดฟางแบบกองสูง การเพาะฟางแบบกองเตี้ย การเพาะเห็ดฟางในถุง และการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม [2] การเพาะเห็ดฟางแบบกองสูงนั้น ไม่เป็นที่นิยมทำกันเพราะใช้เวลาการเพาะนาน อีกทั้งต้องเสียเวลาในการดูแลรักษานานอีกด้วย และการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมเป็นวิธีการที่มีต้นทุนการผลิตสูงมาก สำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวกกว่าวิธีอื่น ๆ และต้นทุนการผลิตต่ำ เหมาะสำหรับเกษตรกรแต่ในขณะเดียวกันการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยก็มีปัจจัยเรื่องของผลผลิตด้วยเช่นกัน เนื่องอุณหภูมิและความชื้นในกระโจมเพาะเห็ดฟางไม่คงที่และควบคุมไม่ได้โดยที่ในดินจะมีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของเห็ดฟาง [3] ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดฟางขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเริ่มเพาะ 2 ช่วง ระยะการเจริญเติบของเส้นใย มีอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 32-38 องศาเซลเซียส และความชื้นอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเกิดดอกเห็ด มีอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างที่เหมาะสม คือ pH 6.5-7 ความเข้มแสง 50 ลักซ์ ถ้ามากเกินไปดอกจะมีสีดำถ้าน้อยเกินไปดอกเห็ดจะขาว [4] ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเพิ่มผลผลิตให้แก่เห็ดฟางกองเตี้ย ในการวิจัยจะทำการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบของเห็ดฟาง คือ อุณหภูมิและความชื้นในกระโจมเพาะเห็ดฟางให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต โดยจะใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบในการเพิ่มอุณหภูมิ [5-12] ในกระโจมเพาะเห็ด

ฟางในช่วงเวลาที่อุณหภูมิในกระโจมต่ำและช่วงเวลาตอนกลางคืน ในเวลากลางวันซึ่งสามารถนำแสงแดดมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิความชื้นให้เหมาะสม ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้แก่เกษตรกร

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นกระโจม

1.2.2 เพื่อสร้างต้นแบบกระโจมที่ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 สามารถควบคุมอุณหภูมิในช่วงแรก อุณหภูมิ 32-38 องศา ช่วงที่สองอุณหภูมิ 28-32 องศา

1.3.2 ความชื้นตั้งแต่ 80-100%RH

1.3.3 ระบบรดน้ำอัตโนมัติ

1.3.4 ขนาดของกระโจมเพาะเห็ดฟางต้นแบบ กว้าง 80 x ยาว 200 x สูง 50 เซนติเมตร

1.3.5 การทดสอบในพื้นที่ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม

1.3.6 ระบบสามารถทำงานอัตโนมัติสั่งแบบแมนนวล

1.3.7 ใช้solar collector ร่วมกับ solar cell

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 กระโจมต้นแบบสำหรับการเพาะเห็ดฟางที่สามารถปรับสภาพบรรยากาศให้เหมาะได้

1.4.2 สามารถเพิ่มผลผลิตเห็ดฟางให้แก่เกษตรกรในชุมชน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเรื่องของการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ โดยการออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นกระโจม และสร้างต้นแบบกระโจมที่ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ในบทนี้เป็นการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยพยายามเรียบเรียงและจัดประเภทงานวิจัยตามหัวข้อของประเภทงานวิจัย แบ่งออกเป็น 8 หัวข้อ ดังนี้

2.1 ทฤษฎีการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้น

2.2 พลังงานแสงอาทิตย์

2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

2.4 การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

2.5 การเลือกชนิดของปั๊มน้ำโซล่าเซลล์

2.6 การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย

2.7 การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยจากกากมันสำปะหลัง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้น

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้การออกแบบตัวควบคุมอุณหภูมิกับความชื้น ได้พิจารณาถึงความยากง่ายในการออกแบบ และการนำไปใช้งานได้อย่างหลากหลาย ซึ่งได้ศึกษาระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นดังนี้

2.1.1 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)

ในการใช้งานเครื่องควบคุมอุณหภูมินั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ Analog Controller และ Digital Controller ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ดังนี้

2.1.1.1 Analog Controller เป็นเครื่องควบคุมอุณหภูมิซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิ แต่ไม่ได้ใช้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ออฟแอมป์ในการควบคุม หรืออาจจะไม่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เลย แต่ใช้โลหะ 2 ชนิด ในการทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ เช่น Bimetal โดยตัวควบคุมประเภทนี้ปัจจุบันมีใช้น้อยลงในอุตสาหกรรม สำหรับงานที่

ต้องการความถูกต้องแม่นยำในการวัด เนื่องจากใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล Digital Controller ซึ่งมีความแม่นยำมาก

รูปที่ 2.1 เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบอนาล็อก Analog Temperature Controller

2.1.1.2 Digital Temperature Controller เป็นเครื่องควบคุมอุณหภูมิอีกประเภทหนึ่งที่มีการใช้งานกันมากในปัจจุบัน ทำหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ทั้ง เย็น และ ร้อน พร้อมกัน มีความเที่ยงตรงสูง สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย และสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ในระบบควบคุมแบบใหม่ได้ เช่น การควบคุมจากระยะไกล ระบบการควบคุมแบบนี้จะมีความซับซ้อนมากกว่าแบบ Analog Controller เนื่องจาก จำเป็นต้องมีการตั้งค่าตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งมี อุปกรณ์ต่อพ่วงทั้งทางด้านอินพุต และ เอาท์พุต

รูปที่ 2.2 เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล Digital Temperature Controller

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.1.2 เครื่องควบคุมความชื้น (HUMIDITY CONTROLLER)

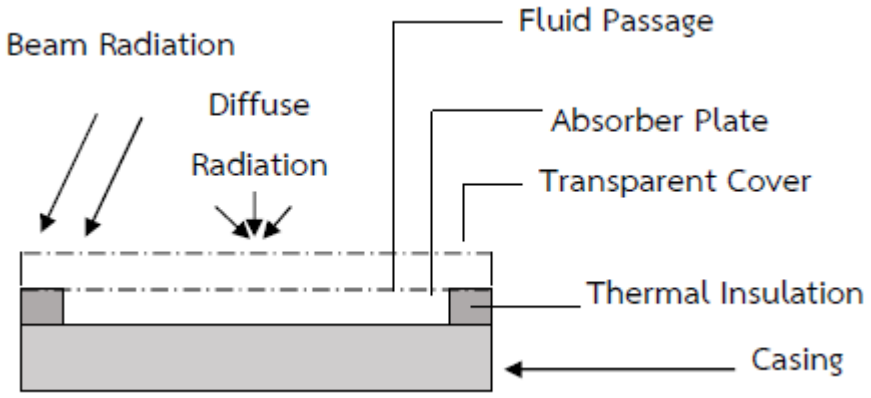
เครื่องควบคุมความชื้น (Humidity Controller) เป็นเครื่องวัดและควบคุมความชื้นทั่วไป ใช้กับงานวัดและควบคุมความชื้นในงานอุตสาหกรรมทุกประเภท เช่น การประยุกต์การใช้งานห้องอบไล่ความชื้น ฟาร์มการเกษตรต่าง ๆ เช่น ฟาร์มเพาะเห็ด, ฟาร์มลี้ยงสัตว์, อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร, ห้องทดสอบและควบคุมความชื้น, เครื่องควบคุมความชื้นบ้านนกนางแอ่น, เครื่องควบคุมความชื้นบ้านรังนก ฯลฯ เป็นต้น

รูปที่ 2.3 เครื่องควบคุมความชื้น

2.2 พลังงานแสงอาทิตย์

2.2.1 การผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์

สำหรับการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้น เป็นการนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้กันมาอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะประเทศเมืองหนาวที่มีความต้องการใช้น้ำร้อนในปริมาณที่สูง ในประเทศไทยนั้น เป็นการใช้พลังงานในรูปความร้อน โดยการใช้ตัวรับรังสีอาทิตย์ (Solar Collector) เป็นตัวเก็บพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทความร้อนให้แก่น้ำ ส่งผลให้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นอยู่ในช่วงประมาณ 40 – 70 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับการอาบน้ำ และการซักล้าง เป็นการทำน้ำร้อนเพื่อรองรับการใช้งานในบ้านพักอาศัย โรงแรม โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ยังใช้ไฟฟ้า แก๊ส เป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากความสะดวกสบายในการใช้งาน และมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก



รูปที่ 2.4 ตัวรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector)

2.2.2 ส่วนประกอบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

2.2.2.1 แผงรับแสงอาทิตย์ ทำหน้าที่สำหรับรับและถ่ายเทความร้อนที่ได้จากดวงอาทิตย์ให้กับน้ำ มีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้

1) กระจกปิดด้านบน ใช้กระจกนิรภัย (Tempered Glass) ตามมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หนา 4.0 มิลลิเมตร สามารถทนต่อแรงกระแทกได้เป็นอย่างดี

2) แผ่นดูดรังสี ผลิตจากแผ่นอลูมิเนียมรีดขึ้นรูป เคลือบด้วยสารเลือกรังสี (Selective Surface) ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดรังสี (Absorptance) สูงกว่าร้อยละ 93.87 และมีค่าการแผ่รังสี (Emittance) ต่ำกว่าร้อยละ 12.29 จึงทำให้แผ่นดูดรังสีมีประสิทธิภาพสูงกว่าแผ่นดูดรังสีทั่วไป ป้องกันการสูญเสียความร้อนด้วยฉนวนใยแก้ว

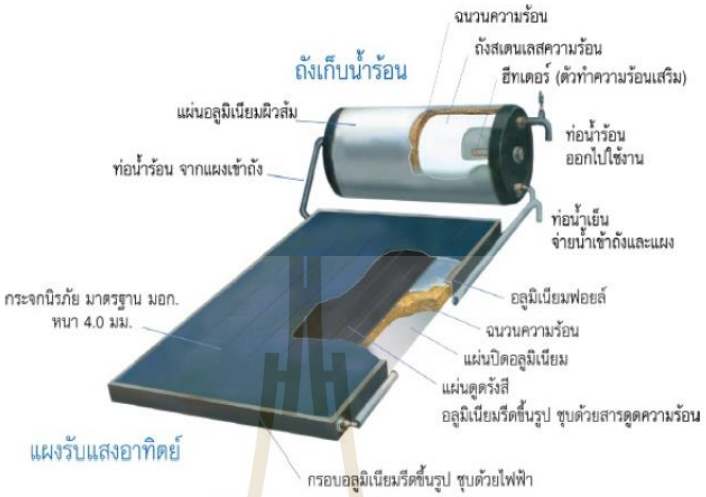
3) ท่อน้ำภายในแผง จะใช้ท่อทองแดงรีดอัดติดกับแผ่นดูดรังสีเชื่อมต่อกับท่อร่วม ซึ่งทำการเจาะรูแบบขึ้นขอบเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ในการเชื่อมเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนให้ดีขึ้น

4) ฉนวนความร้อน จะใช้ไมโครไฟเบอร์ ชนิดทนอุณหภูมิได้สูง ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่า 120 องศาเซลเซียส และลดการสูญเสียความร้อนได้เป็นอย่างดี

5) กรอบแผงรับแสงอาทิตย์ ทำจากอลูมิเนียมรีดขึ้นรูป สีชาทอง มีความคงทน และสวยงาม

2.2.2.2 ถังเก็บน้ำร้อน ทำด้วยสแตนเลสไม่เป็นสนิม สามารถทนความดันได้สูงกว่า 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ภายในถัง ออกแบบให้สามารถเก็บและจ่ายน้ำร้อน โดยไม่ปนกับน้ำ

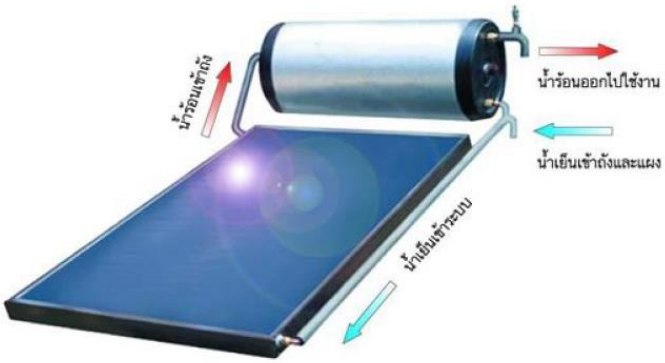
เย็นที่ไหลเข้าไป สามารถเก็บน้ำร้อนไว้ได้นาน เพราะหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว ภายนอกถัง หุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม เพิ่มความคงทน และแข็งแรง



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของเครื่องทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

2.2.3 หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์นั้น เป็นการใช้หลักการทางธรรมชาติที่เรียกว่า “Thermo syphon” กล่าวคือ น้ำร้อนจะลอยขึ้นในขณะที่น้ำเย็นจะไหลลงข้างล่างจากภาพ น้ำเย็นในส่วนล่างของถังเก็บน้ำจะไหลลงสู่ส่วนล่างของแผง น้ำเย็นเหล่านี้จะได้รับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับแผง เมื่อน้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงก็จะลอยตัวขึ้นไปตามท่อทองแดงที่อยู่ในแผง ไหลกลับเข้าไปสู่ถังเก็บน้ำและลอยตัวขึ้นไปสู่ส่วนบนของถังเก็บน้ำร้อน เป็นน้ำร้อนที่พร้อมจะนำไปใช้ได้

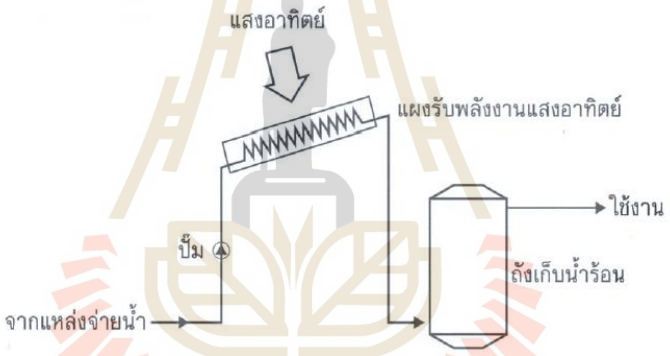


รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.2.4 ประเภทของระบบการทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.2.4.1 ระบบแอ็คทีฟ (Active Systems) มีการใช้ปั๊มน้ำและวาล์วในการควบคุม เพื่อให้น้ำหรือของเหลวถ่ายเทความร้อนหมุนเวียนในระบบโดยผ่านตัวกักเก็บความร้อน ซึ่งมีราคาสูงกว่าระบบแพสสีฟ ระบบแอ็คทีฟจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบแพสสีฟ ในการติดตั้งระบบแอ็คทีฟจะติดตั้งได้ง่ายกว่า เพราะว่าถังกักเก็บน้ำร้อนในระบบแพสสีฟ จะต้องติดตั้งให้อยู่สูงกว่าตัวกักเก็บความร้อน และจะต้องอยู่ใกล้กัน ระบบแอ็คทีฟ ต้องใช้ไฟฟ้าทำส่งผลให้ต้องจ่ายค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงกว่าระบบแพสสีฟ

1) ระบบแอ็คทีฟแบบเปิด (Open-Loop Active Systems) จะมีการใช้ปั๊มหมุนเวียนน้ำที่ต้องการนำไปใช้ให้ผ่านตัวกักเก็บความร้อน ในการออกแบบนี้ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูง และมีค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ไม่เหมาะกับน้ำกระด้าง เช่น น้ำบาดาล ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดตะกรัน สนิม ส่งผลให้เครื่องทำน้ำร้อนมีอายุการใช้งานสั้นลง



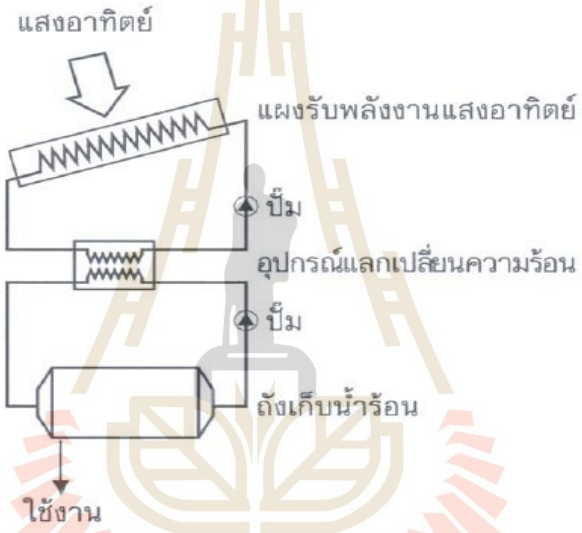
รูปที่ 2.7 ลักษณะระบบแอ็คทีฟแบบเปิด (Open-Loop Active Systems)

2) ระบบแอ็คทีฟแบบปิด (Closed-Loop Active Systems) มีการใช้ปั๊มในการหมุนเวียนของเหลวที่ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนให้ผ่านตัวกักเก็บความร้อน ปกติจะใช้ของผสมระหว่างไกลคอลกับน้ำ ซึ่งมีจุดเยือกแข็งต่ำ ซึ่งใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ในการถ่ายเทความร้อนจากของเหลวที่ใช้ถ่ายเทความร้อนกับน้ำที่ต้องการไปใช้ประโยชน์ นำไปเก็บไว้ในถังกักเก็บน้ำร้อนแล้ว

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบผนัง 2 ชั้น (Double-Walled Heat Exchangers) เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนในน้ำที่ใช้ เครื่องประเภทนี้ จะใช้ในกรณีที่ของเหลวที่ใช้ไม่ใช่น้ำ

ระบบไกลคอลแบบปิด (Closed-Loop Glycol Systems) นิยมใช้ในเมืองหนาว เนื่องจากป้องกันกรณีน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง แต่เป็นระบบที่มีราคาสูง

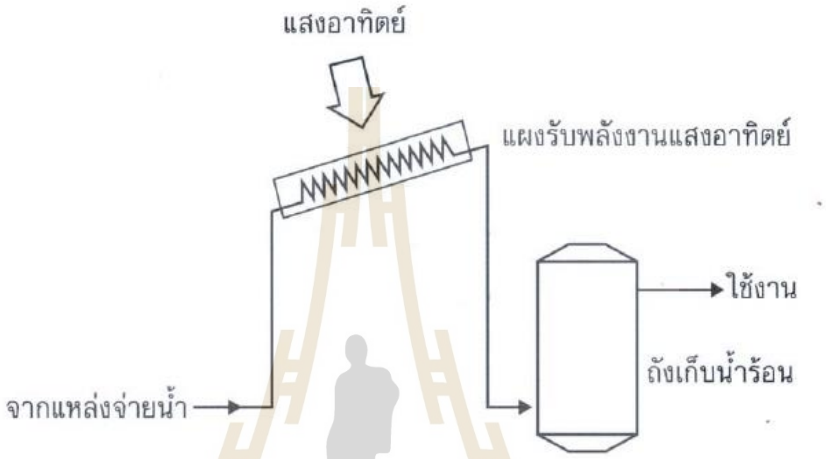
ระบบไหลกลับ (Drain back Systems) ก็เป็นระบบหนึ่งในระบบแอ็คทีฟแบบปิด ใช้น้ำในการถ่ายเทความร้อน โดยจะใช้ปั๊มในการทำให้น้ำหมุนเวียนผ่านตัวกักเก็บความร้อน หลังจากผ่านตัวกักเก็บความร้อนบนหลังคาแล้ว น้ำจะไหลกลับเข้าสู่ถังกักเก็บ (Storage Tank) หรือตัวแลกเปลี่ยนความร้อน โดยแรงดึงดูดของโลก ซึ่งจะไม่มีวาล์วปิดกั้น ดังนั้น เมื่อปั๊มหยุดทำงานจะทำให้น้ำไหลออกจากตัวกักเก็บความร้อนหมด เป็นประโยชน์ในประเทศเมืองหนาว เพราะไม่มีน้ำตกค้างอยู่ในท่อ



รูปที่ 2.8 ลักษณะระบบแอ็คทีฟแบบปิด (Closed-Loop Active Systems)

ปั๊มในระบบแอ็คทีฟ เนื่องจากในระบบแอ็คทีฟ ต้องใช้ปั๊มเพียงเพื่อต้องการหมุนเวียนของเหลวผ่านตัวกักเก็บความร้อน ซึ่งเป็นระบบที่ต้องการกำลังงานไม่มาก บริษัทที่จำหน่ายเครื่องทำน้ำร้อนบางบริษัทจึงได้นำปั๊มไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะเกิดผลดีคือ จะไม่มีค่าใช้จ่ายในระหว่างอายุการใช้งาน และเนื่องจากเมื่อมีแสงอาทิตย์ ปั๊มจึงจะทำงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับระบบทำน้ำร้อน คือ เมื่อมีแสงแดด จึงจะสามารถทำน้ำร้อนได้ จึงไม่ต้องกังวลเรื่องปัญหาในกรณีไฟฟ้าดับแล้วจะทำให้ระบบทำน้ำร้อนใช้งานไม่ได้ เพราะหากยังมีแสงอาทิตย์ ปั๊มก็จะทำงานได้และเครื่องทำน้ำร้อนก็ยังทำงานได้เช่นกัน

ระบบแพสสีฟ (Passive Systems) ระบบนี้ จะไม่ใช้ปั๊มในการทำให้ของเหลวที่ใช้ระบบเคลื่อนที่ ซึ่งผลดีคือ ไม่มีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อาจเสียได้ ทำให้อายุการใช้งานนานและมีการบำรุงรักษาง่ายกว่าระบบแอคทีฟนอกจากนั้น ระบบ แพสสีฟ ยังมีราคาถูกกว่าระบบ แอ็คทีฟ แต่มีข้อเสียตรงที่มีประสิทธิภาพ น้อยกว่าระบบแอ็คทีฟ นั่นเอง สำหรับเครื่องทำน้ำร้อนในระบบนี้ มี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบถาดและแบบท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน



รูปที่ 2.9 ลักษณะระบบแพสสีฟ (Passive Systems)

2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

2.3.1 ประวัติความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์

ในปี ค.ศ. 1954 (พ.ศ. 2497) เซลล์แสงอาทิตย์ถูกสร้างขึ้นมาครั้งแรก โดย แชปปิน (Chapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และเพียสัน (Pearson) แห่งเบลล์เทลเลโฟน (Bell Telephon) โดยได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-N) แบบใหม่ โดยวิธีการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิกอน ทำให้ได้เซลล์แสงอาทิตย์อันแรกของโลก มีประสิทธิภาพเพียง 6 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ปัจจุบันนี้ถูกพัฒนาขึ้นจนมีประสิทธิภาพมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ในระยะแรกเซลล์จะใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศ ดาวเทียม หรือยานอวกาศที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรในอวกาศ ซึ่งใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังไฟฟ้า หลังจากนั้น จึงได้มีการนำเอาแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้บนพื้นโลก

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นนวัตกรรมทางอิเลคทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน มาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และเมื่อแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โฟตอน (Proton) จะทำการถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน

(Electron) ในสารกึ่งตัวนำ จนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (Atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้น จึงทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น

รูปที่ 2.10 แผงโซลล่าเซลล์ (Solar Cell)

2.3.2 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.3.2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำสารประเภทซิลิคอน มักจะแบ่งตามลักษณะของรูปทรงผลึก คือแบบที่เป็นรูปผลึก (Crystal) และแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) แบบที่เป็นรูปผลึก แบ่งเป็น 2 ชนิด คือชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน และชนิดผลึกรวมซิลิคอน ส่วนแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก คือชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน

2.3.2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน แต่เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ซึ่งมีราคาสูงมาก ไม่นิยมนำมาใช้บนพื้นโลก จึงมีการพัฒนาให้ราคาถูกลง เพื่อที่จะนำมาใช้บนพื้นโลกได้

2.4 การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

2.4.1 ประเภทของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งโดย แบ่งออกเป็น 3 ระบบ

2.4.1.1 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ เป็นระบบที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่กระแสไฟฟ้าเข้าไม่ถึง อุปกรณ์ในระบบประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

2.4.1.2 การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยการต่อกับระบบจำหน่ายเป็นระบบ เป็นการผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตผ่านอุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ส่งไปยังระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ที่มีความจำเป็นในระบบประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์แปลงระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบเชื่อมต่อกับระบบจหน่าย

2.4.1.3 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์

2.4.2 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการนำไปคำนวณระบบ หรือคำนวณจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่

2.4.2.1 ความเข้มของแสงกระแสไฟ (Current) โดยที่จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้ม ของแสงที่มีซึ่งหมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้ม ของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวัตต์ ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 1,000 วัตต์ ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 มิลลิวัตต์ ตารางเมตรต่อชั่วโมง หรือ 750 วัตต์ ต่อ ตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

2.4.2.2 อุณหภูมิกระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปโดยขณะที่ แรงดันไฟฟ้า จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5 เปอร์เซ็นต์ และมาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 เซลเซียส

2.5 การเลือกชนิดของปั๊มน้ำโซล่าเซลล์

ในการเลือกชนิดของปั๊มน้ำโซล่าเซลล์ ตามทฤษฎีมรหลักการเลือกดังนี้

2.5.1 ปั๊มหอยโข่ง ปั๊มน้ำชนิดนี้มาจากรูปร่างลักษณะของตัวปั๊มที่เหมือนกับหอยโข่ง เป็นปั๊มชนิดที่คนนิยมใช้กันมาก ข้อดีก็คือใช้งานคล่องตัว และดูแลรักษาได้ง่าย

รูปที่ 2.11 ปั๊มน้ำหอยโข่ง

2.5.2 ปั๊มเพลาลอยดังแสดงในรูปที่ 2.12 สามารถใช้กับน้ำสะอาดเท่านั้น จะมีเพลาเป็นส่วนประกอบโดยเพลาจะลอยอยู่เหนือของเหลวหรือน้ำ ซึ่งปั๊มชนิดนี้มีการออกแบบมาใหม่ทำให้ไม่ต้องล่อน้ำ ตัวเรือนปั๊มทำจากเหล็กหล่อ ใบพัดทำจากบรอนซ์ ใช้ซีลกันรั่วชนิดแม็คคานิคอลซีล น้ำจะไม่รั่วออกจากระบบ เหมาะกับงานที่ทำระบบความเย็น งานดับเพลิง ระบบสปริงเกอร์ งานประปาหมู่บ้าน

รูปที่ 2.12 ปั๊มน้ำเพลาลอย

2.5.3 ปั๊มน้ำเครื่องยนต์ปั๊มน้ำที่ใช้เครื่องยนต์จะมีกลไกที่ซับซ้อน เหมาะกับการใช้งานต่อเนื่องและสามารถรองรับงานสูบน้ำที่ใช้เวลานานได้ ส่วนมากมักใช้สูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

รูปที่ 2.13 ปั๊มน้ำเครื่องยนต์

2.5.4 ปั๊มซับเมอร์สใช้งานสำหรับการดูดน้ำลึก เช่น การดูดน้ำในบ่อบาดาล การใช้งานเป็นการใช้งานเฉพาะ ไม่ควรนำปั๊มน้ำชนิดอื่นมาใช้แทน เนื่องจากจะทำให้เกิดความเสียหาย ปั๊มมีระบบการทำงานเป็นสองส่วนก็คือ ปั๊มน้ำ มอเตอร์ และกล่องควบคุมการทำงานของปั๊ม การเลือกใช้ปั๊มให้เหมาะสมต้องพิจารณาจากชนิดของบ่อบาดาล ความคงที่ของน้ำขณะน้ำขึ้น และน้ำลด แรงเคลื่อนไฟฟ้า

รูปที่ 2.14 ปั๊มซับเมอร์ส

2.5.5 ปั๊มอัตโนมัติ เป็นปั๊มน้ำที่ใช้กันโดยทั่วไป แต่ไม่ได้มีอุปกรณ์ควบคุมแรงดัน ซึ่งเมื่อถูกใช้งานในปริมาณมาก จะทำให้แรงดันน้ำเปลี่ยนไป คือ แรงดันน้ำถูกแย่งการใช้งานกันจึงอ่อนลง มีปั๊มน้ำอีกชนิดหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหานี้ เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการแรงดันน้ำมาก และต่อเนื่องก็คือปั๊มน้ำแรงดันคงที่จะมีตัวควบคุมแรงดันน้ำ เพื่อให้แรงดันของน้ำไม่ตกลง จึงทำงานในประสิทธิภาพเท่าเดิมคงที่และต่อเนื่อง

รูปที่ 2.15 ปั๊มอัตโนมัติ

2.6 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ ผลิตกระแสไฟฟ้าตรงด้วยปฏิกิริยาทางเคมี เป็นทั้งตัวรับประจุจากระบบไฟชาร์จและเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าแก่วงจร แบตเตอรี่ ทำหน้าที่ 2 ประการหลัก คือ

2.6.1 เป็นแหล่งสำรองพลังงาน

2.6.2 จ่ายกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ต่าง ๆ

รูปที่ 2.16 แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลท์

2.7 การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย

2.7.1 การเพาะเห็ดฟาง

เห็ดฟาง เป็นเห็ดที่เพาะง่าย ใช้เวลาสั้น ก็สามารถเก็บดอกเห็ดที่เพาะได้ เป็นเห็ดที่มีผู้นิยมบริโภคมาก มีต้องการของตลาดสูง ส่งผลให้มีราคาดีตลอดปี จึงมีผู้นิยมเพาะเห็ดฟางกันมาก การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย มีการพัฒนามาจากการเพาะแบบกองสูง ซึ่งเป็นการประหยัดวัสดุเพาะและ

ง่ายต่อการดูแล สามารถให้อาหารเสริม และให้ผลผลิตที่แน่นอนรูปแบบการเพาะเห็ดฟางได้มีการปรับเปลี่ยนไปมากในปัจจุบัน ทั้งยังมีเทคนิค การดูแลและการจัดการที่เปลี่ยนไปตามแนวความคิดของเกษตรกรเอง หรือ อาจกล่าวได้ว่า การเพาะเห็ดฟางในปัจจุบันนั้นมีการคิดนอกกรอบและลดการยึดติดจากตำรากันมาก ไม่ว่าจะเป็นการเพาะแบบโรงเรือน การเพาะแบบกองเตี้ยด้วยวัสดุที่มีในท้องถิ่น การเพาะเห็ดฟางในโอ่ง การเพาะเห็ดฟางในตะกร้า เป็นต้น ซึ่งหนึ่งในหลายวิธีเหล่านั้นก็มีการเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยจากเปลือกมันสำปะหลัง ซึ่งเหมาะสำหรับพื้นที่ที่อยู่ใกล้โรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง ที่สามารถหาวัตถุดิบได้ง่าย และวิธีการเพาะ การจัดการ การดูแลก็ไม่ยากเท่าที่ควร จึงเป็นวิธีการเพาะอีกแบบหนึ่งที่กำลังได้รับการนิยมอยู่ในขณะนี้

รูปที่ 2.17 การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย

2.7.2 วัสดุ-อุปกรณ์ในการเพาะเห็ดฟาง

1. กากมัน 5 กิโลกรัม
2. เชื้อเห็ดฟาง 1 ลัง
3. แป้งข้าวเหนียว 1 กิโลกรัม
4. ปูนขาว 1.5 กิโลกรัม
5. อาหารเสริม 1 ถุง
6. ปุ๋ยคอก 20 กิโลกรัม
7. ปุ๋ยสูตร 15-15-15 1 กิโลกรัม
8. ปุ๋ยยูเรีย 1 กิโลกรัม
9. ฮอร์โมน 1 ฝา
10. ผ้ายางคลุมเห็ด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

11 .แบบพิมพ์ (แผ่นไม้ให้มีรูปร่างเป็นทรงสีเหลี่ยม เพื่อใช้สำหรับอัดกากมันเพื่อใช้ในการเพาะเห็ดต่อไป)

12. น้ำเปล่า

13. โครงไม้ไผ่

รูปที่ 2.18 กากมันสำปะหลัง

รูปที่ 2.19 อาหารเสริม

รูปที่ 2.20 เชื้อเห็ด

2.7.3 ปัญหาการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย

ในการเพาะเห็ดจะประสบปัญหามากมายหลายชนิด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาสาเหตุและวิธีการแก้ไขให้ถูกต้อง หากเป็นประสบการณ์ของตนเอง จะเป็นผลดีอย่างยิ่ง แต่ก็จะสามารถจำแนกปัญหาต่างๆ ได้ ดังนี้

2.7.3.1 พื้นที่ที่ทำการเพาะเห็ดไม่ควรเป็นพื้นที่ที่มีสารเคมี ยาฆ่าแมลง ย่าฆ่าเชื้อรา เพราะจะมีผลต่อการเจริญของเห็ด

2.7.3.2 เชื้อเห็ด จะมีปัญหามากต่อผู้ประกอบการเพาะเห็ด โดยสาเหตุ คือ เชื้อเห็ดที่ใช้ไม่บริสุทธิ์ สายพันธุ์ไม่ดี หรือมีการต่อเชื้อกันหลายครั้งจนเชื้ออ่อนแอ

2.7.3.3 ฤดูกาล ดินฟ้าอากาศ มีผลต่อการเจริญของเห็ดได้อย่างมากโดยเฉพาะในฤดูหนาว เห็ดฟางจะไม่เจริญถ้าไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ ถ้าในฤดูฝนจะทำให้แปลงเพาะเปียกชื้น ดอกเห็ดจะเน่าควรคลุมแปลงเพาะให้มิดชิด ในฤดูร้อนอุณหภูมิในแปลงจะสูงมาก โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงและต่ำที่แตกต่างกันมากในเวลากลางวันและกลางคืน จะมีผลต่อการเกิดดอกเห็ด (ไม่ควรต่างกันเกิน 10 องศาเซลเซียส) แก้ไขโดยให้มีการระบายอากาศและควบคุมความชื้นให้เหมาะสม

2.7.3.4 การเพาะเห็ดฟางซ้ำในที่เดิมหลายครั้ง จะมีการสะสมศัตรูและโรคเห็ดทำให้ผลผลิตลดลง หรือไม่ได้เลย ถ้าจำเป็นต้องเพาะซ้ำที่เดิม ควรใช้ไฟเผาพื้นที่แล้วโรยด้วยปูนขาวเพื่อปรับสภาพพื้นที่ใหม่ หรือใช้ผ้าพลาสติกรองพื้นแปลงเพาะเห็ด

2.7.3.5 ศัตรูเห็ด เช่น มด ปลวก ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้พื้นที่อาศัยของมด ปลวก ทำการเพาะเห็ด

2.7.3.5 ศัตรูจาก หนู กิ้งกือ จิ้งเหลน ที่ชอบเข้ามาอาศัยในแปลงเห็ด แล้วกัดกินดอกเห็ดหรือคุ้ยเขี่ย ทำให้เกิดความเสียหาย ควรวางกับดัก และทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยรอบบริเวณเพาะเห็ด

2.8 การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยจากกากมันสำปะหลัง

2.8.1 วิธีการเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยจากกากมันสำปะหลัง

2.8.1.1 เริ่มแรกด้วยการเตรียมแปลงเพาะเห็ดให้เหมือนกับการทำแปลงปลูกผัก

2.8.1.2 นำกากมันมาเหยียบใส่ในแบบพิมพ์ให้แน่น ในปริมาณกากมัน 1 ถัง ต่อแบบพิมพ์ 1 อัน (เหยียบกากมัน 4 บล็อก / แปลงเพาะ 1 แปลง)

2.8.1.3 เมื่อทำการเตรียมแปลงเสร็จแล้วทำการหว่านธาตุอาหารซึ่งประกอบด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และแป้งข้าวเหนียว โดยก่อนที่จะหว่านให้ทำการคลุกเคล้าธาตุอาหารทั้งหมดให้เข้ากันให้ดีเสีย ก่อน จากนั้นทำการหว่านปูนขาวเพื่อเป็นการปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน จากนั้นทำการรดน้ำให้ชุ่ม

2.8.1.4 จากนั้นทำการปักไม้ไผ่ให้เป็นรูปฝาชีหรือว่าทำการปักไขว้กันไปมาเป็นรูปกากบาทและใช้ผ้ายางที่เตรียมไว้คลุมที่บริเวณด้านบนของโครงไม้ไผ่ โดยคลุมทิ้งไว้ 2 วัน

2.8.1.5 เมื่อครบ 2 วันแล้ว ทำการเปิดผ้ายางออกและทำการโรยเชื้อเห็ด โดยใช้เชื้อเห็ด 1 ถุง ต่อแปลงเพาะเห็ด 1 แปลงเล็ก ก่อนที่จะโรยเชื้อเห็ดจะต้องทำการขยี้เชื้อเห็ดให้ละเอียดก่อนแล้วทำการคลุก ด้วยอาหารเสริม เมื่อโรยเสร็จแล้วใช้ผ้ายางคลุมทับตามเดิม

2.8.1.6 ใช้ฟางข้าวคลุมทับบนผ้ายางอีกทีหนึ่ง ทิ้งไว้ 3 วันหลังจากที่โรยเชื้อเห็ดแล้วให้ใช้น้ำพ่นเป็นฝอยเพื่อทำการตัดใยและฉีดฮอร์โมนบำรุงดอกเห็ด ในอัตราส่วนฮอร์โมน 1 ฝา/น้ำเปล่า 5 ลิตร เพื่อช่วยให้เส้นใยแข็งแรงรวมตัวกันเป็นดอกเร็วขึ้น

2.8.1.7 เมื่อทำการเพาะได้ครบ 10 วัน เริ่มทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เลย

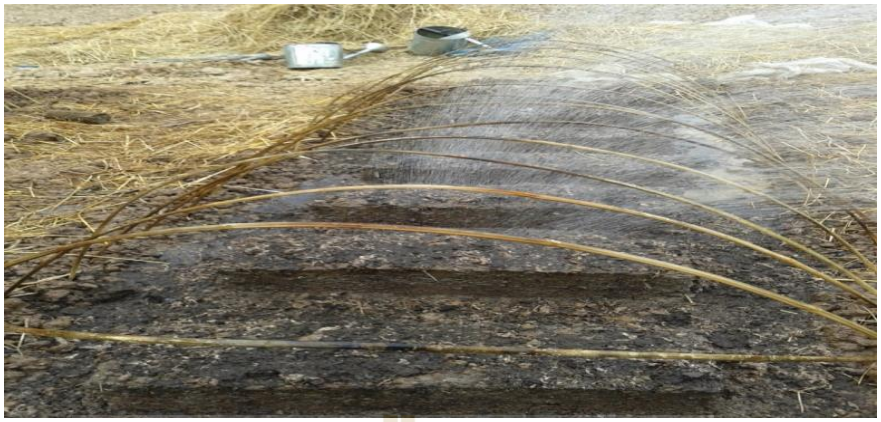
รูปที่ 2.21 การเตรียมแปลงเพาะเห็ดให้เหมือนกับการปลูกผัก

รูปที่ 2.22 การเตรียมแปลงเสร็จแล้วทำการให้ธาตุอาหารและกากมันสำปะหลัง

รูปที่ 2.23 นำกากมันมาเหยียบใส่ในแบบพิมพ์ให้แน่น

รูปที่ 2.24 เมื่อทำการเตรียมแปลงเสร็จแล้วทำการหว่านปุ๋ยอินทรีย์ที่หมักไว้กับเชื้อเห็ดและรดน้ำให้ชุ่ม

รูปที่ 2.25 คลุมด้วยพลาสติก 2-3 วัน



รูปที่ 2.26 ใช้น้ำพ่นเป็นฝอยเพื่อทำการตัดใยเห็ดฟาง

รูปที่ 2.27 คลุมด้วยพลาสติกและฟางข้าว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.8.2 การดูแลรักษาแปลงเพาะเห็ด

2.8.1 ในการเพาะเห็ดจะต้องทำการคลุมผ้าใบเพื่อเป็นการรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อเห็ด โดยในวันที่ 1 - 3 วัน ไม่ต้องเปิดผ้าพลาสติกเลย

2.8.2 เมื่อถึงวันที่ 4 ให้เปิดผ้าพลาสติกออก เพื่อเป็นการระบายอากาศปล่อยไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง (ในระยะนี้จะสังเกตเห็นเส้นใยของเห็ดเจริญบนอาหารเสริมก้อนมันสำปะหลัง แต่ยังไม่เกิดตุ่มดอก)

2.8.3 การนำฟางแห้งมาคลุมทับบนแปลง หนาประมาณ 3-5 เซนติเมตร แล้วคลุมทับด้วยผ้าพลาสติกเหมือนเดิมแล้วปิดทับด้วยวัสดุป้องกันแสงบนผ้าพลาสติกอีกชั้น วัสดุที่ใช้ในการป้องกันแสง เช่น ใบมะพร้าว แผงหญ้าคา ฟางแห้ง หรือ สแลน

2.8.4 ต่อจากนั้นตั้งแต่วันที่ 4 ของการเพาะให้เปิดแปลงเพาะเห็ดทุกวันเป็นการระบายอากาศและดูแลการเจริญของดอกเห็ด ควรเปิดตอนเช้าหรือตอนเย็น เพราะอากาศจะไม่ร้อน ในวันที่ 5 จะเห็นตุ่มเห็ดสีขาวเล็ก ๆ ก้อนมันของแปลงเพาะเห็ด

2.8.5 ในระยะนี้ถ้ากองเห็ดแห้งให้รดน้ำเบาๆ เป็นฝอยละเอียดบนฟางคลุมกองและรอบกอง ห้ามรดน้ำแปลงเพาะเห็ดเด็ดขาด เพราะจะทำให้ดอกเห็ดฝ่อและเน่า ถ้าเป็นฤดูฝนควรคลุมผ้าพลาสติกให้มิดชิด และทำร่องระบายน้ำรอบแปลงเพาะเห็ด

2.8.6 ดอกเห็ดจะพัฒนาเจริญเติบโต และเก็บผลผลิตได้ราววันที่ 7 - 10 วัน ของการเพาะเห็ด แล้วจะเก็บดอกเห็ดได้ราว 7 วัน หลังจากนั้นจะเก็บผลผลิตได้น้อยลง (1 แปลงจะได้ดอกเห็ด 1 กิโลกรัม)

2.8.7 การเก็บผลผลิต การเก็บดอกเห็ดจะนิยมเก็บในตอนเช้าๆ เพราะดอกเห็ดจะตูมเต็มที่ในช่วงตี 3 - 4 ถ้าช้ากว่านี้ดอกเห็ดจะบานจะขายไม่ได้ราคา การเก็บดอกให้ใช้มือจับตรงโคนดอก โยกนิดหน่อยแล้วดึงออกมา ถ้าติดกันหลาย ๆ ดอกให้เก็บทั้งหมด อย่าให้มีชิ้นส่วนขาดหลงเหลืออยู่จะทำให้เน่า และเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของดอกเห็ดได้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สวัสดิ์ ภูมิสวัสดิ์ และวิจิตรา ภูมิสวัสดิ์ (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นเองโดยเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ใช้แผงรับรังสีพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ในการศึกษานั้น มีส่วนประกอบหลักสองส่วน คือ แผงรับรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ และถังเก็บน้ำร้อน เครื่องทำความร้อนนั้นใช้หลักการเทอร์โมไซฟอน (thermo siphon) ในการไหลเวียนของน้ำระหว่างแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์กับถังเก็บน้ำร้อน มีการใช้แผงรับรังสีพลังงานแสงอาทิตย์มีขนาด 1x1 ตารางเมตร ทำมุมเอียง 30 องศา ส่วนของถังเก็บน้ำร้อนนั้นมีขนาด 50 ลิตร แผงรับรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว จำนวน 9 ท่อ และแผ่นอลูมิเนียมทาสีดำ มีการใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ในการวัดอุณหภูมิน้ำที่ทางเข้าและทางออกของแผงรับรังสีพลังงานแสงอาทิตย์ และมีการใช้ไพรานอมิเตอร์ใช้วัดความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ในการเก็บค่าข้อมูลความเข้มรังสีแสงอาทิตย์นั้นอยู่ในช่วงเวลา 09.00 - 16.00 น. เป็นเวลา 5 วัน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงเดือนเมษายน ผลการทดสอบพบว่า ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งวันเท่ากับ 690 W/m^2 มีค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์สูงสุด 993 W/m^2 ในวันที่ 5 ที่เวลา 11:45 น. ค่าอุณหภูมิน้ำในถังเฉลี่ยทั้งห้าวันมีค่าสูงสุดเท่ากับ 50 ^{o}C ที่เวลาประมาณ 13:00 น. โดยมีค่าเฉลี่ย 5 วันของค่าประสิทธิภาพสูงสุด มีค่า 55.8% และค่าเฉลี่ย 5 วันของค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพทั้งวันมีค่า 24.6%

ชวกร รุ่งทวีชัย และคณะ (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทดลองการติดตั้งระบบปั๊มน้ำโซลล่าเซลล์กับแบตเตอรี่ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอร์รี่ที่ใช้ในการปั๊มน้ำ จากการทดสอบต่อระบบสูบน้ำ โดยมีการใช้แหล่งจ่ายพลังงานเป็นแบตเตอร์รี่ขนาด 12 โวลต์ 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง 2 ลูก ทำการต่อเข้ากับปั๊มน้ำขนาด 24 โวลต์ 370 วัตต์ พบว่าประสิทธิภาพของปั๊มน้ำจะขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดันของแบตเตอร์รี่ หากมีการนำมาต่อกับปั๊มน้ำจะใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 15 แอมแปร์ ซึ่งจะสามารถทำงานได้ไม่ถึง 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นแบตเตอร์รี่ก็จะไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ เมื่อทำการทดลองโดยใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 345 วัตต์ เข้ามาชาร์จแบตเตอร์รี่พบว่าใช้งานไปได้ 5 ชั่วโมง แรงดันไฟฟ้าเหลือ 24.4 โวลต์ พบว่าการหาขนาดของแผงโซลล่าเซลล์ให้เหมาะกับแบตเตอร์รี่นั้นสามารถ ใช้งานได้มากกว่า 5 ชั่วโมง โดยใช้งานต่อเนื่อง

อมรรัตน์ อุประปุ้ย และคณะ (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างต้นจอกกับฟางข้าวต่อผลผลิตเห็ดฟางที่เพาะในตะกร้าพลาสติก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างต้นจอกกับฟางข้าวสาหรับใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดฟางในตะกร้าพลาสติก ในการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มีการแบ่งออกเป็น 5 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ มีการใช้อัตราส่วนวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) จอกแห้ง 100% 2) จอกแห้ง 75% : ฟาง 25% 3) จอกแห้ง 50% : ฟาง 50% 4) จอกแห้ง 25% : ฟาง 75% และ 5) ฟาง 100% ผลการศึกษาวิจัยหลังจากเพาะเห็ดฟางเป็นเวลา 13 วัน และเก็บผลผลิตเป็นเวลา 15 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยในการทดลองโดยใช้ฟางข้าว 100% ให้น้ำหนักรวมของผลผลิตดอกเห็ดฟางมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 740.46 กรัม จำนวนดอกเห็ดเฉลี่ยมีค่าสูงสุด 14.56 ดอกต่อตะกร้า มีน้ำหนักต่อดอกเฉลี่ย 12.81 กรัมต่อดอก และมีขนาดเส้นรอบวงเฉลี่ยสูงที่สุดมีค่า 12.44 เซนติเมตรต่อดอก ตามลำดับ

ปัทมนันท์ อิสรานนทกุล และชำนาญ รักพงษ์ (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ระบบควบคุมการให้น้ำเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบพ่นหมอกด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบควบคุมการให้น้าเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบพ่นละอองน้ำอัตโนมัติและแอพพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบดังกล่าว และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบให้น้ำเห็ดนางฟ้าภูฐาน ซึ่งแอพพลิเคชันมีการทำงาน 3 ฟังก์ชัน คือ 1) สามารถสั่งเปิดและปิดน้ำโดยผู้ใช้ 2) สามารถเปิดน้ำตามช่วงเวลาที่กำหนดแบบอัตโนมัติ 3) สามารถเปิดน้ำตามอุณหภูมิและความชื้นที่อ่านค่าได้จากเซ็นเซอร์ DHT22 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบอัตโนมัติ โดยการสั่งการของระบบทำให้ให้มีการให้น้ำได้อย่างถูกต้องและแม่นยำตลอดจนการทำงานแบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

ชินาพัฒน์ สกุลราศรีสวย และคณะ (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ด

กรณีศึกษา : ฟาร์มเห็ดบ้านเนินสะอาด จังหวัดนครพนม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพระหว่างโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ด โดยการศึกษาเริ่มจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเห็ด และทำการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิแลความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเพาะเห็ด โดยมีระยะการทดลอง 5 วัน ผลการศึกษาพบว่า โรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ไม่มีการออกดอกของเห็ด โดยเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 32.28 องศาเซลเซียส และความชื้นอยู่ที่ 75.09 % และโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ สามารถออกดอก และเก็บผลผลิตได้เร็วขึ้น โดยเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 30.40 องศาเซลเซียส และความชื้นอยู่ที่ 86.37 % และเห็ดทั้ง 3 ชนิด มีอัตราการเจริญเติบโตได้เร็ว คือเห็ด นางฟ้าออกจำนวน 4 ก้อน เห็ดนางรมฮังการี ออกจำนวน 2 ก้อน ส่วนเห็ดเป๋าฮื้อไม่มีการออกดอก คิดเป็นร้อยละ 40%, 20% และ 0% ตามลำดับ

ศุภวุฒิ ผากา และคณะ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง โดยในการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด โดยได้ทำการควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในโรงเพาะเห็ดที่มีการใช้สัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ามายังชุดควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์พร้อมด้วยการเขียนโปรแกรมให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อ นำค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำการวัดได้จากเครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ มาเปรียบเทียบกับค่าที่มีการปรับตั้งไว้ หากค่าทั้ง 2 ไม่ตรงตามค่าเป้าหมาย ระบบควบคุม จะทำการส่งสัญญาณไปยังระบบปั๊มน้ำ ให้ทำงานโดยการจ่ายน้ำผ่านท่อน้ำและหัวสปริงเกอร์ ที่ได้ออกแบบให้กระจายน้ำให้ทั่วบริเวณโรงเรือนเพาะเห็ด ผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลห้างฉัตร จังหวัดลำปาง มีความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพและผลผลิตของเห็ดอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.26 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.7 ซึ่งสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตเห็ดเฉลี่ยได้ถึง 10.1 กิโลกรัมต่อการเก็บผลผลิตเห็ด 1 ครั้ง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบนั้น มีกระบวนการดำเนินงานดังนี้

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลการเพราะเห็ดฟางกองเตี้ย

ผู้วิจัยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการเพราะเห็ดฟางกองเตี้ย โดยการศึกษาจากงานวิจัยที่มีผู้ทำการศึกษามาก่อน โดยได้จากการทดลองอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม

3.1.1 ในช่วงสามวันแรกต้องการอุณหภูมิในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ย 32-38 °C และต้องการความชื้นที่ 80 %RH ขึ้นไป

3.1.2 ในช่วงที่สองต้องการอุณหภูมิในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ย 28-32 °C และต้องการความชื้นที่ 80 %RH ขึ้นไป

3.2 การวิเคราะห์หาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต

ผู้วิจัยทำการศึกษาหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตเห็ดฟาง

3.2.1 การคำนวณหาขนาดของแผงโซล่าเซลล์ อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ และแบตเตอรี่

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบประกอบด้วย

3.2.1.1 ปั๊มน้ำขนาด 19W 12V ใช้สำหรับปั๊มน้ำร้อนเข้าระบบ

3.2.1.2 ปั๊มน้ำขนาด 60W 12V ใช้สำหรับจ่ายน้ำให้ระบบพ่นหมอกเพื่อเพิ่มความชื้น

ตารางที่ 3.1 การคำนวณหาขนาดของแผงโซล่าเซลล์ อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ และแบตเตอรี่อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟฟ้า (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (W)	ชั่วโมงการใช้งาน (hr)	พลังงานไฟฟ้า (Wh)
1.	ปั๊มน้ำขนาด 19W 12V	1	19	19	12	228
2.	ปั๊มน้ำขนาด 60W 12V	1	60	60	12	720
	รวม					**948**

3.2.1.3 การคำนวณหาแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ขนาดของแผง = พลังงานไฟฟ้า (Wh) / จำนวนชั่วโมงที่แผงสามารถผลิตไฟฟ้าได้ (h)

ขนาดของแผง = 948 /5 = 189.6 W

ดังนั้น ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์หรือแผงโซล่าเซลล์ ที่ต้องใช้ คือ ขนาดไม่น้อยกว่า 189.6 W เลือกใช้แผงขนาด 320W 36V 9A

3.2.1.4 การหาขนาดของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า (Charge Controller)

เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า ทำหน้าที่ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ จะทำให้ยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้ ซึ่งต้องมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่ากระแสไฟฟ้า (Amp) ที่ไหลจากแผงโซล่าเซลล์สู่แบตเตอรี่ ดังนั้นขนาดของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า ควรมีขนาดมากกว่ากระแสไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ ดังนั้น แผงโซล่าเซลล์ขนาด 320W 36V 9A ควรใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า ขนาด 10A 12/24 V

3.2.1.5 การคำนวณหาแบตเตอรี่โซล่าเซลล์ (Battery)ขนาดความจุของแบตเตอรี่ (Ah)

= (กำลังไฟฟ้าของโหลด (W) x ระยะเวลาที่ต้องการใช้งานโหลด (h)) / (แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (V) x ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่)

= 984 / (12 x 0.8)

= 102.5 Ah

* ประสิทธิภาพแบตเตอรี่ชนิด Deep Cycle = 0.80

ดังนั้น ขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ควรเลือกใช้ขนาด 12 โวลต์ 100Ah

สรุป ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบประกอบด้วย

1. แผงโซล่าเซลล์ (Solar Panel) ขนาด 320W 36V 9A
2. เครื่องควบคุม (Solar Charge Controller) ขนาด 10A 12/24 V
3. แบตเตอรี่ (Battery) ขนาด 12V 100Ah

3.3 ลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

แนวทางหลักในการศึกษา คือ ทำการทดลองเปรียบประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่มีถังสะสมน้ำร้อนติดตั้งอยู่ภายในและแบบแผ่นเรียบ โดยกำหนดเงื่อนไข คือ ในการทดลองจะทดลองตามมาตรฐาน ASHREA STANDARD 2003 ซึ่งจะทดสอบตัวเก็บรังสีอาทิตย์พร้อมกันระหว่าง แบบแผ่นเรียบกับแบบที่มีถังสะสมน้ำร้อนอยู่ภายใน และจะนำค่าที่ได้จากทดลองมาคำนวณหาประสิทธิภาพของทั้งสองแผง ระบบที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

3.4 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

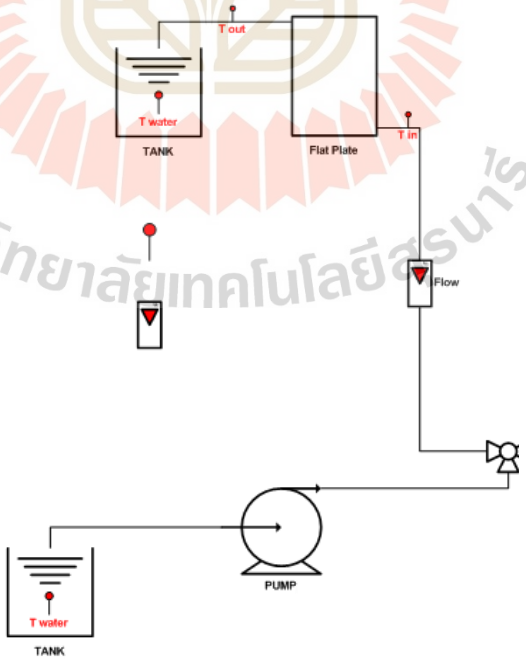
3.4.1 เครื่องบันทึกข้อมูลทางอุณหภูมิ รุ่นTM-1946SDการบันทึกข้อมูลทางอุณหภูมิจากการทดลองจะใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิ ความถูกต้อง ± 0.01°C ใช้ในการวัดและบันทึกอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ โดยใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K เป็นตัวส่งสัญญาน

3.4.2 การสอบเทียบสายเทอร์มอคับเปิล (Themocouple) สายเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้วัดอุณหภูมิต่างเป็นชนิด K สามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 0 – 1250 °C ค่าความคลาดเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลช่วงอุณหภูมิที่ใช้สอบเทียบตั้งแต่ 25 – 100 °C

3.4.3 เครื่องวัดค่ารังสีอาทิตย์ใช้วัดปริมาณความเข้มของรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวเก็บรังสี

3.4.4 เครื่องวัดอัตราการไหล (Rotameter) ใช้วัดอัตราการไหลของน้ำที่ถูกปั๊มสูบผ่านตัวเก็บรังสีอาทิตย์ เพื่อควบคุมอัตราการไหลให้ได้เท่ากับ 2.4 ลิตรต่อนาทีและ 4 ลิตรต่อนาที อ่านได้จากตำแหน่งที่ลูกลอยอยู่เหนือสเกลของเครื่องมือวัด ค่ากำหนดการใช้งานของตัวเก็บรังสี (0.02 kg/sm^2)

3.4.5 เครื่องวัดความเร็วลมใช้วัดความเร็วลมเหนือตัวรับรังสีอาทิตย์ เครื่องมือวัดความเร็วลมที่ใช้เป็นชนิด Digital Anemometer รุ่น Tasto 410-2 ความละเอียด ± 0.01 m/s



รูปที่ 3.1 ระบบทดสอบประสิทธิภาพตัวรับรังสีอาทิตย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.5 การทดสอบสมรรถนะของตัวเก็บรังสีตามมาตรฐาน ASHRAE STANDARD 93 -2003

การทดสอบสมรรถนะตัวเก็บรังสีตามมาตรฐาน ASHRAE STANDARD 93-2003 โดยมีหลักสำคัญพอสรุปได้ดังนี้

3.5.1 การทดสอบจะต้องทดสอบในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ไม่มีเมฆบัง ตอนใกล้เที่ยงวัน

3.5.2 ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ในขณะทำการทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 630 W/m^2

3.5.3 ต้องควบคุมให้อุณหภูมิน้ำที่เข้าตัวเก็บรังสีมีค่าคงที่อย่างน้อย 15 นาที ก่อนเก็บข้อมูลเพื่อให้ระบบอยู่ในสภาวะสมดุล (Steady State)

3.5.4 การทดสอบจะต้องคลอบคลุมอุณหภูมิของน้ำหลาย ๆ ค่า

3.5.5 อัตราการไหลของของไหลต้องคงที่ตลอดการทดสอบ ค่าที่แนะนำประมาณ 0.02 $kg/s\ m^2$

3.5.6 วัดอัตราการไหลของน้ำ อุณหภูมิของน้ำตรงทางเข้าและออกของตัวเก็บรังสี และอุณหภูมิแวดล้อม

3.5.7 วัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซล่าห์มิเตอร์ (Solar meter) บนระนาบตัวเก็บรังสี

3.5.8 การทดสอบจะต้องทดสอบด้วยการไหลหมุนเวียนแบบบังคับ (Forced Circulation)

3.6 การคำนวณหาค่าสมรรถนะตัวเก็บรังสีอาทิตย์

เมื่อ I_T = 750.9 W/m^2, A_c = 2.02 m^2, T_a = 33.3 °C, $F_R(\tau\alpha)_e$ = 0.636, (F_RU_L) = 10.66 W/m^2K, T_{fi} = 35.4 °C, T_{fo}= 40.1 °C, $\dot{m}$ = 0.0404 kg/s (2.4 l/min)

อัตราความร้อนที่ได้จากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (q_c) ประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสี (η_{th})

จาก

$q_c = Ac[I_TF_R(\tau\alpha)_e-(F_RU_L)(T_{fi} - T_a)$ (ทฤษฎี)

$= 2.02[(750.9\times0.636) - 10.66(35.4-33.3)$

$= 942.31$ W

จาก

$$\eta_{coll} = \frac{Q_u}{I_TA_c}$$

$$= \left[\frac{942.31}{750.9\times2.02}\right]$$

$= 0.621$

จาก

$q_c = m \cdot C_p(T_{fo}-T_{fi})$ (การทดลอง)

จาก

$$\eta_{coll} = \frac{Q_u}{I_T A_c}$$

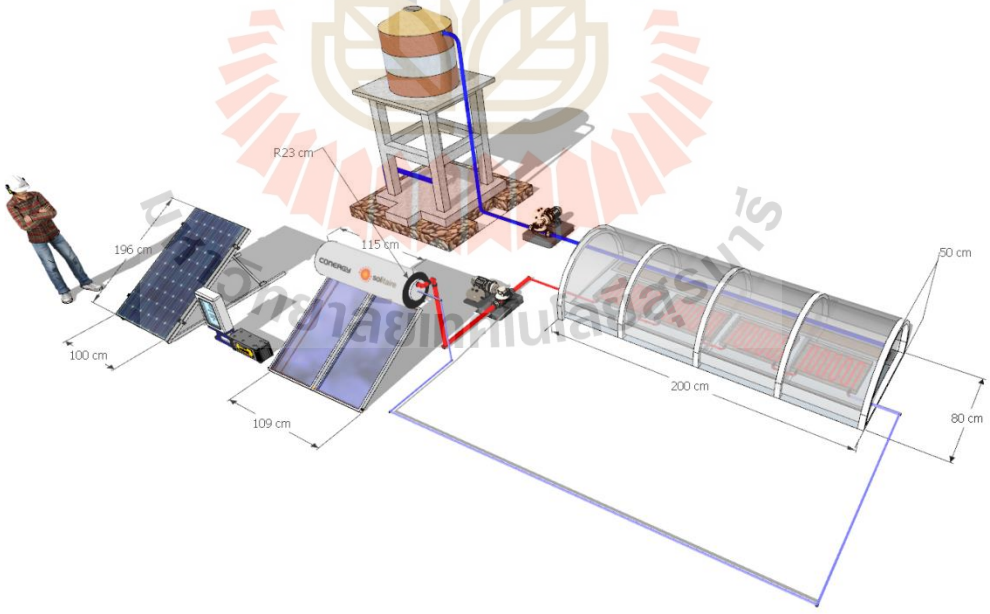
$$= \left[\frac{970.69}{750.9 \times 2.02}\right]$$

$$= 0.639$$

จากข้อมูลข้างต้นจึงเลือกใช้ปั๊มน้ำร้อนขนาด 600 l/h

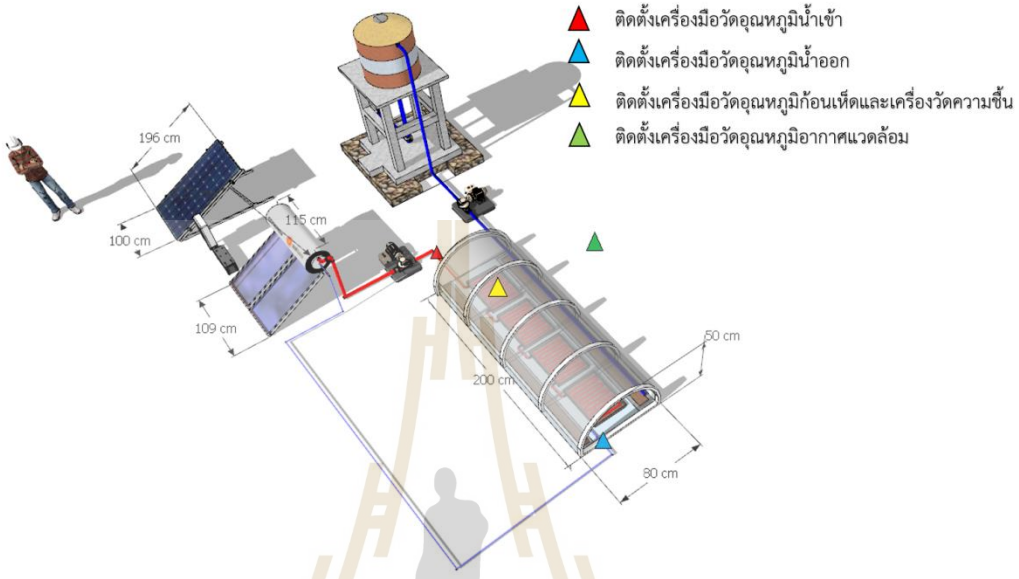
3.7 การออกแบบกระโจม ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และระบบน้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบร่วมกับโซลล่าเซลล์

ผู้วิจัยทำการออกแบบ กระโจม ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และระบบน้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ โดยได้จากการทดลองอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม

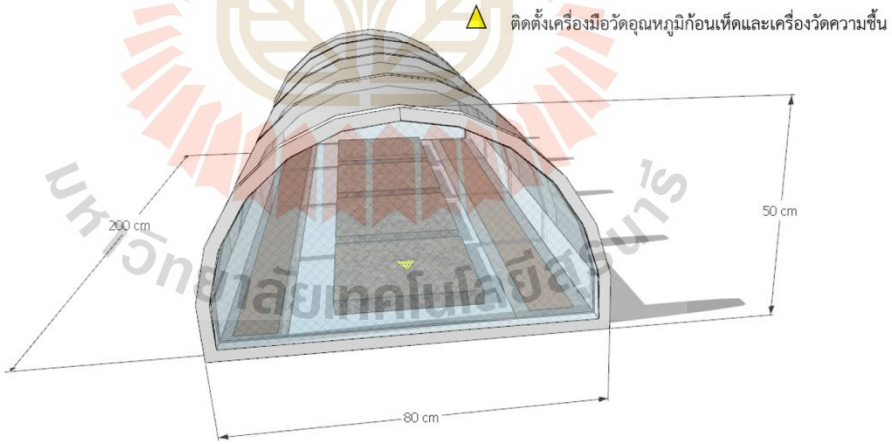


รูปที่ 3.2 แบบร่างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

3.8 การทดลองเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย โดยใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และน้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ (ก) แบบดั้งเดิม (ข)



(ก)

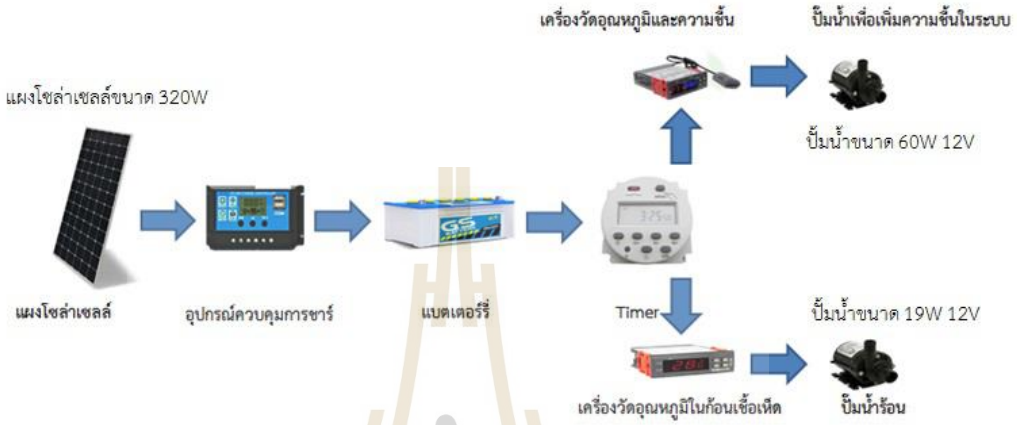


(ข)

รูปที่ 3.3 แบบร่างตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น

3.9 การทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

3.9.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ แสดงในรูป (ก)



รูปที่ 3.4 การทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

3.9.2 ในช่วงสามวันแรกต้องการอุณหภูมิในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ย 32-38 °C และต้องการความชื้นที่ 80 %RH ขึ้นไป จากการทดลองช่วง3วันแรกตั้งค่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่จะเข้าในกระโจมของเห็ดฟางถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 32 °C สั่งให้ปั้มน้ำเปิดดูดน้ำร้อนเข้าไปในกระโจมของเห็ดฟาง และอุณหภูมิน้ำร้อนในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ยมากกว่า 38 °C ก็จะสั่งให้ปั้มหยุดการทำงาน ส่วนความชื้นก็ใช้หลักการเดียวกันกับอุณหภูมิ ถ้าความชื้นต่ำกว่า 80 %RH สั่งให้ปั้มน้ำเปิดน้ำเข้าไปในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ยและความชื้นมากกว่า 80 %RH ขึ้นไป ก็จะสั่งปั้มน้ำหยุดการทำงาน

3.9.3 ในช่วงที่สองต้องการอุณหภูมิในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ย 28-32 °C และต้องการความชื้นที่ 80 %RH ขึ้นไป จากการทดลองช่วง3วันแรกตั้งค่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่จะเข้าในกระโจมของเห็ดฟางถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 28 °C สั่งให้ปั้มน้ำเปิดดูดน้ำร้อนเข้าไปในกระโจมของเห็ดฟาง และอุณหภูมิน้ำร้อนในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ยมากกว่า 32 °C ก็จะสั่งให้ปั้มหยุดการทำงาน ส่วนความชื้นก็ใช้หลักการเดียวกันกับอุณหภูมิ ถ้าความชื้นต่ำกว่า 80 %RH สั่งให้ปั้มน้ำเปิดน้ำเข้าไปในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ยและความชื้นมากกว่า 80 %RH ขึ้นไป ก็จะสั่งปั้มน้ำหยุดการทำงาน

3.10 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ มีดังนี้

รูปที่ 3.5 เครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิรุ่นTM-1946SD

รูปที่ 3.6 เครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิความชื้น รุ่น CEM DT- 171

รูปที่ 3.7 เครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์

3.11 การเก็บข้อมูลจากการทดลอง

ในการศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบนั้น ผู้วิจัยได้มีการเก็บข้อมูลดังนี้

3.11.1 อุณหภูมิน้ำเข้ากระโจมเพาะเห็ด

3.11.2 อุณหภูมิน้ำออกจากกระโจมเพาะเห็ด

3.11.3 อุณหภูมิน้ำออกจากกระโจมเพาะเห็ด

3.11.4 อุณหภูมิก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้น้ำร้อนจากโซล่าคอลเล็คเตอร์

3.11.5 อุณหภูมิอากาศแวดล้อม

3.11.6 ค่ารังสีอาทิตย์

โดยในการเก็บข้อมูลนั้นจะทำการบันทึกค่าทุก 1 นาที

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการศึกษา และออกแบบระบบกระโจมเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย การเก็บข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

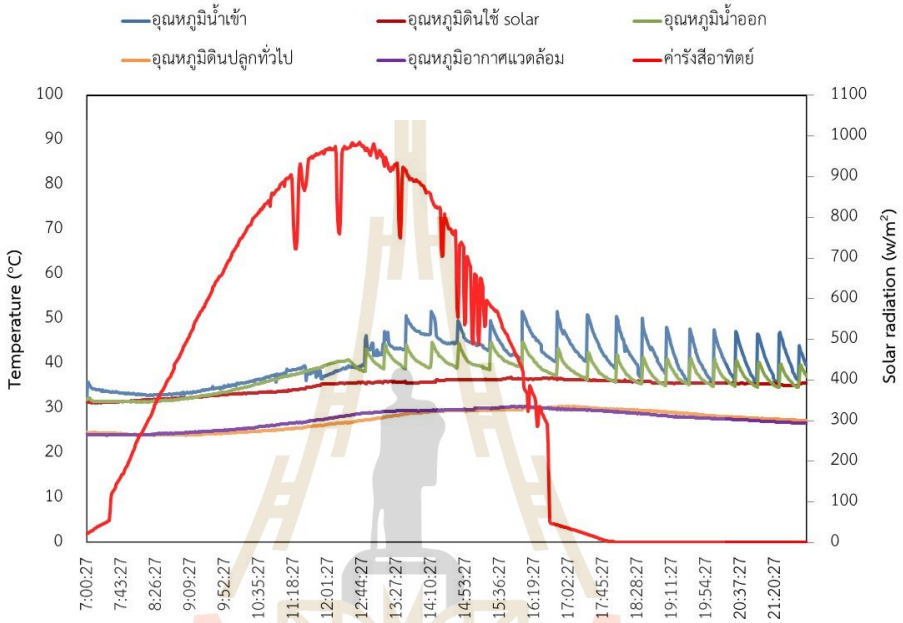
4.1 ผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ กระโจมเพาะเห็ดฟาง ระบบควบคุมน้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ และระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยกำหนดให้มีขนาดใกล้เคียงกับกระโจมเดิมของเกษตรกร ทำการตั้งค่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่ส่งไปยังก้อนเชื้อเห็ดที่ 32 – 38 °C ในช่วงแรกเริ่มปลูก และตั้งค่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่ส่งไปยังก้อนเชื้อเห็ดที่ 28 – 32 °C ในช่วงหลังตัดใยในช่วงที่สอง และตั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้ปั๊มน้ำทำงานหากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในกระโจมต่ำกว่า 80%RH

4.2 ผลของอุณหภูมิเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์

ในการทดสอบวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์ในช่วงเวลาต่างๆ ในวันที่ 27 ธันวาคม 2564 พบว่าในกระบวนการปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ จากกราฟค่าอุณหภูมิน้ำออกตัวเก็บรังสีอาทิตย์ก่อนจะเข้าคอยล์ร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 40.29 °C และอุณหภูมิน้ำร้อนออกจากคอยล์ร้อนก่อนกลับเข้าตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 37.30 °C โดยทั้งอุณหภูมิน้ำเข้า-ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบได้ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อนแบบอัตโนมัติแบบกล่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นไว้โดยอ้างอิงกับอุณหภูมิผิวดินถ้าอุณหภูมิมีค่าสูงจะทำการตัดต่อปั๊มน้ำไม่ให้ทำงานและหยุดการหมุนเวียนของน้ำร้อนในระบบ อุณหภูมิดินแบบปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยโดยใช้คอยล์ร้อนจากน้ำร้อนตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 35.94 °C อุณหภูมิดินแบบปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยแบบทั่วไป มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งวัน 27.50 °C ค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งวัน มีค่า 657.81 w/m^2 จากผลข้อมูลข้างต้นสรุปได้วิธีการปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ มีค่าอุณหภูมิดินสอดคล้องกับทฤษฎี “เรื่องการเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย (2557) โดยฐานเรียนรู้การผลิตเห็ดเศรษฐกิจ สาขาพืชผัก คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หน้า 7” โดยให้ข้อมูลอ้างอิงไว้ว่าการเพาะปลูกเห็ดฟางกองเตี้ย

ในขั้นตอนก่อนจะตัดใยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะทำให้เห็ดมีผลผลิตเพิ่มขึ้นนั้น คืออุณหภูมิ 32-38 °C และการเพาะปลูกเห็ดฟางแบบกองเตี้ยแบบเดิมมีอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ที่ได้อ้างอิงไว้เนื่องจากช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลเป็นช่วงฤดูหนาวทำให้อุณหภูมิในดินต่ำไม่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของเห็ดฟาง



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์ในช่วงเวลาต่าง ๆ

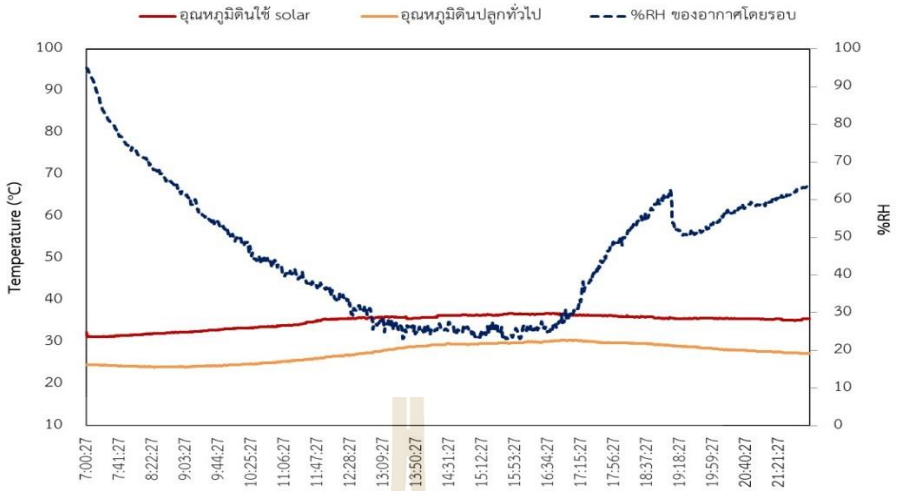
ในช่วงที่หนึ่ง สามวันแรกต้องการอุณหภูมิในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ย 32-38 °C และต้องการความชื้นที่ 80 %RH ขึ้นไป จากการทดลองช่วง 3 วันแรกตั้งค่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่จะเข้าในกระโจมของเห็ดฟางถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 32 °C สั่งให้ปั้มน้ำเปิดดูดน้ำร้อนเข้าไปในกระโจมของเห็ดฟาง และอุณหภูมิน้ำร้อนในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ยมากกว่า 38 °C ก็จะสั่งให้ปั้มหยุดการทำงาน ส่วนความชื้นก็ใช้หลักการเดี่ยวกันกับอุณหภูมิ ถ้าความชื้นต่ำกว่า 80 %RH สั่งให้ปั้มน้ำเปิดน้ำเข้าไปในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ยและความชื้นมากกว่า 80 %RH ขึ้นไป ก็จะสั่งปั้มน้ำหยุดการทำงาน

ในช่วงที่สองต้องการอุณหภูมิในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ย 28-32 °C และต้องการความชื้นที่ 80 %RH ขึ้นไป จากการทดลองช่วง3วันแรกตั้งค่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่จะเข้าในกระโจมของเห็ดฟางถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 28 °C สั่งให้ปั้มน้ำเปิดดูดน้ำร้อนเข้าไปในกระโจมของเห็ดฟาง และอุณหภูมิน้ำร้อนในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ยมากกว่า 32 °C ก็จะสั่งให้ปั้มหยุดการทำงานส่วน

ความชื้นก็ใช้หลักการเดี่ยวกันกับอุณหภูมิ ถ้าความชื้นต่ำกว่า 80 %RH ขึ้นไป สั่งให้ปั้มน้ำเปิดน้ำเข้าไปในกระโจมของเห็ดฟางกองเตี้ยและความชื้นมากกว่า 80 %RH ขึ้นไป ก็จะสั่งปั้มน้ำหยุดการทำงาน จากการทดลองพบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่ตั้งค่าไว้

4.3 ผลของอุณหภูมิดินเปรียบเทียบกับค่าความชื้นของอากาศโดยรอบ

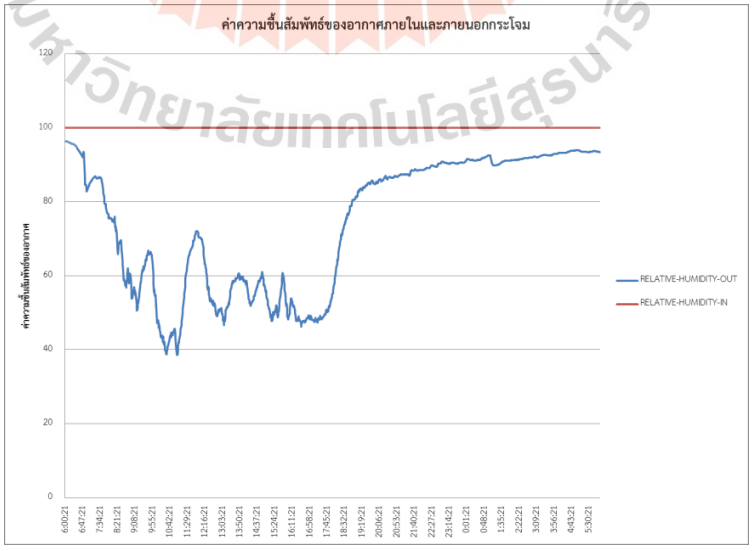
ในการทดสอบวัดอุณหภูมิดินการปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบและการปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยเปรียบเทียบกับค่าความชื้นของอากาศโดยรอบ ดังแสดงรูปที่ 4.2 อุณหภูมิดินเปรียบเทียบกับค่าความชื้นของอากาศโดยรอบ ในวันที่ 27 ธันวาคม 2564 พบว่าในกระบวนปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบมีอุณหภูมิดินสูงกว่าแบบเพาะปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยแบบธรรมดาทั่วไป 8.44 °C ค่าอุณหภูมิแสดงไว้ในผลของอุณหภูมิเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์โดยในขั้นแรกทางผู้วิจัยได้ทำการวัดค่าความชื้นในกระโจมเพาะปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยทั้ง 2 แบบ วัดค่าความชื้นได้ 100 % RH เนื่องจากงานวิจัยการเพาะปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยของ “(นิวัฒน์ ชาธิรัตน์, 2547) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาทรัพยากรเกษตรชีวภาพ ได้ศึกษาปัญหาพิเศษ เรื่องการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของเห็ดฟาง ” ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.2 สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของเห็ดฟาง ข้อ 2 ความชื้น หน้า 4 ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเดินใยของเห็ดฟางกองเตี้ยอยู่ระหว่าง 80%RH ซึ่งสอดคล้องกับการวัดค่าความชื้นของผู้วิจัยโดยวัดความชื้นได้ 80%RH ซึ่งในกระโจมปลูกเห็ดฟางกองเตี้ยความชื้นภายในได้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำทำให้ค่าความชื้นเป็น100% ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วัดค่าความชื้นของอากาศรอบ ๆ กระโจมปลูกเห็ดจากรูปที่ 4.2 พบว่า ช่วงเวลาตั้งแต่ 16.40 – 08.30 น. ของวันถัดไปค่าความชื้นในบรรยากาศมีค่าสูงเนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาวทำให้ความชื้นในบรรยากาศมีค่าสูงขึ้น และในช่วงเวลา 08.30-16.30 น. ค่าความชื้นในบรรยากาศจะมีค่าต่ำเนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาวทำให้อากาศในตอนกลางวันจะแห้งความชื้นน้อย



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงอุณหภูมิดินเปรียบเทียบกับค่าความชื้นของอากาศโดยรอบ

4.4 ค่าความชื้นพัทธ์ของอากาศภายในและภายนอกของกระโจม

จากผลการตรวจวัดพบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกในช่วงเวลากลางวันจะมีค่าต่ำเนื่องจากมีอุณหภูมิสูงและค่าชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงขึ้น ในช่วงเวลากลางคืนเนื่องจากอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมมีค่าต่ำ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในกระโจมนั่นมีค่าเท่ากับ 100% RH เนื่องจากในการทดลองเป็นการทดลองแบบเห็ดฟางกองเตี้ยซึ่งกระโจมเห็ดฟางกองเตี้ยนั่นมีความสูงเพียง 50 cm โดยใช้วัสดุในการคลุมเป็นแผ่นพลาสติกใส ทำให้ความชื้นละเหยเป็นไอควบแน่นเป็นหยดน้ำ



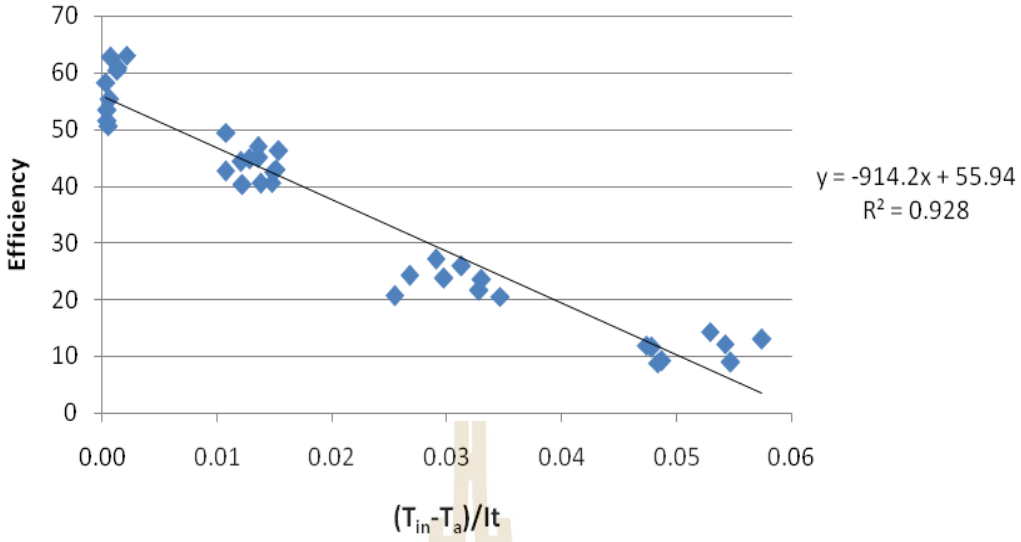
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความชื้นพัทธ์ของอากาศภายในและภายนอกของกระโจม

4.5 ผลผลิตเห็ดฟางกองเตี้ยแบบปลูกโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบเปรียบเทียบกับแบบปลูกแบบดั้งเดิม

จากรูปที่ 4.2 ผลผลิตเห็ดฟางกองเตี้ยแบบโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบเปรียบเทียบกับแบบปลูกแบบดั้งเดิม โดยรายละเอียดในการทดลองมีดังนี้ จากการทดลองสร้างกระโจมเห็ดฟางแบบกองเตี้ยที่มีน้ำร้อนจากตัวเก็บเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบเปรียบเทียบกับการปลูกเห็ดฟางแบบกองเตี้ยแบบดั้งเดิม โดยทำการทดลองรวม ห้าวัน ในแต่ละวันเริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ (26 ธันวาคม 2564) - (30 ธันวาคม 2564) ในระหว่างทำการทดลองได้เปิดกระโจมเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยเพื่อระบายความชื้น หลังจากเพาะได้ สามวันได้ทำการเปิดกระโจมเห็ดเพื่อดูว่าเชื้อเห็ดได้เดินใยหรือไม่และให้กระโจมเห็ดได้ระบายอากาศ เมื่อเห็ดเดินใยแล้วได้นำน้ำหรือน้ำหมักมารดเพื่อตัดใยให้ชุ่มแล้วเปิดกระโจมเห็ดทิ้งไว้ 20 – 30 นาที เพื่อปรับสภาพอากาศ เมื่อครบเวลาได้ทำการปิดกระโจมเห็ดให้สนิทเหมือนเดิม อีกประมาณ สามวันจะเกิดเป็นตุ่มเห็ดและหลังจากนั้นก็เก็บผลผลิตในวันต่อไป เส้นใยเห็ดฟางจะเดินดีก็ต่อเมื่ออุณหภูมิ 35-37 ขึ้นไปและต้องมีความชื้นอากาศมากเนื่องจากในช่วงแรกเห็ดฟางต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากเพื่อบ่มเชื้อเห็ดให้เส้นใยของเชื้อเห็ดเดินได้ดีซึ่งการเดินใยของเห็ดฟางมีผลต่อการเจริญเติบของเห็ดฟาง ผลการทดลอง พบว่ากระโจมที่เพาะแบบใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบมีการเดินเส้นใยของเชื้อเห็ดฟางเนื่องจากมีอุณหภูมิสูงถึง 45 องศาเซลเซียส ทำให้บ่มเพาะเชื้อเห็ดได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกระโจมที่เพาะแบบดั้งเดิมที่ไม่มีการเดินเส้นใยของเห็ดฟางเนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้เส้นใยในกระโจมที่เพาะแบบปกติ

4.6 สมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (Flat Plate)

ในการทดสอบสมรรถนะของตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ ขนาดพื้นที่รับรังสี 2.02 m^2 ในสภาวะคงตัว ที่ความเข้มของรังสีอาทิตย์ 678-972 W/m^2 ในช่วงเวลา 10.00-14.00 น. ความเร็วลม 0.36-5.2 m/s อุณหภูมิบรรยากาศเท่ากับ 31.4 - 36.1 ^0C และทำการบันทึกค่าอุณหภูมิต่าง ๆ ที่กำหนด โดยควบคุมอุณหภูมิน้ำเข้าแผงที่ประมาณ 35, 45, 60, 75 ^0C ตามลำดับ ที่อัตราการไหล 2.4 L/min และนำค่าที่ได้มาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Efficiency และ $(T_{fi}-T_a)/I_T$ ได้ $F_R\tau\alpha$ = 0.5594 และ F_RU_L = 9.142 W/m^2K ตามลำดับ ที่ R^2 = 0.928



รูปที่ 4.4 สมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ (Flat Plate)

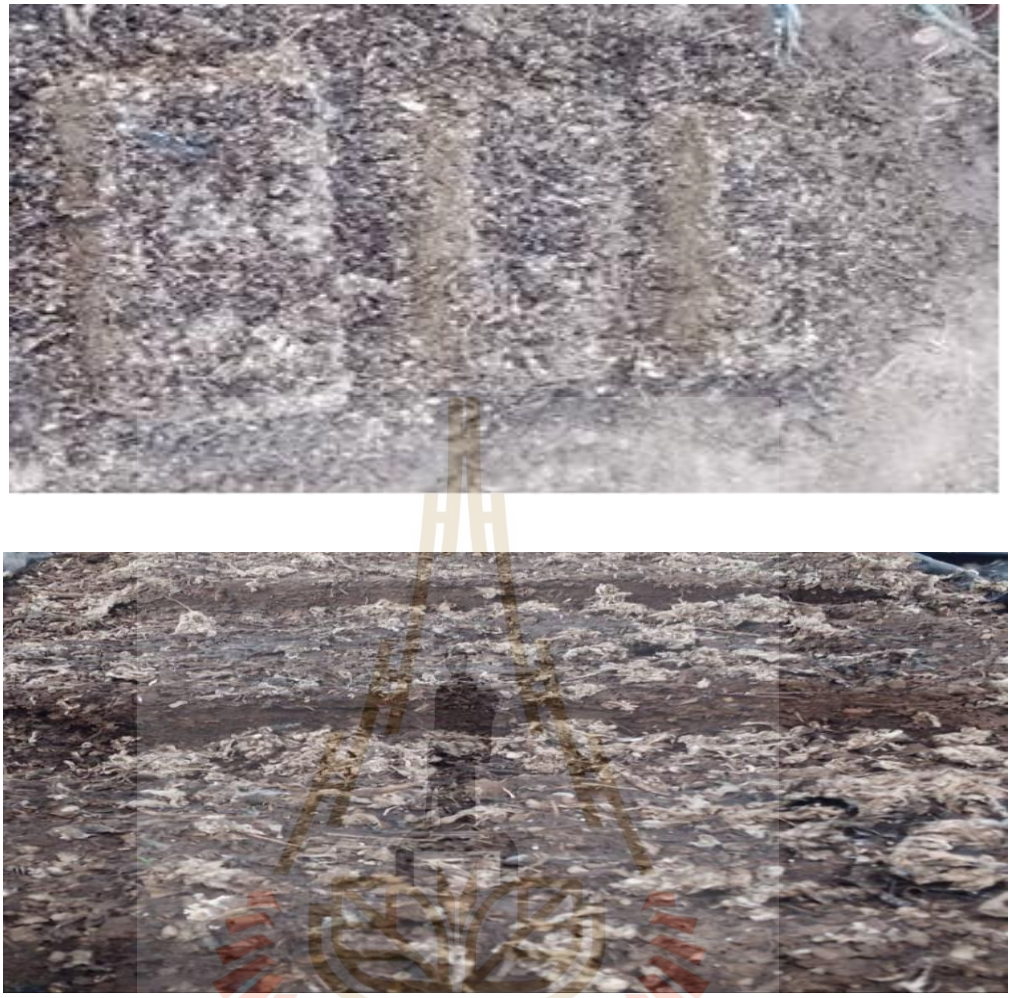
I_T (W/m^2)	T_a (°C)	T_{in} (°C)	T_o (°C)	T_o-T_{in} (°C)	T_{in}-T_a (°C)	Q_u (W)	T_{in}-T_a/I_T	Eff (%)
908.99	31.7	34.9	41.7	6.8	3.2	1149.43	0.0035	0.62
898.75	32.0	34.2	41.6	7.4	2.2	1250.85	0.0024	0.68
903.30	33.3	34.5	41.7	7.2	1.2	1217.04	0.0013	0.66
961.32	32.0	34.2	41.5	7.3	2.2	1233.95	0.0023	0.63
904.44	33.2	35.5	42.8	7.3	2.3	1233.95	0.0025	0.67
788.43	32.3	34.7	39.0	6.3	2.4	1064.91	0.0017	0.64
885.10	34.4	43.3	48.3	5	8.9	845.16	0.0401	0.46
891.92	34.4	43.3	47.8	4.5	8.9	760.65	0.0398	0.42
886.23	34.8	43.1	47.9	4.8	8.3	811.36	0.0398	0.44
968.1	34.9	44.4	46.3	1.9	9.5	321.16	0.0370	0.40
921.5	34.2	45.2	46.7	1.7	11	253.55	0.0402	0.45
882	34.2	59.4	62.9	3.5	25.2	591.62	0.0286	0.33
873	33.6	59.9	63.6	3.7	26.3	625.42	0.0301	0.35
927	34	60.9	63.9	3	26.9	507.10	0.0290	0.27
821	34.2	60.3	63.6	3.3	26.1	557.81	0.0318	0.33

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ (Flat Plate) (ต่อ)

I_T (W/m^2)	T_a (°C)	T_{in} (°C)	T_o (°C)	T_o-T_{in} (°C)	T_{in}-T_a (°C)	Q_u (W)	T_{in}-T_a/I_T	Eff (%)
851	33.4	60.3	63.5	3.2	26.9	540.91	0.0316	0.31
814	33	60.2	63.2	3	27.2	507.10	0.0334	0.30
774.7	31.6	73.2	75.2	2	41.6	338.07	0.0574	0.13
782.7	32	73.4	75.7	2.3	41.4	388.78	0.0529	0.14
777.0	31.6	73.8	75.8	2	42.2	338.07	0.0542	0.12
1087.6	31.6	74.0	76.1	2.1	42.2	354.97	0.0487	0.10
1017.1	31.7	73.9	76.0	2.1	42.2	354.97	0.0484	0.13
1084.2	32.5	74.9	77.1	2.2	42.1	371.87	0.0474	0.11

รูปที่ 4.5 การเริ่มเดินใยของเห็ดฟางกองเตี้ยที่เพาะโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

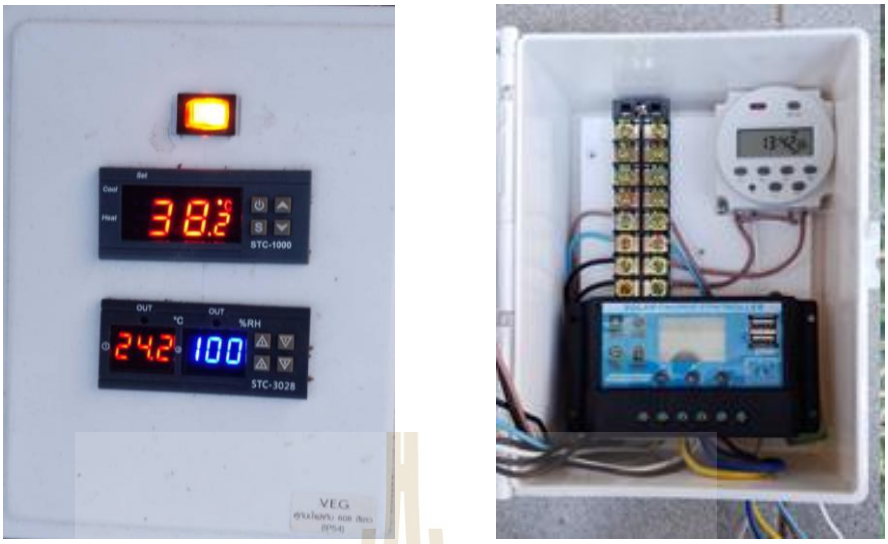


รูปที่ 4.6 การเริ่มเดินใยของเห็ดฟางกองเตี้ยที่เพาะโดยไม่ใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.7 ผลผลิตของเห็ดฟางกองเตี้ยที่เพาะโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

รูปที่ 4.8 กระโจมเพาะเห็ดที่ทำการทดลอง



รูปที่ 4.9 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

รูปที่ 4.10 ภาพรวมของระบบที่ทำการทดลอง

4.7 การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบประกอบด้วย

ตารางที่ 4.2 การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
1	แผงโซล่าคอลเล็คเตอร์	1	7,000	7,000
2	แผงโซล่าเซลล์	1	3,500	3,500
3	แบตเตอรี่	1	2,500	2,500
4	ท่อทองแดง	1	1,000	1,000
5	ปั๊มน้ำขนาด 19W 12V	1	120	120
6	ปั๊มน้ำขนาด 60W 12V	1	450	450
7	ระบบควบคุม	1	1,500	1,500
8	อุปกรณ์ในการปลูกเห็ด	1	500	500
9	ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	1	500	500
	รวม			17,070

4.8 ผลผลิตเห็ดที่ได้ต่อเดือน

ตารางที่ 4.3 ผลผลิตเห็ดที่ได้ต่อเดือน

ลำดับ	ผลผลิต	กก./วัน	กก./เดือน	ราคา บาท/กก.	รายได้/วัน	รายได้/เดือน	เงินลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน (เดือน)
1	เห็ด	2.5	75	150	375	11,250	17,070	1.52
รวม		**2.5**	**75**	**150**	**375**	**11,250**	**17,070**	**1.52**

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) = เงินลงทุน / ผลตอบแทนจากการลงทุน

= 17,070 / 11,250

= 1.52 เดือน

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

การศึกษาการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้น้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นกระโจมเพาะเห็ด และเพื่อสร้างต้นแบบกระโจมเพาะเห็ดที่ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ กระโจมเพาะเห็ดฟาง ระบบควบคุมน้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ และระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยกำหนดให้มีขนาดใกล้เคียงกับกระโจมเดิมของเกษตรกร และทำการตั้งค่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่ส่งไปยังก้อนเชื้อเห็ดที่ 32 – 38 °C ในช่วงแรกเริ่มปลูก และตั้งค่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่ส่งไปยังก้อนเชื้อเห็ดที่ 28 – 32 °C ในช่วงหลังตัดใย ตั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเพื่อให้ปั๊มน้ำทำงานหากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในกระโจมต่ำกว่า 80%RH จากการศึกษา พบว่าระบบควบคุมสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำร้อนได้ตามที่ตั้งค่าไว้ทั้งสองช่วง ส่วนการทำงานของปั๊มน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นนั้น ไม่ทำงานเนื่องจากความชื้นในกระโจมเพาะเห็ดมีค่าสูงกว่า 80%RH ผลผลิตเห็ดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระโจมที่มีการใช้น้ำร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับดินที่เพาะเห็ด และกระโจมที่ไม่ได้มีการเพิ่มอุณหภูมิ พบว่า กระโจมที่มีการใช้น้ำร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิได้ผลผลิตมากกว่ากระโจมที่ไม่ได้มีการเพิ่มอุณหภูมิ โดยมีผลผลิตประมาณ 2.5 กิโลกรัมต่อวัน

5.2 ข้อดีของงานวิจัย

5.2.1 สามารถควบคุมอุณหภูมิของก้อนเชื้อเห็ดให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดฟาง

5.2.2 การเพิ่มอุณหภูมิก้อนเชื้อเห็ดของน้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมในช่วงฤดูหนาว

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองควรจะทดลองในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่เห็ดฟางให้ผลผลิตน้อย จะเห็นความแตกต่างของผลผลิตที่ชัดเจน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การทดลองนี้เป็นการทดลองในการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยที่เป็นแบบกระโจม ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในกระโจมมีค่าค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงเน้นการควบคุมอุณหภูมิที่ก้อนเชื้อเห็ดฟาง และมีการเพิ่มช่องระบายอากาศให้กับกระโจมเห็ดฟางในช่วงออกดอกและความชื้นในการทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

สวัสดิ์ ภูมิสวัสดิ์ และวิจิตรา ภูมิสวัสดิ์ (2562). ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ปีที่ 14. ฉบับที่ 1.

ชวกร รุ่งทวีชัย และคณะ (2562). การติดตั้งปั๊มน้ำโซลล่าเซลล์สำหรับการเกษตรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อมรรัตน์ อุประปุ้ย และคณะ (2561). อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างต้นจอกกับฟางข้าวต่อผลผลิตเห็ดฟางที่เพาะในตะกร้าพลาสติก. วารสารเกษตรพระวรุณ395. ปีที่ 16 ฉบับที่ 2.

ปัทมนันท์ อิสรานนทกุล และชำนาญ รักพงษ์ (2561). ระบบควบคุมการให้น้ำเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบพ่นหมอกด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. Journal of Information Science and TechnologyVolume 9, NO 1 | JAN – JUN 2019 | 1-8.

ชินาพัฒน์ สกุลราศรีสวย และคณะ (2560). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ด กรณีศึกษา : ฟาร์มเห็ดบ้านเนินสะอาด จังหวัดนครพนม. Journal of Information Science and Technology Volume 8, NO 2 | JUL – DEC 2018 | 46-55.

ศุภวุฒิ ผากา และคณะ (2557). การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม 2557 – มิถุนายน 2557

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2556). ผลิตภัณฑ์เห็ด ลู่ทางการตลาดยังสดใส. ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร. แหล่งที่มา: http://www.amnat.ru.ac.th/sl.html, 15 มกราคม 2564.

วัลลภ พรหมทอง. (2553). เห็ดเพาะกินได้ เพาะขายรวย. พิมพ์ครั้ง 5. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ.

สมนึก สินธุปวน. 2559. ระบบสถานีอากาศและแจ้งเตือนฟาร์มเห็ด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

เคหการเกษตร. (2563). เพาะเห็ดฟางเป็นการค้าทำได้ไม่ยาก. แหล่งที่มา https://www.kehakaset.com/articles_details.php?view_item=168, 15 มกราคม 2564.

ชาญวิทย์ วุฒิวงศานนท์, (2544), การพัฒนาระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบประหยัดพลังงานแสงอาทิตย์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี.

ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์, (2535), การออกแบบระบบพลังงานความร้อน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 113-125.

จอมภพ แววศักดิ์, (2546), “การหาสมรรถนะเชิงความร้อนของตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบที่ติดตั้งบนหลังคา” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 17, 15-17 ตุลาคม 2546, ปราจีนบุรี, หน้า 22-27.

ชาญวิทย์ วุฒิวงศานนท์, (2545), การพัฒนาระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบประหยัด วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

หฤษฎ์ คล่องดี. จิราวรรณ เตียถ์สุวรรณ. ปิยะ เสียงสุคนธ์. (2552). สมรรถนะระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบผิวโค้งสะท้อนรังสีที่มีถังสะสมน้ำร้อนอยู่ภายใน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

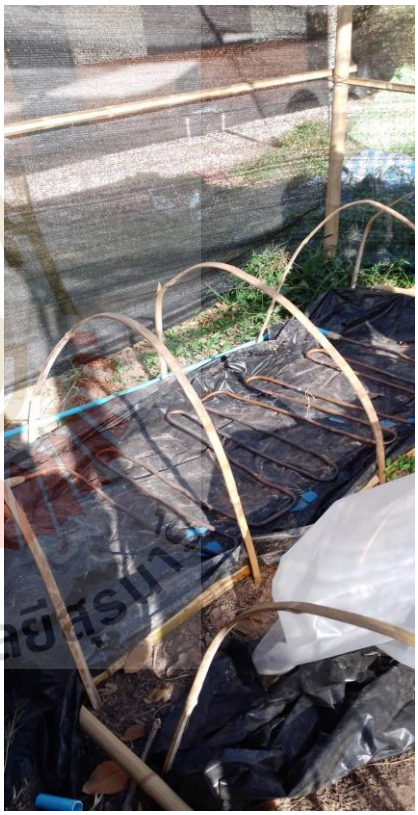
นิวัฒน์ ชาธิรัตน์. (2547), การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของเห็ดฟางในวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

ภาพการทดลอง

การเตรียมแปลงเสร็จแล้วทำการให้ธาตุอาหารและกากมันสำปะหลัง



กระโจมที่ใช้ในการทดลอง

การอัดก้อนเห็ด

ภาพรวมของระบบที่ทำการทดลอง

ชุดอุปกรณ์ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

ประวัติผู้เขียน

นายชัชวาลย์ อินทะเสย์ เกิดวันที่ 7 กันยายน พ.ศ 2523 จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จากวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร พ.ศ 2543 สาขาวิชาช่างยนต์ และสำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) พ.ศ 2546 หลังจากสำเร็จการศึกษา ได้ทำการศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ 2563 ในขณะศึกษาอยู่ ได้ทำงานอยู่ในวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ในตำแหน่ง นักวิชาการศึกษา หัวหน้างานประกันคุณภาพการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี