รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง
การผลิตต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อลดการติดเชื้อ *Phytophthora palmivora* โดยวิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะชำด้วยระบบควบคุมฟัซซี่

Production of Durian Seedling cv. Monthong with Reducing *Phytophthora palmivora* Infections by Controlling Temperature and Relative Humidity in Nursery using Fuzzy Control Systems

หัวหน้าโครงการวิจัย
ดร. สุมิตร คุณเจตน์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนจากรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม)
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 555436
สัญญาเลขที่ 29/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง
การผลิตต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อลดการติดเชื้อ *Phytophthora palmivora* โดยวิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะชำด้วยระบบควบคุมฟัซซี่

Production of Durian Seedling cv. Monthong with Reducing *Phytophthora palmivora* Infections by Controlling Temperature and Relative Humidity in Nursery using Fuzzy Control Systems

ดร. สุมิตร คุณเจตน์

คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

ได้รับประมาณ เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 29/2560

Acknowledgment

This work was financially supported by the Research Grant of Burapha University through National Research Council of Thailand (Grant no. 29/2560).

การผลิตต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อลดการติดเชื้อ *Phytophthora palmivora* โดยวิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะชำด้วยระบบควบคุมฟัซซี่

บทคัดย่อ

เชื้อรา *Phytophthora palmivora* เป็นเชื้อสาเหตุของการเกิดโรคกับทุเรียน เป็นเชื้อราที่อยู่ในดินและพบแพร่กระจายในน้ำและอากาศ สามารถเข้าทำลายต้นทุเรียนได้ทุกระยะการเจริญเติบโต งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 พัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงเรือนอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถควบควบอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้อยู่ในสภาวะที่กำหนดได้ โดยทำการออกแบบการทำความความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติ ออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่โดยการโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิ จากผลการทดลองพบว่า การควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ค่อนข้างคงที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่การควบคุมอุณหภูมิภายโรงเรือนยังมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศภายนอกโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-35 องศาเซลเซียส การทดลองที่ 2 ทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาด นำใบเพสลาดที่แสดงอาการใบไหม้มาทำการแยกเชื้อด้วยวิธี Tissue transplanting method หลังจากนั้นนำใบจากต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาดมาทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนใบทุเรียน แล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปฏิบัติการ ตรวจดูอาการเกิดโรคใบไหม้ ผลการทดลองพบว่าต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนทั้งที่ควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนทุกกรรมวิธี ไม่พบใบที่แสดงอาการใบไหม้ และ Sporangium ของเชื้อ แต่การทดลองในห้องปฏิบัติการใบทุเรียนจะแสดงอาการของโรคใบไหม้ เมื่ออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ใบทุเรียนมีอาการใบแห้ง แต่ไม่แสดงอาการเกิดโรค ดังนั้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียน คือ อุณหภูมิสูงกว่า30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : เชื้อรา *Phytophthora palmivora* ต้นกล้า ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ระบบควบคุมฟัซซี่

Production of Durian Seedling cv. Monthong with Reducing *Phytophthora palmivora* Infections by Controlling Temperature and Relative Humidity in Nursery using Fuzzy Control Systems

Abstract

Phytophthora palmivora is the most important diseases in durian plant which can be spreaded in soil, water and air. It can be damaged all stage of durian growth. The experiment was separated into 2 parts : 1) Development of automatic control system of temperature and relative humidity in the greenhouse with an evaporative cooling system and spraying system was conducted. The design of fuzzy system was programmed for controller, an analog input device for receive analog signs signals from temperature and relative humidity sensors. The results showed that the fuzzy control system can be maintained relative humidity throughout the experiment at 100 percentages whereas temperature in the greenhouse was exchanged followed by the outside greenhouse temperature at 25-35 degrees Celsius. 2) The mature leave of durian seedling was infected with *P. palmivora* for 10 days in the greenhouse Detection of fungal on the leaves was conducted by Tissue transplanting method. Then, the mature leave from durian seedling was infected with *P. palmivora* and put in the chamber in the laboratory which can be controlled temperature and relative humidity. The results showed that no symptom of the leaves all treatments and no sporangia production were observed from this fungal in the greenhouse. Whereas the learves in the chamber at temperature 25 degrees Celsius and relative humidity 80-90 percentages were appeared symptom of the fungal in the learves. However, the leaves in the chamber at temperature more than 30 degrees Celsius and relative humidity less than 80 percentages were found dry leaves symptom but they were not appeared symptom of the fungal in the learves. Then, this weather conditions may be reduce *Phytophthora palmivora* infections in the durian seedling in the nursery.

Keywords : *Phytophthora palmivora*, Seedling, Durian cv. Monthong, Fuzzy control system

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
1.5 การทบทวนวรรณกรรม	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
2. วิธีดำเนินงานวิจัย	11
การทดลองที่ 1 การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเพาะชำ	12
การทดลองที่ 2 ศึกษาการเกิดอาการใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองในเรือนเพาะชำที่เป็นสาเหตุมาจากเชื้อ P. palmivora ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน	14
การทดลองที่ 3 ศึกษาการเกิดอาการใบไหม้ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน3.3 อุปกรณ์	15
3. ผลการวิจัย	18
4. อภิปรายและวิจารณ์	33
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	35
6. ผลผลิต	36
รายงานสรุปการเงิน	37
เอกสารอ้างอิง	39
ประวัตินักวิจัย	40

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. การเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 30
2. การเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน 30
3. การเปรียบเทียบผลการเกิดอาการใบไหม้ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนที่มีและไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 31
4. การเกิดอาการใบไหม้บนใบทุเรียนพันธุ์หมอนทองในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน 32

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. ตรรกะฟัซซี่ 9
2. การประมวลผลแบบฟัซซี่ 10
3. การติดตั้งระบบควบคุมปั๊มน้ำและพัดลมระบายอากาศของระบบการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์น้ำ โดยการโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นให้สามารถส่งการควบคุมระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้ 13
4. การเตรียมต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร 15
5. นำมาไว้ในโรงเรือนเพาะชำเป็นเวลา 7 วัน ก่อนทำการทดลอง คัดเลือกต้นพันธุ์ทุเรียนที่มีความสมบูรณ์และไม่แสดงอาการใบไหม้ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *P. Palmivora* 16
6. ทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาด ยืนยันผลอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อแล้ว 10 วัน 16
7. นำใบจากต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาดมาทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียน แล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปฏิบัติการโรคพืช 17
8. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในโรงเรือน 18
9. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์น้ำภายนอกโรงเรือน. 19
10. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์น้ำทั้งภายนอกและภายในโรงเรือน 19
11. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2561 20
12. อุณหภูมิภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2561 20
13. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ จำนวน 3 โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 22
14. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ จำนวน 3 โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 23
15. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ จำนวน 3 โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 23

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

16. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในโรงเรือนวิธี 25
17. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายนอกโรงเรือน 26
18. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน 27
19. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในโรงเรือน 55 28
20. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายนอกโรงเรือน 28
21. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในและภายนอกโรงเรือน 29

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ทุเรียน (*Duriozibethinus* Murray) เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกตามแผนพัฒนากลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก 4 ปี พ.ศ. 2558-2561 เนื่องจากทุเรียนเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อน จึงเป็นที่นิยมปลูกในภาคตะวันออก จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2557 ภาคตะวันออกมีพื้นที่ปลูกทุเรียนจำนวน 192,591 ไร่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี, 2558) และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงมีความต้องใช้ต้นกล้าพันธุ์ทุเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมาก

ปัญหาของการผลิตทุเรียนที่สำคัญคือการระบาดของโรคพืชตั้งแต่ระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการระบาดของโรคใบไหม้ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนเพาะชำ ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* (*P. palmivora*) จากการศึกษาพบว่าเชื้อรา *P. palmivora* เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียนและโรครากเน่าโคนเน่าในแปลงปลูกทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี (เชษฐา, 2541) เมื่อมีการติดเชื้อจะส่งผลให้เชื้อราเข้าไปทำลายต้นกล้าและเป็นแหล่งแพร่กระจายของเชื้อไปยังส่วนต่าง ๆ ของโรงเรือนเพาะชำอย่างรวดเร็ว (Subhadrabandhu and Ketsa, 2001) หากนำต้นกล้าที่มีโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* ไปปลูกในแปลงปลูกทุเรียนอาจจะเกิดการแพร่ระบาดของเชื้อรา *P. palmivora* ทำให้เกิดโรครากเน่าและโคนเน่าในต้นทุเรียนได้ (หิรัญและคณะ, 2546) ทุเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นพันธุ์ทุเรียนที่อ่อนแอต่อการติดโรค ทำให้ความรุนแรงของการระบาดของโรคเพิ่มสูงขึ้น (ปัญจมา, 2546) หากต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองจากโรงเรือนเพาะชำมีเชื้อ *P. palmivora* ติดไปกับต้นกล้าหรือวัสดุปลูก จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการแพร่ระบาดในพื้นที่แปลงปลูกใหม่ได้ (หิรัญและคณะ, 2546) การแพร่ระบาดของเชื้อ *P. palmivora* สามารถเกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยผ่านทางสภาพอากาศและคุณภาพน้ำที่ใช้ในโรงเรือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฝนตกชุก มีแสงน้อย อุณหภูมิ (ระหว่าง 19-32 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง (ประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้การระบาดและการแพร่กระจายของเชื้อ *P. palmivora* มีความรุนแรงสูง (รัตติยา, 2535) เชื้อรา *P. palmivora* เป็นสาเหตุของโรคใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียนและโรครากเน่าโคนเน่าในแปลงปลูก เชื้อรานี้เป็นเชื้อในดิน อาศัยข้ามฤดูบนเศษซากพืชที่เคยเป็นโรค เศษอินทรีย์วัตถุในดิน หรือบนพืชอาศัยบางชนิด ถ้าอยู่ในดินจะสร้างเส้นใยผนังหนารูปร่างกลม เรียก chlamydospore การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพศเมียจะสร้าง oogonium เพศผู้สร้าง antheridium เกิดสปอร์ผนังหนาเรียก oospore สปอร์ทั้ง 2 ชนิดมีความคงทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะงอกเจริญเป็นเส้นใยสร้าง sporangium เมื่อมีความชื้นสูงจะปล่อย zoospore เข้าทำลายรากพืช ในฤดูฝนมีความชื้นสูงเชื้อโรคตามผิวดินจะผลิตสปอร์และสามารถแพร่กระจายโดยอาศัยลม และความชื้นไปตกตามยอด ใบและส่วนต่าง ๆ ของทุเรียน เกิดการลุกลามของโรคทำให้ทุเรียนแสดงอาการต้นโทรม อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรค ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ย ยอดไหม้แห้ง มีอาการลำต้นหรือรากเน่าแฉะฉ่ำน้ำจนเปลือกร่อน ระบบรากเสีย ไม่

มีรากฝอย หากเกิดการติดเชื้อในระยะต้นกล้าจะแสดงอาการใบไหม้ในระยะใบเพสลาด (ธรรมศักดิ์, 2532)

การควบคุมโรคในปัจจุบันอาศัยการฉีดพ่นหรือรดดินด้วยสารเคมี เช่น สารเมตาแลกซิล เพื่อบำบัดรักษาต้นทุเรียนที่เป็นโรครากเน่าและโคนเน่าให้ฟื้นเป็นปกติได้หากการระบาดไม่รุนแรกมากนัก แต่การฉีดพ่นหรือรดดินด้วยสารเคมีกับต้นทุเรียนปกติไม่ให้ผลการป้องกันกำจัดที่ชัดเจนนัก (กรมวิชาการเกษตร, 2547) เนื่องจากการขยายพันธุ์ของเชื้อมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรและวิวัฒนาการของเชื้อ (Kronstad and Staben, 2547) ในสภาพธรรมชาติเชื้อรา *P. palmivora* สามารถผสมพันธุ์ภายในในสปีชีย์เดียวกันหรือต่างสปีชีย์กันได้ ทำให้เกิดไอโซเลทใหม่ที่เหมือนหรือแตกต่างไปจากเดิม (Chowdappa and Chandramohanan, 2547) ดังนั้นการใช้สารเคมีในปริมาณมากนอกจากเป็นการสิ้นเปลืองแล้วอาจก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของเชื้ออันเป็นสาเหตุให้เกิดการดื้อยาของโรคทำให้การป้องกันกำจัดเชื้อโรคทำได้ยากขึ้นในอนาคต

จากปัญหาดังกล่าวทางทีมวิจัยจึงสนใจการสร้างโรงเรือนเพาะชำต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้อยู่ในสภาวะที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* อันเป็นสาเหตุของการเกิดและการแพร่ระบาดของโรคใบไหม้ภายในโรงเรือน ในขั้นตอนการทดลองจะมีการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* ในโรงเรือนเพาะชำภายใต้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่ (Fuzzy Control System) เพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอัตโนมัติให้อยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. palmivora*

1.2 วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

1. พัฒนาระบบโรงเรือนอัจฉริยะที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

2. เพื่อหาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. พัฒนาระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะชำ ขนาด กว้าง xยาวxสูง เป็น 1x1x2 เมตร จำนวน 9 โรงเรือน

2. ใช้ต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองในระยะต้นกล้าอายุไม่เกิน 1 ปีมาปลูกเชื้อ *P. palmivora* แล้วเพาะเลี้ยงในโรงเรือนเพาะชำ

3. ตรวจสอบการเกิดโรคใบไหม้ที่เป็นสาเหตุมาจากเชื้อ *P. palmivora* ในต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองภายในโรงเรือนโดยใช้วิธีการแยกเชื้อรา Tissue transplanting method เปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างโรงเรือนมีการควบคุมกับโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

4. ทดสอบโดยใช้ต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองจำนวน 9 ต้นต่อโรงเรือน จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 โรงเรือน

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ทุเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากเนื่องจากผลผลิตมีราคาสูงและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค แต่ทุเรียนพันธุ์นี้มีความอ่อนแอต่อการเกิดโรคโดยเฉพาะโรครากเน่าและโคนเน่า (ปัญจมา, 2546) หากต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองจากโรงเรือนเพาะชำมีเชื้อ *P. palmivora* ติดไปกับต้นกล้าหรือวัสดุปลูกจะเป็นสาเหตุให้เกิดการแพร่ระบาดในพื้นที่แปลงปลูกใหม่ได้ (หิรัญและคณะ, 2546) การแพร่ระบาดของเชื้อ *P. palmivora* สามารถเกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยผ่านทางสภาพอากาศและคุณภาพน้ำที่ใช้ในโรงเรือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฝนตกชุก มีแสงน้อย อุณหภูมิ (ระหว่าง 19-32 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง (ประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้การระบาดและการแพร่กระจายของเชื้อ *P. palmivora* มีความรุนแรงสูง (รัตติยา, 2535)

เชื้อรา *P. palmivora* เป็นสาเหตุของโรคใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียนและโรครากเน่าโคนเน่าในแปลงปลูก เชื้อรานี้เป็นเชื้อในดิน อาศัยข้ามฤดูบนเศษซากพืชที่เคยเป็นโรค เศษอินทรีย์วัตถุในดิน หรือบนพืชอาศัยบางชนิด ถ้าอยู่ในดินจะสร้างเส้นใยผนังหนารูปร่างกลม เรียก chlamydospore การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพศเมียจะสร้าง oogonium เพศผู้สร้าง antheridium เกิดสปอร์ผนังหนาเรียก oospore สปอร์ทั้ง 2 ชนิดมีความคงทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะงอกเจริญเป็นเส้นใยสร้าง sporangium เมื่อมีความชื้นสูงจะปล่อย zoospore เข้าทำลายรากพืช ในฤดูฝนมีความชื้นสูงเชื้อโรคตามผิวดินจะผลิตสปอร์และสามารถแพร่กระจายโดยอาศัยลม และความชื้นไปตกตามยอด ใบและส่วนต่าง ๆ ของทุเรียน เกิดการลุกลามของโรคทำให้ทุเรียนแสดงอาการต้นโทรม อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรค ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ย ยอดไหม้แห้ง มีอาการลำต้นหรือรากเน่าแฉะฉ่ำน้ำจนเปลือกร่อน ระบบรากเสีย ไม่มีรากฝอย หากเกิดการติดเชื้อในระยะต้นกล้าจะแสดงอาการใบไหม้ในระยะใบเพสลาด (ธรรมศักดิ์, 2532)

แนวคิดของการวิจัยนี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐาน คือ อิทธิพลของสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตและการแพร่ระบาดของเชื้อ *P. palmivora* ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคใบไหม้ในต้นกล้าทุนเรียนในโรงเรือนเพาะชำ ดังนั้นถ้าเราสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเพาะชำไม่ให้เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. palmivora* ก็จะลดการระบาดของโรคใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียนได้ ทำให้ลดการใช้สารเคมีกำจัดโรคพืช ลดการดื้อยาของเชื้อ อีกทั้งยังเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการเก็บข้อมูลค่าของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมในโรงเรือนเพาะชำต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* เพื่อนำมาออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนเพาะชำให้มีสภาวะที่เหมาะสมตลอดเวลาแบบอัตโนมัติ เพื่อการผลิตต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ลดการติดเชื้อ *P. palmivora* ซึ่งเป็นสาเหตุของอาการโรคใบไหม้ต้นกล้าและโรครากเน่าโคนเน่าในแปลงปลูกทุเรียน

1.5 การทบทวนวรรณกรรม

1. การเกิดโรคในระยะต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนเพาะชำ (ชารินทร์, 2558)

จากการสำรวจเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในระยะต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนเพาะชำในพื้นที่ 3 อำเภอของจังหวัดจันทบุรี คือ อำเมืองเมือง ขลุง และแหลมสิงห์ พบว่าส่วนต่างๆของต้นกล้าทุเรียนในระยะต้นตอ (21 วันหลังจากเพาะเมล็ด) ระยะเสียบยอด (49 วันหลังจากเพาะเมล็ด) ในอำเภอเมืองและแหลมสิงห์ ระยะเสียบยอด (70 วันหลังจากเพาะเมล็ด) ในอำเภอขลุง ระยะเสียบยอด (66 วันหลังจากเพาะเมล็ด) ในอำเภอเมืองและขลุง และระยะเสียบยอด (100 วันหลังเพาะเมล็ด) ในอำเภอขลุง พบเชื้อรา *P. palmivora* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ half potato dextrose agar บนบริเวณปลายราก นอกจากนี้ยังพบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคกับต้นกล้าทุเรียน ได้แก่ เชื้อรา *Colletotricchum gloeosporioides* เชื้อรา *Phomopsis sp.* และเชื้อรา *Rhizoctonia sp.*

2. การแพร่ระบาดของเชื้อ *P. palmivora* (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

โรครากเน่าและโคนเน่าเป็นโรคสำคัญที่ทำความเสียหายต่อการทำสวนทุเรียนเป็นอย่างมาก มีสาเหตุจากเชื้อ *P. palmivora* ซึ่งเป็นเชื้อราชั้นต่ำ สามารถพักตัวอยู่ในดินได้นานหลายปีในรูปของ Chlamydospore เมื่อมีสภาวะแวดล้อมเหมาะสม คือมีน้ำและความชื้นเพียงพอก็สามารถงอกเป็นเส้นใย สร้างอวัยวะขยายพันธุ์ (Sporangium) ซึ่งเป็นที่กำเนิดของ Zoospores ซึ่งมีหางสามารถเคลื่อนที่ในน้ำเข้าหาพืชอาศัยและทำลายพืชนั้นได้ นอกจากนั้นส่วนของเชื้อราที่ติดอยู่กับอนุภาคดินอาจถูกพัดพาโดยลมพายุไปยังสถานที่ที่อยู่ห่างไกลได้ รวมทั้งติดไปกับดินปลูก กิ่งพันธุ์ จากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง เชื้อราชนิดนี้เป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของพืชอื่นได้อีกหลายชนิด เช่น อโวกาโด มะม่วง วานิลลา และกล้วยไม้ เป็นต้น

ลักษณะอาการ

เมื่อสังเกตจากภายนอกทรงพุ่ม จะเห็นใบทุเรียนไม่เป็นมันสดใสเหมือนปกติ โดยเฉพาะในช่วงกลางวันที่มีแดดจัด ใบจะดูสลด และกลับเป็นปกติในตอนเย็น ต่อมาใบล่างๆจะเริ่มเป็นจุดประเหลืองแล้วหลุดร่วงไป โดยอาจเกิดทั้งต้นหรือด้านใดด้านหนึ่งของทรงพุ่ม ขึ้นอยู่กับว่าโรคนั้นเกิดที่ราก ลำต้น หรือกิ่งก้าน และอาการของโรครุนแรงเพียงใด หากโรครุนแรง (รากหรือโคนต้น มีอาการเน่าเสียมากกว่า 50 %) อาจพบใบเหลืองร่วงทั้งต้น และต้นตายในที่สุด หากไม่มีการรักษาที่ถูกต้อง อาการเริ่มแรกของการเน่าจะสังเกตเห็นผิวเปลือกของลำต้นหรือกิ่งคล้ายมีคราบน้ำเกาะติดเห็นได้ชัดในสภาพที่ต้นทุเรียนแห้ง เมื่อสังเกตให้ดีจะพบรอยแตกเล็กๆ เป็นช่องให้น้ำยางสีน้ำตาลแดงไหลออกจากแผลในช่วงเช้าที่อากาศชุ่มชื้น น้ำยางจะแห้งไปในช่วงที่มีแดดจัด เห็นเป็นคราบน้ำจับบนเปลือกลำต้น อาการเห็นได้ชัดเจนในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากต้นทุเรียนแห้ง ทำให้เห็นความแตกต่างของผิวเปลือกของต้นที่เป็นโรค เกษตรกรมักพบอาการของโรคในช่วงปลายฤดูฝน ในขณะที่การเข้าทำลายของเชื้อโรคมักเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงต้นฝน เชื้อโรคจึงเข้าไปเจริญและพัฒนาอยู่ในต้นพืชเป็นเวลานานแล้ว ทำให้บางครั้งแผลเน่าภายใต้เปลือกมีขนาดใหญ่ และรักษาให้หายจากโรคได้ยาก เมื่อเปิดเปลือกของลำต้นบริเวณที่มีคราบน้ำยางออกบางๆ ด้วยมีดหรือสิ่ว จะเห็นเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายมีสีน้ำตาลแดงหรือน้ำตาลเข้ม เป็นแผลเน่าแผ่ขยายไปตามความกว้างและความสูงของลำต้น ขนาดของแผลขึ้นกับระยะเวลาที่เชื้อโรคเข้าทำลาย หากถูกทำลายเป็นเวลานานจะมีสีเข้มจนเกือบดำ โดยบริเวณกลางแผลเน่ามักมีสีเข้มกว่าบริเวณขอบแผล ซึ่งมีสีครีมหรือน้ำตาลอ่อน แผ่ออกไปยังเนื้อเปลือกปกติที่มีสีขาวหรือเขียวอ่อน การขยายตัวลุกลามของแผลเน่าอาจเป็นไปตามแนวขวางหรือแนวตั้ง ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรคและพันธุ์ทุเรียน ทุเรียนที่มีความต้านทานต่อโรคนี้ เช่น ทุเรียนนก แผลเน่าจะขยายตัวไปในแนวตั้งมากกว่าแนวนอน ทำให้มีผลน้อยต่ออาการทรุดโทรมของต้น ส่วนทุเรียนที่อ่อนแอต่อโรค เช่น หมอนทอง กระดุม และกบ แผลเน่าจะขยายไปในแนวนอน เป็นผลให้การลำเลียงน้ำและอาหารผ่านท่อน้ำท่ออาหารของพืชถูกตัดขาดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา

การเน่าของรากใหญ่ที่อยู่บนดินหรือใต้ดินส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายกับอาการเน่าของโคนหรือลำต้น ส่วนอาการเน่าที่เกิดกับรากเล็กหรือรากฝอยนั้น มักพบในทุเรียนที่ปลูกแบบยกร่อง เช่น แถบสวนจังหวัดนนทบุรี โดยรากฝอยหรือรากเล็กๆ ที่โผล่ออกมาจากดินข้างท้องร่องถูกแช่น้ำในร่องเป็นเวลานาน และมีโอกาสที่เชื้อรา *P. palmivora* ซึ่งแพร่ระบาดไปทางน้ำได้เข้าทำลาย เกิดการเน่าของรากเป็นสีดำ เนื้อเยื่อรากเปื่อยยุ่ย เมื่อดึงเบาๆ จะขาดออกจากกันได้ง่าย อาการรากเน่านี้ พบไม่มากในแหล่งปลูกทุเรียนภาคตะวันออก เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี แต่ก็สามารถพบได้เมื่อต้นทุเรียนผ่านสภาวะน้ำท่วมขังหรือฝนตกชุก และเกษตรกรไม่ได้เตรียมการระบายน้ำออกจากแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เชื้อราสาเหตุที่พักตัวอยู่ทั่วไปในดิน มีเวลาที่จะเจริญเข้าทำลายรากพืชได้ ทุเรียนที่รากฝอยเน่าจะแสดงอาการทรุดโทรมทีละน้อย สังเกตเห็นอาการใบสลดในช่วงกลางวันที่มีแดดจัดก่อน ต่อมาใบจะมีลักษณะด้านไม่เป็นมันสดใส เป็นจุดเหลืองประและค่อยๆ ร่วงหล่นจนหมดต้น ปลายยอดจะค่อยๆ แห้งลงมายังกิ่งใหญ่ด้านล่าง จนกระทั่งกิ่งแห้งทั้งต้น อาการดังกล่าวอาจใช้เวลานาน 1-2 ปีกว่าต้นจะตาย อย่างไรก็ตาม อาการทรุดโทรมที่เกิดจากรากถูกทำลายนั้น อาจไม่ได้เกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* โดยตรง สภาพน้ำท่วมขัง ดินดาน ดินที่มีหน้าดินตื้น หรือการใช้สารเคมีที่ไม่เหมาะสม ในบริเวณโคนต้นทุเรียน อาจมีผลกระทบต่อการเจริญของรากทุเรียน ทำ

ให้ต้นทุเรียนแสดงอาการยอดเหลืองร่วง ยอดแห้ง เนื่องจากปลายรากเล็กๆ ถูกทำลายหรือถูกจำกัดไม่ให้เจริญเติบโตหาอาหารไปเลี้ยงลำต้น ทำให้ต้นทรุดโทรม ซึ่งอาจเป็นช่องทางให้เชื้อราเข้าทำลายซ้ำ และต้นตายได้ ในปัจจุบันพบอาการต้นทุเรียนมีใบไหม้แห้งติดคาต้น ซึ่งอาการจะเกิดอย่างรวดเร็ว คล้ายอาการหนอนเจาะกิ่งทุเรียนที่ทำให้เกิดอาการใบไหม้เป็นหย่อมๆ บริเวณลำต้นและเปลือก ไม่มีอาการของแผลเน่าให้เห็น ต้นทุเรียนมักจะตายอย่างรวดเร็ว เมื่อขุดดูรากพบว่ารากฝอยและรากแขนงยังคงเป็นปกติเป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อตรวจดูบริเวณโคนต้นที่อยู่ต่ำกว่าระดับดินโดยการเฉือนเปลือกจะพบว่ามีการเน่าเสียขยายตัวลุกลามไปจนรอบต้น และแผ่ขยายไปยังโคนรากใหญ่ แสดงว่า โคนต้นใต้ดินนั้นถูกเชื้อราเข้าทำลายมาเป็นเวลานานแล้ว จนกระทั่งถึงจุดวิกฤตที่ไม่สามารถจะทนได้ จึงแสดงอาการใบเหี่ยวและแห้งอย่างรวดเร็วและตายในเวลาต่อมา เชื้อรา *P. palmivora* อาจเข้าทำลายใบทุเรียนได้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น ในฤดูฝนที่มีฝนตกชุกต่อเนื่องและมีลมพายุพัดพาส่วนของเชื้อราให้แพร่ระบาดไปอย่างกว้างขวาง ลักษณะอาการบนใบเริ่มแรกจะเป็นจุดฉ่ำน้ำเล็ก ๆ และขยายใหญ่ขึ้นเป็นแผลสีน้ำตาลคล้ำ ขนาดแผลมีทั้งเล็กและใหญ่ รูปร่างค่อนข้างกลม ส่วนใหญ่เชื้อราเข้าทำลายใบได้ดีในช่วงใบอ่อนจนถึงใบเพสลาด ใบที่เป็นโรคจะร่วงหล่นและมีอาการปลายยอดแห้งในเวลาต่อมา ต้นทุเรียนค่อย ๆ ทรุดโทรมและตายในที่สุด การแพร่ระบาดในลักษณะนี้เคยทำความเสียหายกับต้นทุเรียนที่ปลูกในภาคตะวันออกเป็นจำนวนนับหมื่นต้นในช่วงปี พ.ศ. 2537-2538

การป้องกันกำจัด

การป้องกันกำจัดที่ดีและประหยัดที่สุด คือ การใช้ต้นตอที่ต้านทานต่อโรค แต่การคัดเลือกพันธุ์ต้านทานนั้น เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากและต้องใช้เวลานาน ต้นตอต้านทานโรคต้องมีคุณสมบัติเข้าได้กับยอดพันธุ์ดีที่นำมาเสียบ *(graft)* เพื่อให้มีการเจริญเติบโตอย่างปกติ ในช่วง 10 กว่าปีที่แล้วมานี้ ได้มีการคัดเลือกหาต้นตอที่ต้านทานการเข้าทำลายของเชื้อราไฟทอปธอร่า พบว่า เชื้อราไม่สามารถทำให้เกิดอาการรากเน่ากับต้นทุเรียนป่าสองชนิด คือ ทุเรียนนก *(Durio lowianus)* และ ชาเรียน *(D. mansoni)* จากป่าแถบจังหวัดพังงา กระบี่ และตรัง ซึ่งมีดอกสีแดงสด ผลขนาดเล็ก หนามยาวแหลมและเนื้อน้อย (เป็นเพียงเยื่อบาง ๆ หุ้มเมล็ดเท่านั้น) ทรงต้นสูงใหญ่ อายุยืน มีเปลือกหนาและเนื้อเปลือกแน่น จึงได้นำเมล็ดทุเรียนทั้งสองมาปลูกทดสอบความต้านทานในแปลงปลูกโดยใช้เป็นต้นตอทุเรียนพันธุ์การค้า เช่น ชะนี และหมอนทอง พบว่าต้นตอทุเรียนสามารถเข้ากันได้กับทุเรียนพันธุ์การค้า แต่การเจริญเติบโตของทุเรียนนก และชาเรียนช้ากว่าทุเรียนพันธุ์การค้า ทำให้เกิดลักษณะคอคอด แต่การเจริญเติบโต และการออกดอก ติดผลของทุเรียนพันธุ์การค้ายังเป็นปกติ ในบางท้องที่โดยเฉพาะที่เป็นดินร่วนปนทราย ทุเรียนที่ใช้ทุเรียนนกเป็นต้นตอแสดงอาการปลายยอดแห้ง เมื่อปลูกไปได้ประมาณ 4-5 ปี โดยเกิดอาการอย่างช้าๆ และไม่แสดงอาการทรุดโทรมให้เห็นเด่นชัดนัก เมื่อตรวจสอบบริเวณโคนที่อยู่ลึกลงไปในดินและโคนรากใหญ่ก็พบอาการเน่าโดยเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายเปลี่ยนเป็นสีค่อนข้างแดง บริเวณที่เน่านี้ คือส่วนของเมล็ดที่กลายมาเป็นโคนต้นซึ่งฝังอยู่ในดิน ในสภาพที่ชุ่มน้ำส่วนนี้จะเป็นส่วนที่อ่อนแอของทุเรียนป่าชนิดนี้ แม้ว่าเปลือกและเนื้อเยื่อของลำต้นจะต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคก็ตาม ดังนั้นการใช้ต้นตอทุเรียนนก จึงไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ในขณะที่ยังไม่พบอาการเน่าที่เกิดกับทุเรียน อาจเนื่องจากบริเวณลำต้นใต้ดินยังมีความต้านทานต่อโรคระดับสูง หรือการนำไปใช้เป็นต้นตอยังมีน้อยกว่าทุเรียนนก จึงยังสำรวจไม่พบความเสียหายจากโรค อย่างไรก็ตาม แนวทางการใช้พันธุ์ต้านทานนี้ก็ยังคงเป็นมาตรการหลักในการป้องกัน

กำจัดโรค โดยการค้นหาต้นตอชนิดใหม่ๆ และวิธีการนำต้นตอมาใช้ เช่น การใช้ทุเรียนนกในรูปของกิ่งตอนเป็นต้นตอแทน เพื่อหลีกเลี่ยงจุดอ่อนของส่วนของเมล็ดที่กลายเป็นโคนต้น เป็นต้น ชาวสวนทุเรียนมีการใช้ต้นตอเพื่อป้องกันการเกิดโรคโคนเน่ารากเน่ากันมานานแล้ว โดยเสริมรากทุเรียนพันธุ์ดีด้วยพันธุ์พื้นเมืองเพาะเมล็ด ทำให้มีต้นตอ 2-3 ต้น เป็นการเพิ่มโอกาสที่ต้นตอบางต้นอาจรอดพ้นจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคได้บ้าง

การรักษาอาการโคนเน่าหรือลำต้นเน่า ให้สกัดเอาส่วนที่เป็นโรคออกให้หมดจนถึงเนื้อไม้ โดยใช้มีดหรือสิ่วคมๆ หลังจากนั้นทารอยแผลด้วยปูนแดงหรือสารป้องกันกำจัดโรคพืชประเภทสารประกอบทองแดง เช่น คูปราวิท หรือคอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ เพื่อป้องกันเชื้อโรคอื่นเข้าทำลายภายหลัง แต่ถ้าหากโรคลุกลามมาก การสกัดเปลือกออกนั้น นอกจากเป็นการยากที่จะสกัดเอาส่วนที่เป็นโรคได้อย่างหมดจดแล้ว ยังอาจทำให้ต้นทรุดโทรมได้ง่าย เนื่องจากท่อน้ำท่ออาหารถูกตัดขาดมากเกินไป

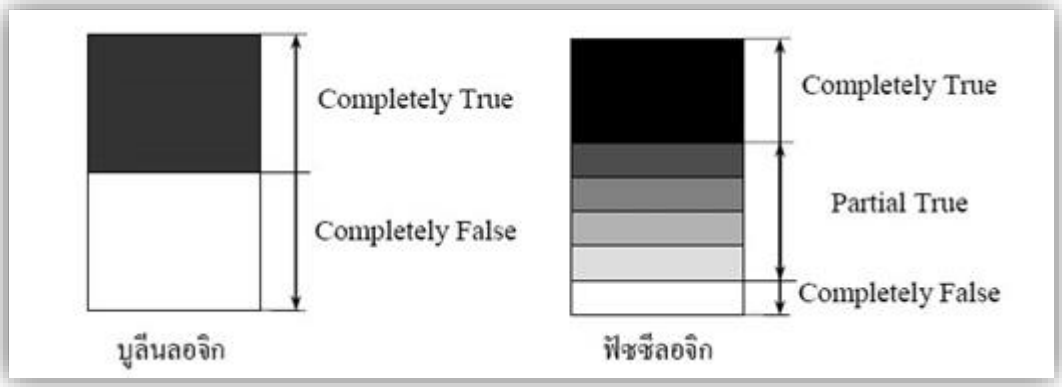
ในระยะหลังมีการผลิตสารเคมีประเภทดูดซึมที่มีประสิทธิภาพเฉพาะกับเชื้อราชั้นต่ำ ในกลุ่ม *Phycomycetes* ขึ้นมาหลายชนิด เช่น สารพวกเอซิลอลานีน (Acylalanine) ได้แก่ สารเมตาแลคซิล (metalaxyl*)*, และสารฟอสเอทธิล อะลูมินั่ม *(*phosethyl aluminum*),* เบนนาแลคซิล *(*benalaxyl*),* ออกซา-ดิกซิล (oxadixyl) และโอฟูเรซ (ofurace) เป็นต้น วิธีการใช้ทำได้โดยถากเปลือกบริเวณที่เป็นโรคออกบางๆ ให้ทราบขอบเขตของแผลที่ถูกทำลาย ใช้สารเคมี เช่น สารเมตาแลคซิลชนิดผง 25% ในอัตรา 50-60 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร หรือสารฟอสเอทธิล อะลูมินั่มชนิดผง 80% ในอัตรา 80-100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ผสมน้ำทาบริเวณที่ถากออก หลังจากนั้นประมาณ 15 วัน ควรตรวจดูแผลที่ทาไว้ หากยังมีลักษณะฉ่ำน้ำ ควรทาซ้ำอีกจนกว่าแผลจะแห้ง การรดดินหรือฉีดพ่นด้วยสารเคมีในสภาพการเกิดโรคโดยการปลูกเชื้อราสาเหตุนั้น พบว่า ไม่สามารถรักษาโรคที่โคนหรือลำต้นให้หายได้ การทาจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด แต่การรักษาโรคจะได้ผลก็ต่อเมื่อเกษตรกรต้องหมั่นตรวจตราต้นทุเรียนในแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งเชื้อราจะเริ่มระบาดเข้าทำลายต้นทุเรียน เมื่อเห็นอาการของโรคตั้งแต่ระยะเริ่มแรก และรีบดำเนินการรักษาเสียแต่เนิ่นๆ จะช่วยให้ประสบความสำเร็จโดยง่ายและไม่สิ้นเปลืองมาก หากปล่อยให้เชื้อโรคลุกลามเข้าทำลายต้นอย่างกว้างขวาง จนแผลมีขนาดใหญ่ การรักษาจะทำได้ยากและสิ้นเปลืองมากขึ้น ต้นชะงักการเจริญเติบโต มีอาการทรุดโทรม ต้องใช้เวลาพักฟื้นนานกว่าที่จะฟื้นตัว และแข็งแรงจนให้ดอกผลตามปกติได้ การรดดินด้วยสารเคมี เช่น สารเมตาแลกซิล ซึ่งปัจจุบันมีการผลิตออกขายในรูปเม็ด คือ เมตา-แลกซิล 5%G (granule) อาจช่วยบำบัดรักษาให้ต้นทุเรียนที่เป็นโรคที่รากใหญ่ รากฝอยหรือปลายรากฟื้นเป็นปกติได้ หากการระบาดของโรคไม่รุนแรงนัก การฉีดพ่นหรือรดดินด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ ทุก 6 เดือน หรือ 1 ปี เพื่อป้องกันการเกิดโรคกับต้นทุเรียนปกติไม่ให้ผลการป้องกันกำจัดที่ชัดเจนนัก นอกจากเป็นการสิ้นเปลืองแล้ว เชื้อราสาเหตุโรคในดินเมื่อได้รับหรือสัมผัสกับสารเคมีบ่อยครั้ง มีโอกาสในการพัฒนาสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารเคมีได้ และอาจทำให้การป้องกันกำจัดทำได้ยากขึ้นในอนาคต สารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน คือ สารฟอสฟอรัสแอซิด (phosphorous acid) การใช้สารนี้ทำโดยผสมสารกับน้ำสะอาด ในอัตราส่วน 1:1 (สารเคมี 10 ซีซี น้ำสะอาด 10 ซีซี) ใส่ในกระบอกฉีดยาขนาดความจุประมาณ 50 ซีซี เจาะเปลือกลำต้นสูงจากพื้นดินประมาณ 1-2 ฟุต ด้วยสว่านให้เฉียงลงเล็กน้อย ลึกประมาณ 1½ - 2 นิ้ว ขนาดของรูที่เจาะต้องพอดี

กับปลายของกระบอกฉีดยา อัดฉีดน้ำยาเข้าไปในต้นที่เป็นโรคจนหมด ระวังอย่าให้น้ำยาไหลซึมออกมาภายนอก หลังจากนั้นอุดรูที่เจาะด้วยปูนแดง ปริมาณน้ำยาที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นรอบวงของลำต้นโดยต้นทุเรียนอายุ 7-8 ปี ใช้น้ำยาประมาณ 1 กระบอกฉีดยา หลังการฉีดสารประมาณ 1-2 เดือน อาการเน่าของเปลือกจะค่อยๆแห้ง โดยสังเกตเห็นบริเวณแผลเน่าเริ่มแตกระแหง ในกรณีที่ต้นเป็นโรครุนแรงมากๆ อาจใช้วิธีอัดฉีดสารเคมีเข้าลำต้นร่วมกับการทาแผลเน่าที่ลำต้นหรือโคน จะช่วยให้โรคหายเร็วยิ่งขึ้น นอกจากการใช้สารเคมีแล้ว สามารถเลือกใช้จุลินทรีย์ในการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่า ปัจจุบันมีการผลิตจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ *(antagonists)* ออกขายเป็นการค้า เช่น เชื้อราไตรโคเดอร์ม่า (*Trichoderma harzianum)* เชื้อราคีโตเมี่ยม (*Chaetomium globosum*) และเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส (*Bacillus subtilis*) เชื้อรา *2* ชนิดแรกใช้ใส่ดินในแปลงปลูกเพื่อควบคุมเชื้อไฟทอปธอร่า โดยต้องผสมกับปุ๋ยหมักหรือวัสดุที่เป็นอาหารของเชื้อราปฏิปักษ์ เพื่อให้สามารถเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณในดินได้ ส่วนเชื้อแบคทีเรียนั้นใช้ทาแผลเน่าที่โคนและลำต้น แม้การใช้เชื้อจุลินทรีย์จะไม่สามารถรักษาให้ทุเรียนหายจากโรคได้รวดเร็วเหมือนการใช้สารเคมี แต่ได้ประโยชน์ในแง่ของการรักษาสภาพแวดล้อมและสมดุลของธรรมชาติ และลดปริมาณสารเคมีที่อาจปนเปื้อนไปกับผลผลิต การเขตกรรมที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อการระบาดและความรุนแรงของโรคการให้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารบางชนิด เช่น ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยเคมีที่มีไนโตรเจนสูง อาจมีผลทำให้ต้นทุเรียนเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่มีความอ่อนแอต่อโรคมากขึ้น ในทางกลับกันต้นทุเรียนที่ไม่มีการให้ปุ๋ย หรือให้ปุ๋ยไม่พอเพียง จะเจริญเติบโตช้า มักไม่ค่อยพบปัญหาโรครากเน่าโคนเน่า อย่างไรก็ตามการทำสวนทุเรียนในปัจจุบันมีการแข่งขันกันทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ ทำให้เกษตรกรต้องใช้ปุ๋ยในรูปต่างๆ เพื่อให้ต้นเจริญเติบโตเร็ว ได้ผลผลิตปริมาณมาก ซึ่งอาจเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้ง่าย และต้องใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากขึ้นเป็นเงาตามตัว เกษตรกรควรตระหนักถึงพิษภัยของสารเคมี และหันมาใช้วิธีการผสมผสานในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแปลงปลูกทุเรียน ได้แก่ การสำรวจ และตรวจนับศัตรูพืชก่อนที่ตัดสินใจพ่นสารเคมี การเขตกรรม เช่น การตัดแต่งกิ่ง การทำความสะอาดแปลงปลูก การเก็บผลเน่าหรือแผลเน่าของเปลือกที่ร่วงหล่นบนดินออกนอกแปลงแล้วทำลาย และการใช้เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคในดิน เป็นต้น

3. ระบบควบคุมฟัซซี่

3.1 ตรรกะฟัซซี่

ตรรกะฟัซซี่ (fuzzy logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ฟัซซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง(partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (completely true) กับเท็จ (completely false) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตรรกะฟัซซี่

ความเป็นฟัซซี (fuzziness) มีชื่อเรียกว่า มัลติวาลานซ์ (multivalance) ซึ่งมีค่าที่ความเป็นสมาชิกมากกว่า 2 ค่า และแตกต่างกับไบวาลานซ์ (bivalance) ที่มีความเป็นสมาชิกเพียง 2 ค่า ฟัซซีเซต (Fuzzy set) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึง “ความไม่แน่นอน (uncertainty)” ฟัซซีจะสร้างวิธีทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความคลุมเครือ ความไม่แน่นอนของระบบที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึกของมนุษย์ เมื่อพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ในความไม่แน่นอนเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ (Decision making) โดยอาศัยเซตของความไม่เป็นสมาชิก (Zadeh, 2508)

3.2 เซตแบบฉบับ

เซตแบบฉบับ (classical set) หรือเซตทวินัย (crisp set) เป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 0 หรือ 1 {0, 1} เท่านั้น เซตในทฤษฎีเซตแบบฉบับจะมีขอบเขตแบบแข็ง (sharp boundary) ซึ่งเป็นขอบเขตที่ตัดขาดจากกันแบบทันทีทันใด เซตแบบฉบับมีการกำหนดค่าความเป็นสมาชิกตามแนวคิดเลขฐานสอง โดยที่ตัวแปรหนึ่ง ๆ จะมีค่าความเป็นสมาชิกเพียงสองค่า คือ 0 ไม่เป็นสมาชิก และ 1 เป็นสมาชิก

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases}$$

เมื่อ A เป็นเซตแบบฉบับหรือเซตแบบทวินัย x เป็นสมาชิกในเซต μ_A เป็นค่าความเป็นสมาชิกในเซต และ $\mu_A(x)$ เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในเซต A

3.3 ฟัซซีเซต

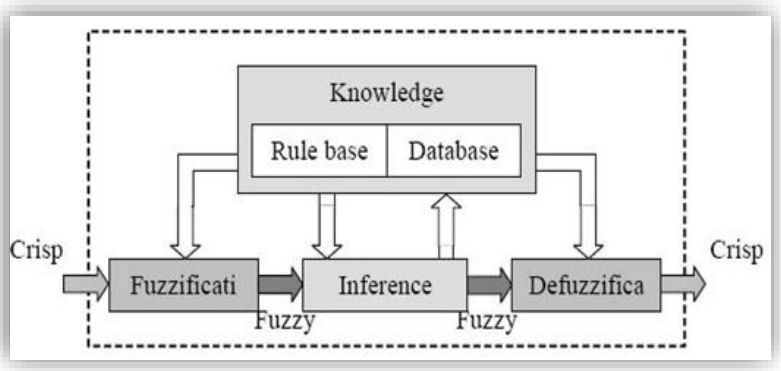
ฟัซซีเซต (Fuzzy Set) เป็นเซตที่มีขอบเขตที่ราบเรียบ ทฤษฎีฟัซซีเซตจะครอบคลุมทฤษฎีเซตแบบฉบับ โดยฟัซซีเซตยอมให้มีค่าความเป็นสมาชิกของเซต มีจำนวนระดับความเป็นสมาชิกเป็นอนันต์ คือค่าต่อเนื่องในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 1 ซึ่งครอบคลุมการกำหนดสมาชิกแบบฉบับ และเซตแบบฉบับหรือเซตทวินัย (crisp set)

$$\mu_{\underline{A}}(x) : X \rightarrow [0,1]$$

เมื่อ $\mu_{\underline{A}}$ เป็นค่าของความเป็นสมาชิกภาพของตัวประกอบ x ในฟัซซีเซต $\underline{A}$

3.4 การประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก (Immermann, H. 2001)

โครงสร้างพื้นฐานการประมวลผลแบบฟัซซี่ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 ส่วนดังนี้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การประมวลผลแบบฟัซซี่

- Fuzzification คือ ส่วนที่แปลงการอินพุตทั่วไปเปลี่ยนเป็นการอินพุตแบบตัวแปรฟัซซี หรือในรูปแบบเซตฟัซซีหรือเรียกว่าเป็นตัวแปรภาษา (Linguistic Variable)
- Knowledge base คือ ฐานความรู้ เป็นส่วนที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลในการควบคุมประกอบ 2 ส่วนคือ ฐานกฎ (Rule base) และฐานข้อมูล (Database)
- Rule base คือ ส่วนของการกำหนดวิธีการควบคุม ซึ่งได้จากผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของชุดข้อมูลแบบกฎของภาษา (Linguistic rule)
- Database คือ ฐานข้อมูล เป็นการจัดเตรียมส่วนที่จำเป็นเพื่อที่จะใช้ในการกำหนดกฎการควบคุม และการจัดการข้อมูลของตรรกศาสตร์ฟัซซี
- Inference Engine คือ เครื่องอนุมานหรือการตีความ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อเท็จจริงและกฎ เพื่อใช้ในการตีความหาเหตุผล เหมือนกลไกสำหรับควบคุมการใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งการกำหนดวิธีการของการตีความเพื่อหาคำตอบ
- Defuzzification คือ ส่วนที่แปลงการเอาต์พุตให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เป็นการทำการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบฟัซซีให้เป็นค่าที่สรุปผลหรือค่าการควบคุมระบบ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น ด้านวิชาการ ด้านนโยบาย ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์ อุตสาหกรรม ด้านสังคมและชุมชน รวมถึงการเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ด้านวิชาการ ทราบสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่ไม่เอื้อต่อการเติบโตของเชื้อ *P. palmivora* ในโรงเรือนเพาะชำต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง สามารถเผยแพร่ในงานประชุมวิชาการต่าง ๆ ได้

2. ด้านนโยบาย เป็นข้อมูลแก่เกษตรกรเพื่อให้ทราบสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อให้สามารถวางแผนการผลิตต้นกล้าทุเรียนที่มีคุณภาพดีได้

3. ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์อุตสาหกรรม เกษตรสามารถผลิตต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีคุณภาพดี โดยลดการใช้สารเคมีกำจัดโรคพืชในโรงเรือนเพาะชำและแปลงปลูก เป็นการลดต้นทุนในการปลูกทุเรียนและเพิ่มผลิตอย่างยั่งยืน

4. ด้านสังคมและชุมชน ทำให้เกษตรกรมีแนวทางในการป้องกันความเสียหายการแพร่ระบาดของโรครากเน่าโคนเน่าในทุเรียนพันธุ์หมอนทองในแปลงเพาะชำและแปลงปลูกใหม่ เป็นการลดความเสี่ยงจากการระบาดของโรคพืช ลดการใช้สารเคมี ทำให้มีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ (1) การพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงเรือน เพื่อให้ได้โรงเรือนเพาะชำที่สามารถควบควบอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้อยู่ในสภาวะที่กำหนดได้ และ (2) การศึกษาการเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนเพาะชำที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน เพื่อค้นหาสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. palmivora* ทำการทดลองที่มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเพาะชำ

การวางแผนการทดลอง

1.1 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนด้วยวิธีการที่ต่างกัน จำนวน 3 กรรมวิธี ทำซ้ำกรรมวิธีละ 3 โรงเรือน ณ เวลาเดียวกัน
กรรมวิธีที่ 1 ควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในโรงเรือน
กรรมวิธีที่ 2 ควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายนอกโรงเรือน
กรรมวิธีที่ 3 ความคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายนอก และสเปรย์น้ำภายในโรงเรือน

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำ
กรรมวิธีที่1 ทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้ได้คงที่ตามที่กำหนดให้
กรรมวิธีที่ 2 ทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาวะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนจากสภาวะปกติให้เข้าสู่สภาวะที่กำหนดให้

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ติดตั้งระบบการระเหยของน้ำ ประกอบด้วยพัดลมระบายอากาศ ปั๊มน้ำและแผงรังผึ้ง (Cooling pad)
2. ติดตั้งระบบสเปรย์ละอองน้ำภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะชำ ประกอบด้วยปั๊มน้ำและหัวฉีดละอองน้ำ
3. พัฒนาระบบควบคุมปั๊มน้ำและพัดลมระบายอากาศของระบบการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์น้ำ โดยการโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น ให้สามารถส่งการควบคุมระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้
4. ใช้ระบบที่ได้จากข้อ 3 เพื่อทองลองปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำ ด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ ใช้การระเหยของน้ำ การสเปรย์น้ำ และการทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำ ทำการเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ณ เวลาเดียวกัน โดยทำการบันทึกค่าทุก 1 นาที ของทุก ๆ กรรมวิธี
5. นำข้อมูลที่ได้ (อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์) จากข้อ 4 มาออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ
6. ทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมฟัซซี่ โดยทำการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือน ณ เวลาเดียวกัน ทุก 1 นาทีเป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะชำ

7. นำระบบควบคุมฟัซซี่ที่ได้มาทำติดตั้งในโรงเรือนที่จะทำการทดลองกับต้นกล้าทุเรียน เพื่อให้ได้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. Palmivora*

ภาพที่ 3 การติดตั้งระบบควบคุมปั๊มน้ำและพัดลมระบายอากาศของระบบการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์น้ำ โดยการโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นให้สามารถส่งการควบคุมระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเกิดอาการใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองในเรือนเพาะชำที่เป็นสาเหตุมาจากเชื้อ *P. palmivora* ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

การวางแผนการทดลอง

2.1 การทดลองการเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน จำนวน 4 กรรมวิธี ทำซ้ำกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 โรงเรือน

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิในโรงเรือนปกติ (ไม่มีการควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

2.2 การทดลองการเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน จำนวน 4 กรรมวิธี ทำซ้ำกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 โรงเรือน

กรรมวิธีที่ 1 ความชื้นสัมพัทธ์ 90 องศาเซลเซียส (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์ 80 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 3 ความชื้นสัมพัทธ์ 70 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 4 ความชื้นสัมพัทธ์ 60 องศาเซลเซียส

2.3 การทดลองใช้ระบบควบคุมฟัซซี่มาควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้เป็นไปตามข้อมูลที่คัดเลือกมาจากสภาวะที่ทำให้เกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* น้อยที่สุด ทำการเปรียบเทียบผลการเกิดอาการใบไหม้ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนที่มีและไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. จัดเตรียมโรงเรือนสำหรับการทดลอง จากการทดลองที่ 1 โดยสร้างโรงเรือนเพาะชำขนาด 1x2x2 เมตร จำนวน 9 โรงเรือน โดยใช้โครงสร้างและบุหลังด้วยพลาสติกใส่ที่แสงส่องผ่านได้ และบุผนังด้านข้างด้วยตาข่ายสีขาวที่สามารถระบายอากาศได้

2. เตรียมต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร นำมาไว้ในโรงเรือนเพาะชำเป็นเวลา 7 วัน ก่อนทำการทดลอง คัดเลือกต้นพันธุ์ทุเรียนที่มีความสมบูรณ์และไม่แสดงอาการใบไหม้ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *P. Palmivora* (การทดลองละ 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น) การทดลองละ 36 ต้น รวมทั้งหมด 108 ต้น โดยนำต้นกล้าทุเรียนดังกล่าวมาใช้สำหรับการทดลองที่ 2.1 2.2 และ 2.3

3. การเพิ่มปริมาณเชื้อรา *P. palmivora* เตรียมอาหาร Oat Milk Agar โดยชั่งข้าวโอ๊ต 5 กรัม ใส่ในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อ ผสมน้ำกลั่น 20 มล. แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นใช้ Cork Borrer ตัดปลายเส้นใยของเชื้อรา *P. palmivora* ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื่อ PDA อายุ 7 วัน มาวางบนอาหาร

Oat Milk Agar บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 10 วัน แล้วตรวจดู Sporangium ของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4. นำต้นกล้าทุเรียนเข้าโรงเรือนที่จัดเตรียมไว้สำหรับแต่ละกรรมวิธี ทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาด ยืนยันผลอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อแล้ว 10 วัน โดยนำใบเพสลาดที่แสดงอาการใบไหม้มาทำการแยกเชื้อด้วยวิธี Tissue transplanting method จากนั้นทำการเพิ่มปริมาณเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ตรวจดู Sporangium ของเชื้อรา *P. palmivora* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

5. นับจำนวนใบที่แสดงอาการของโรค 7-14 วัน หลังการปลูกเชื้อแล้ว หรือ จนกว่าจะแสดงอาการ

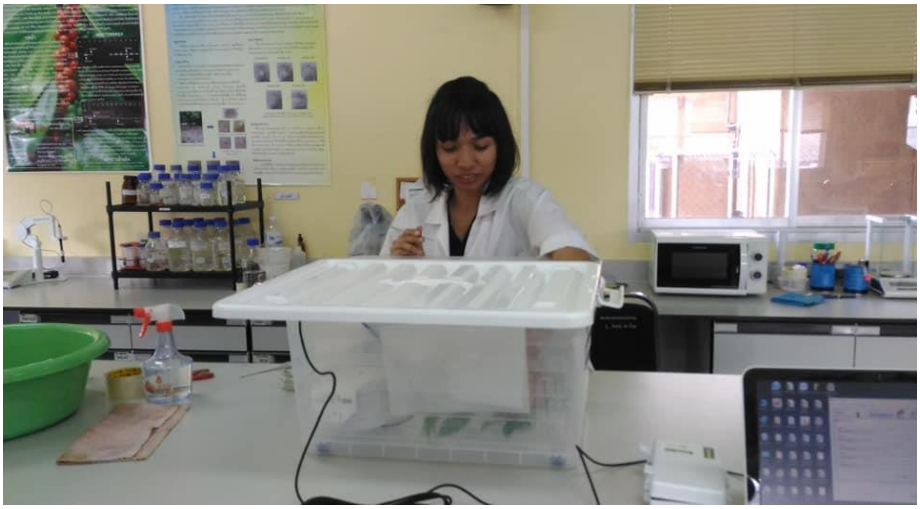
การทดลองที่ 3 ศึกษาการเกิดอาการใบไหม้ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

นำใบทุเรียนจากต้นกล้าที่อยู่ในระยะเพสลาดมาทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนใบทุเรียน แล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน ตรวจดูอาการเกิดโรคใบไหม้

ภาพที่ 4 การเตรียมต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร

ภาพที่ 5 นำมาไว้ในโรงเรือนเพาะชำเป็นเวลา 7 วัน ก่อนทำการทดลอง คัดเลือกต้นพันธุ์ทุเรียนที่มีความสมบูรณ์และไม่แสดงอาการใบไหม้ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *P. Palmivora*

ภาพที่ 6 ทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาด ยืนยันผลอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อแล้ว 10 วัน



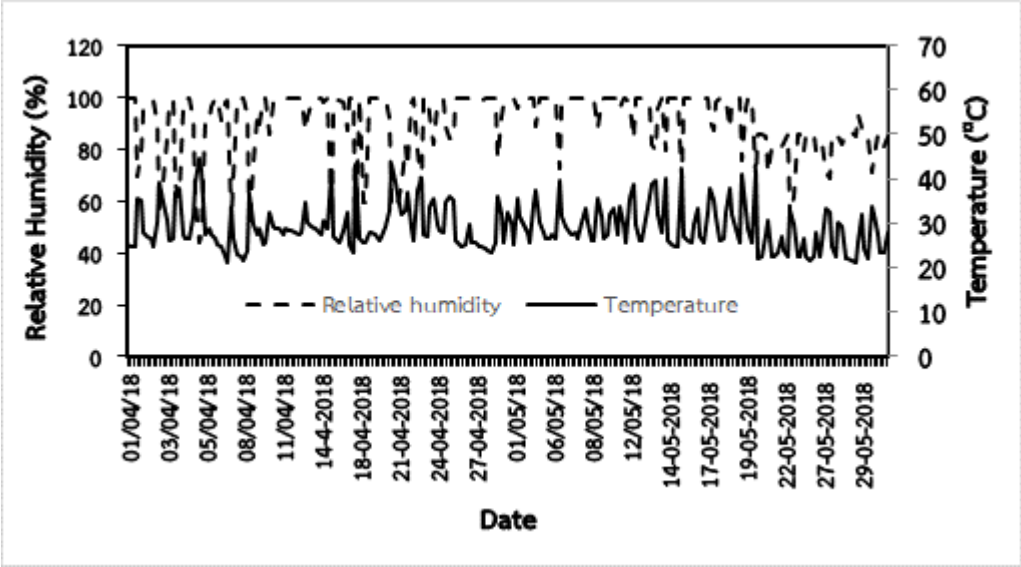
ภาพที่ 7 นำใบจากต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาดมาทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียน แล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปฏิบัติการโรคพืช

3. ผลการวิจัย (Results)

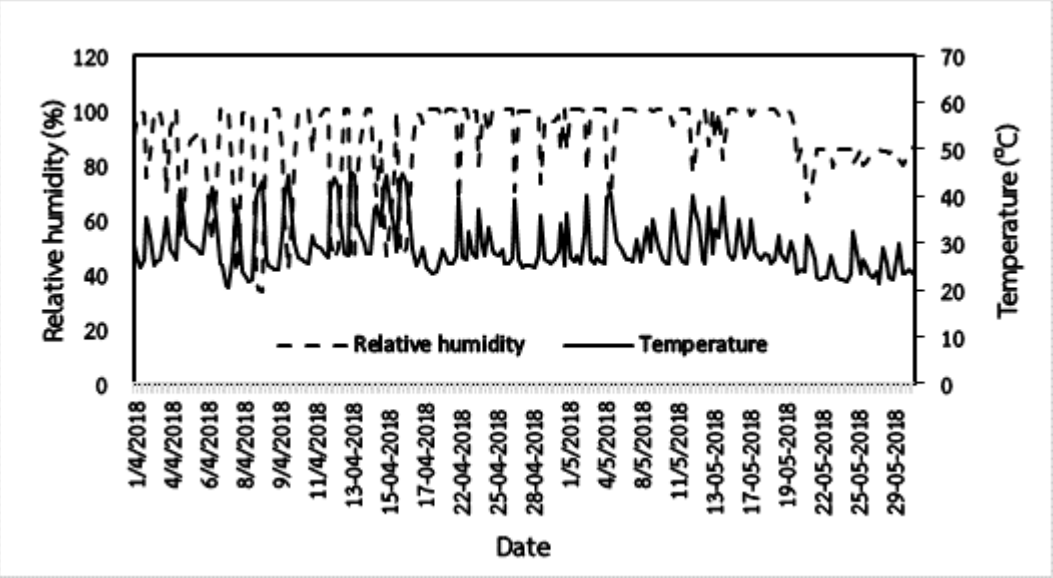
การทดลองที่ 1 การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเพาะชำ

1.1 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนด้วยวิธีการที่ต่างกัน

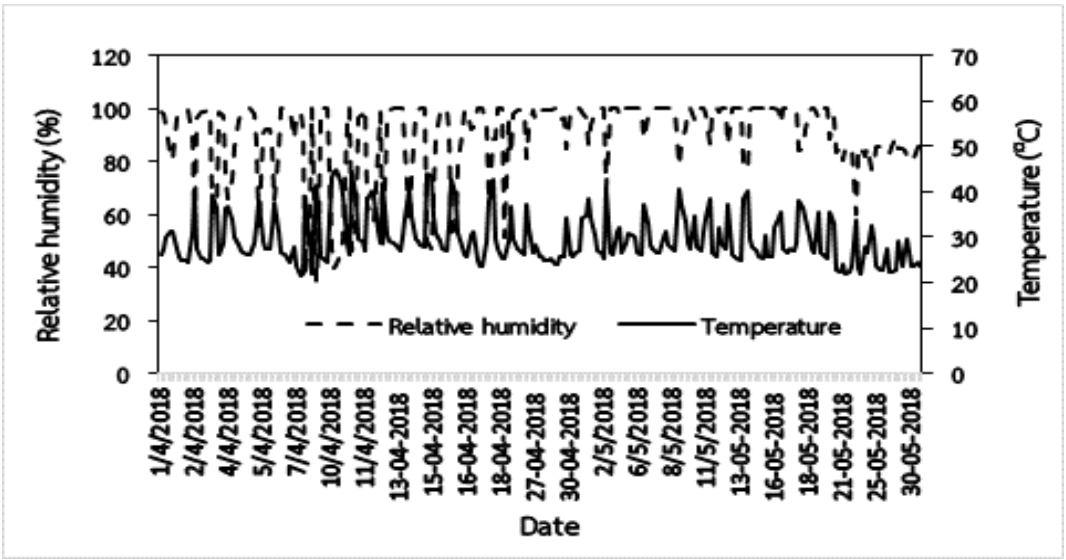
จากการทดลองพบว่า การปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำ ด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืนและช่วงเช้า แต่จะมีค่าลดลงในช่วงเวลากลางวัน ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศจะมีค่าสูงในเวลากลางวันและมีค่าลดลงในเวลากลางคืน (ภาพที่ 8, 9 และ 10) ในเดือนเมษายนมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 40-100 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 25-45 องศาเซลเซียส ในขณะที่เดือนพฤษภาคม มีค่าอยู่ระหว่าง 65-100 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 20-40 องศาเซลเซียส โดยในเดือนเมษายนไม่มีการติดระบบการระเหยน้ำ ส่วนในเดือนพฤษภาคมมีการติดตั้งระบบการระเหยน้ำ (ภาพที่ 11 และ 12)



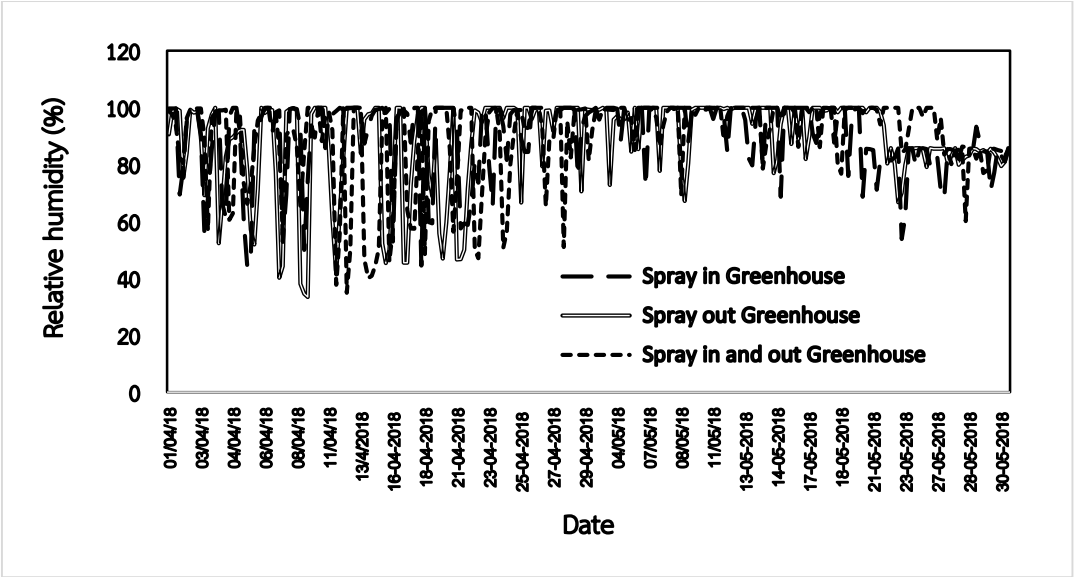
ภาพที่ 8 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในโรงเรือน



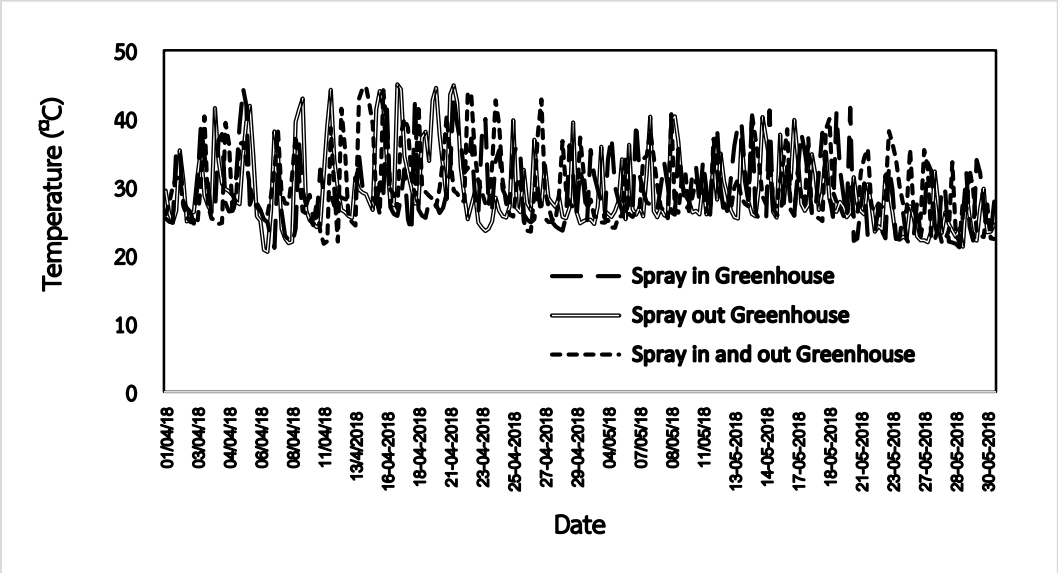
ภาพที่ 9 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์น้ำภายนอกโรงเรือน



ภาพที่ 10 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์น้ำทั้งภายนอกและภายในโรงเรือน



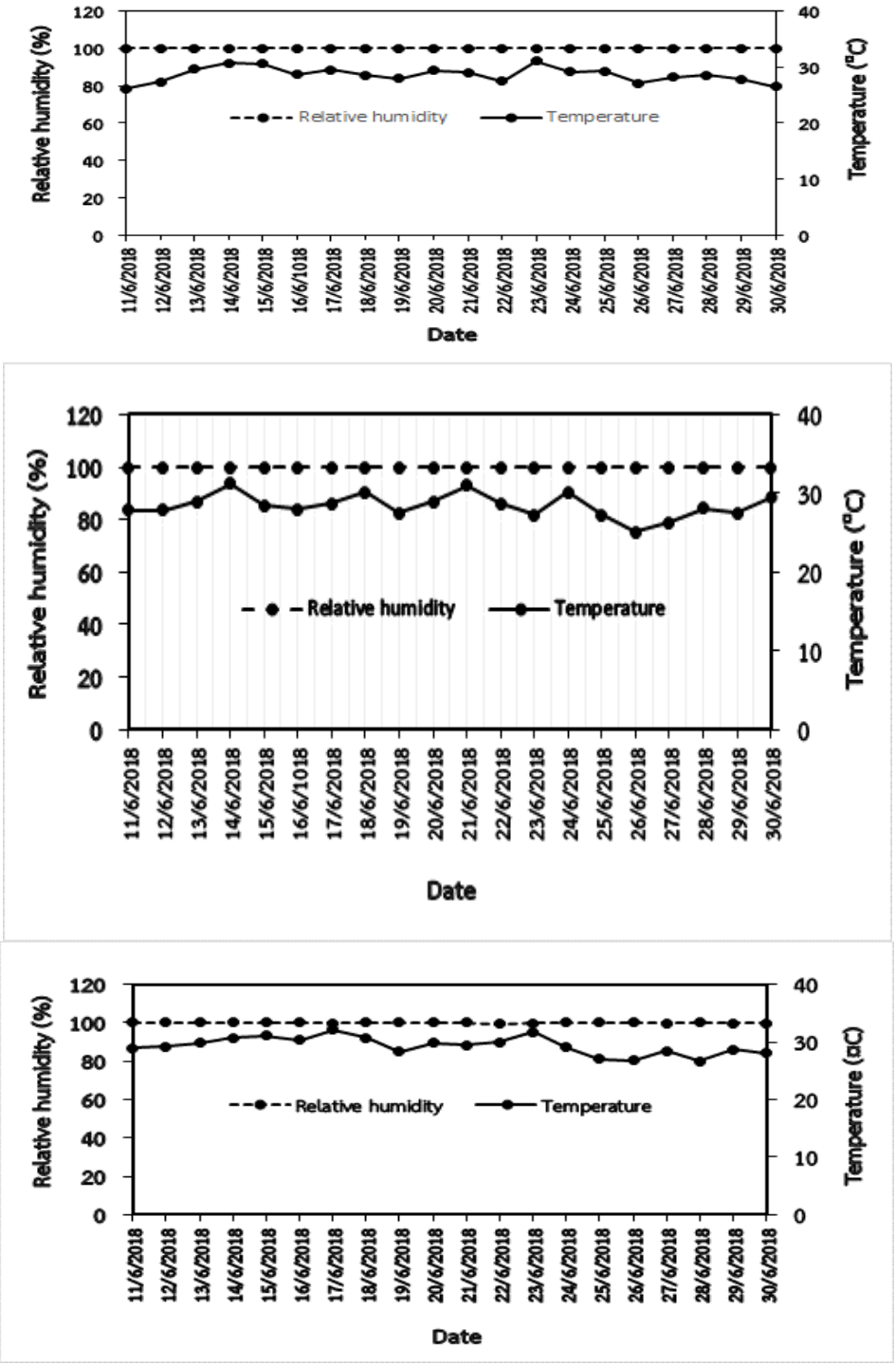
ภาพที่ 11 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2561



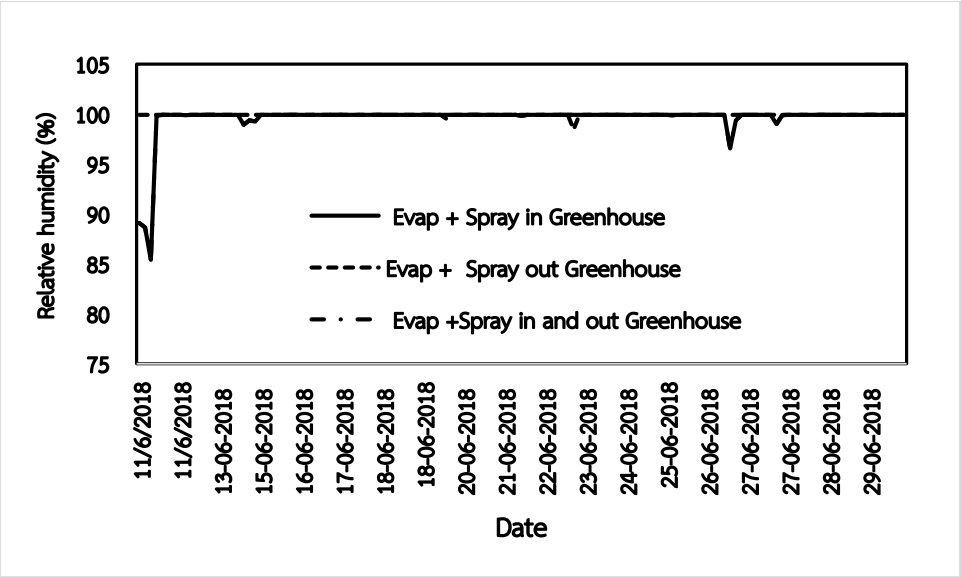
ภาพที่ 12 อุณหภูมิภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2561

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำ

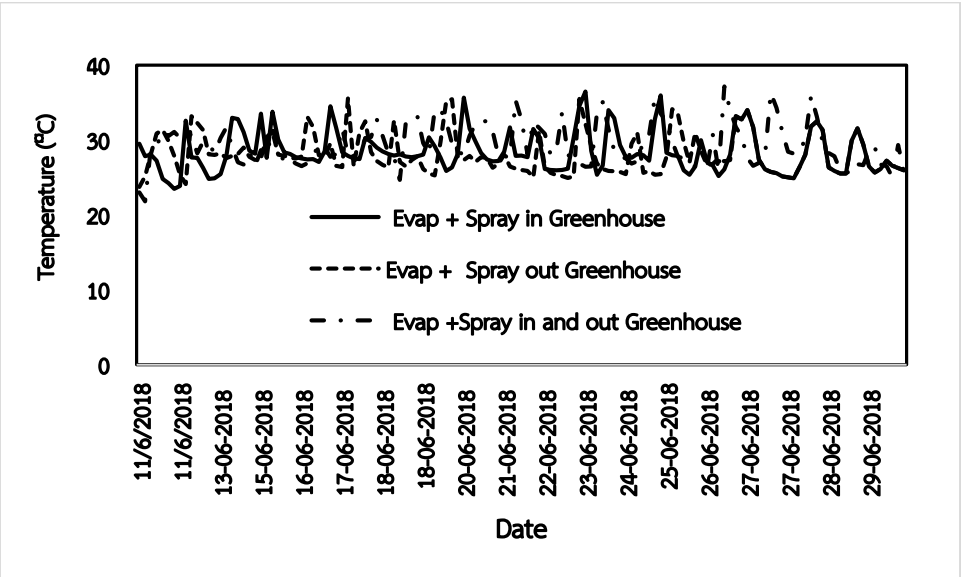
กรรมวิธีที่1 ทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้ได้คงที่ตามที่กำหนดให้ จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ มีค่าคงที่ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 วัน ส่วนอุณหภูมิยังคงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลองทั้ง 3 โรงเรือน ทั้งนี้วิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่า การออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ สามารถควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนได้โดยเฉพาะความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนมีค่าค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 13,14 และ 15)



ภาพที่ 13 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ จำนวน 3 โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 14 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ จำนวน 3 โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

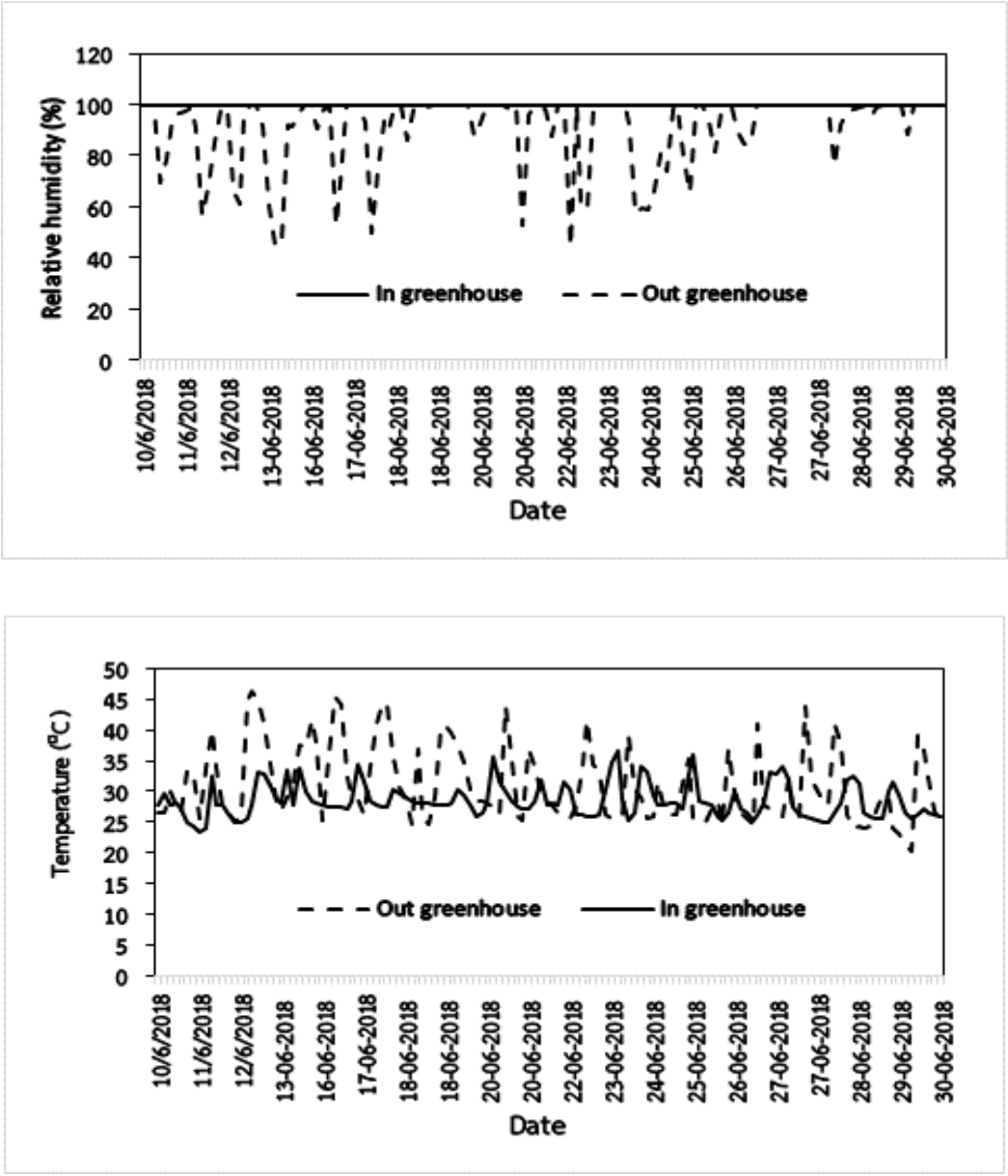


ภาพที่ 15 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ จำนวน 3 โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

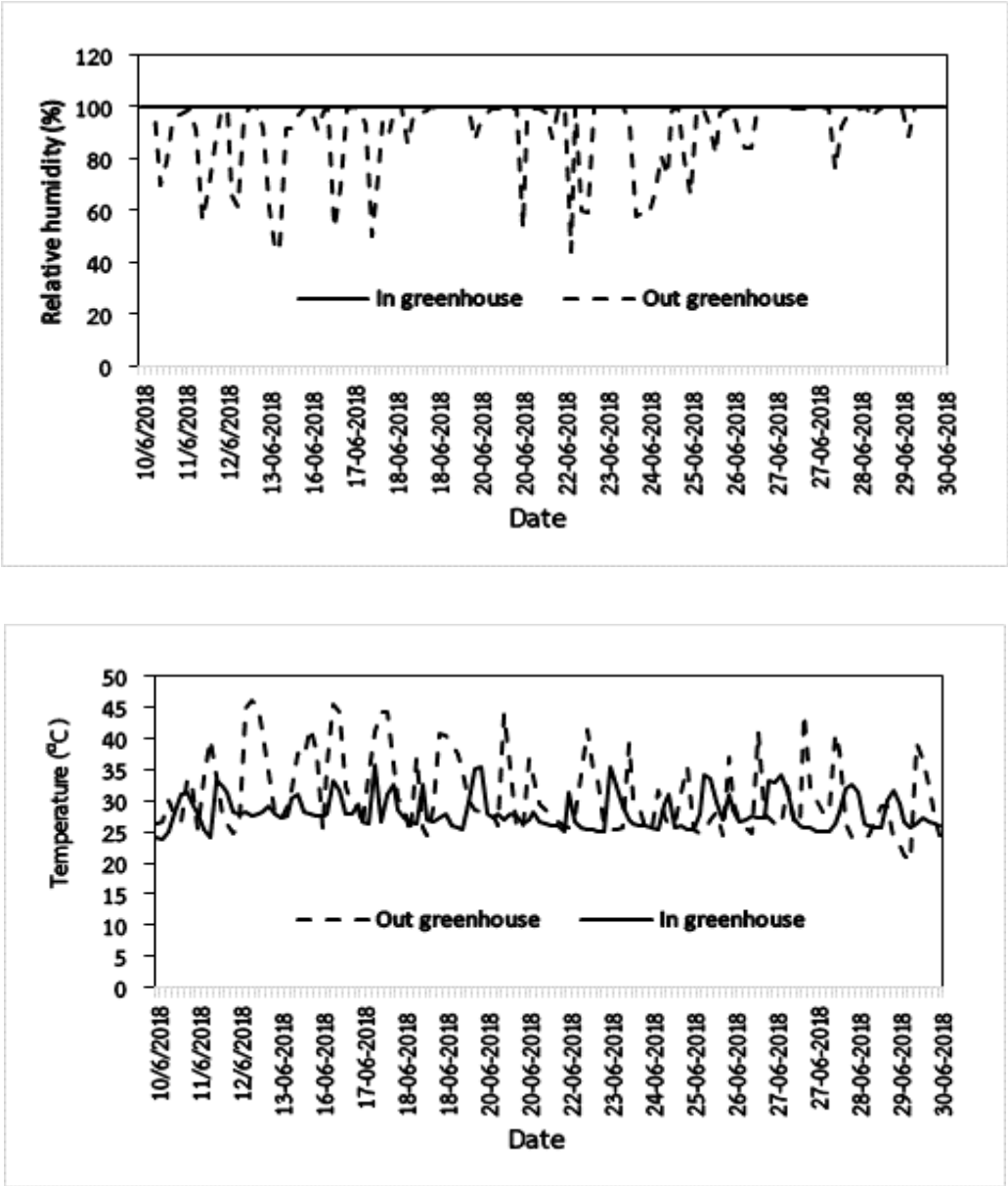
กรรมวิธีที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมฟัซซี่ โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะชำ และทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาวะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนจากสภาวะปกติให้เข้าสู่สภาวะที่กำหนดให้

จากการทดลองพบว่า การควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่สามารถความคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้คงที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือนมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลอง มีค่าเฉลี่ย 45-100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 3 โรงเรือน ส่วนอุณหถูมิของอากาศภายในโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-35 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-45 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาเดียวกัน ตลอดการทดลอง (ภาพที่ 16-18)

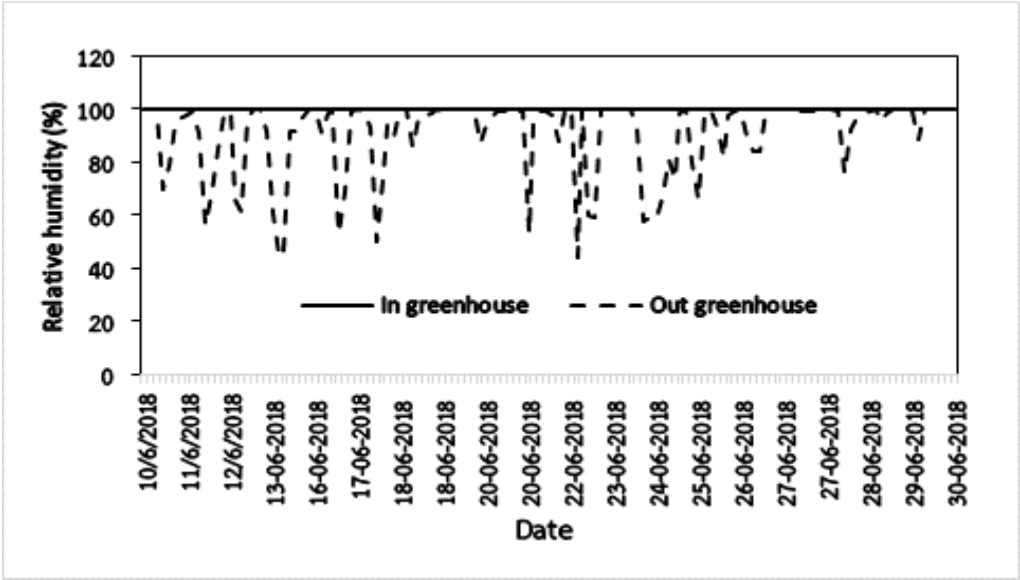
สำหรับการทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาวะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนจากสภาวะปกติให้เข้าสู่สภาวะที่กำหนดให้ พบว่า การปรับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในโรงเรือนในแต่ละกรรมวิธี ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 60 วัน (ภาพที่ 19-21)

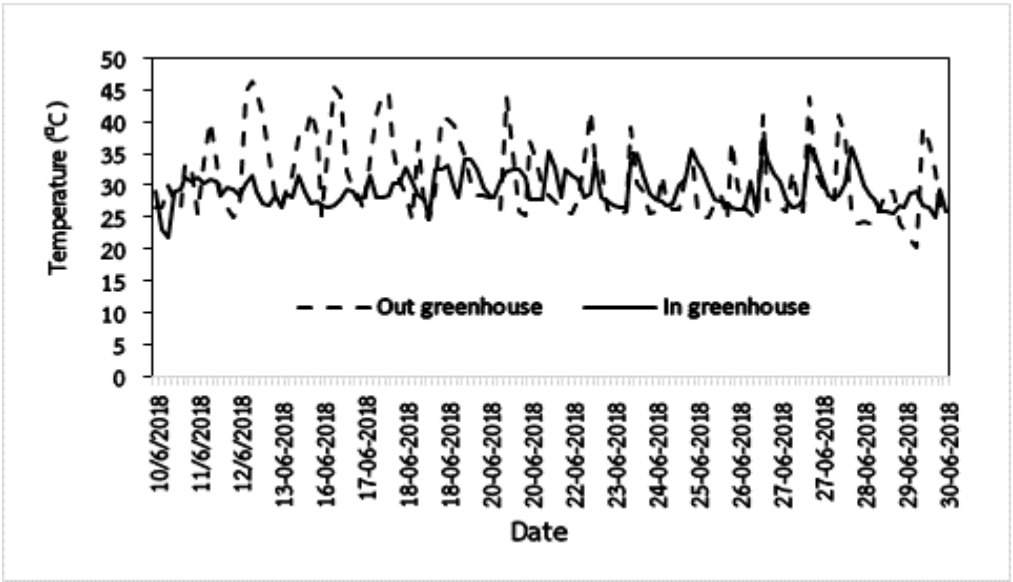


ภาพที่ 16 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในโรงเรือนวิธี

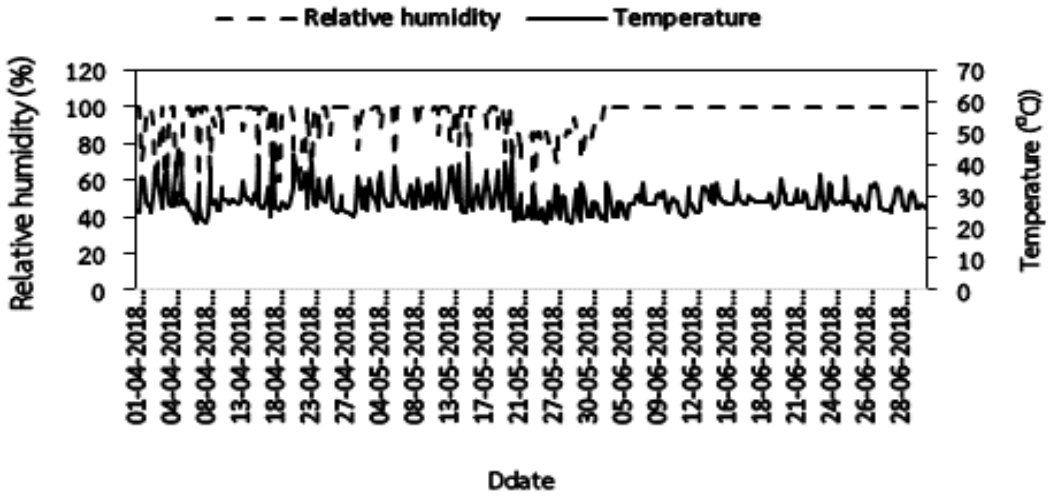


ภาพที่ 17 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายนอกโรงเรือน

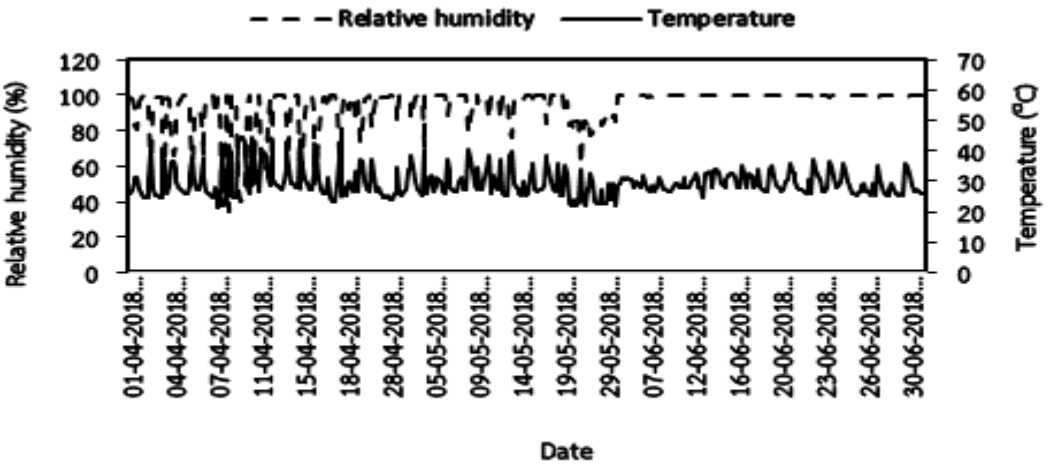




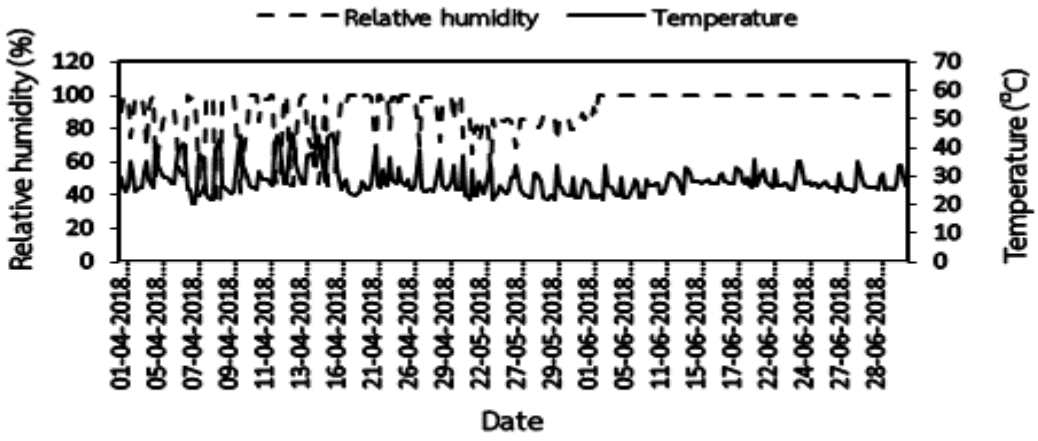
ภาพที่ 18 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โรงเรือนที่มีการควบคุมด้วยด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน



ภาพที่ 19 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในโรงเรือน



ภาพที่ 20 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายนอกโรงเรือน



ภาพที่ 21 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน โดยการออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ โดยการควบคุมด้วยการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์น้ำภายในและภายนอกโรงเรือน

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเกิดอาการใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองในเรือนเพาะชำที่เป็นสาเหตุมาจากเชื้อ *P. palmivora* ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

2.1 การทดลองการเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน

เมื่อทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาด ยืนยันผลอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อแล้ว 10 วัน โดยนำใบเพสลาดที่แสดงอาการใบไหม้มาทำการแยกเชื้อด้วยวิธี Tissue transplanting method จากนั้นทำการเพิ่มปริมาณเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dexควบคุมtrose Agar (PDA) ตรวจดู Sporangium ของเชื้อรา *P. palmivora* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากทดลองพบว่า ต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนทั้งที่ควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิ ไม่พบใบที่แสดงอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนใบทุเรียน เป็นระยะเวลา 10 วัน และเมื่อตรวจดู Sporangium ของเชื้อรา *P. palmivora* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทุกกรรมวิธีไม่พบ Sporangium ของเชื้อ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	Sporangium ของเชื้อ	จำนวนใบที่แสดงอาการ	ลักษณะอาการที่พบ
อุณหภูมิในโรงเรือนปกติ (ไม่มีการควบคุม)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ
อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ
อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ
อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ

2.2 การทดลองการเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1 จากทดลองพบว่า ต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ทุกกรรมวิธี ไม่พบใบที่แสดงอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนใบทุเรียน เป็นระยะเวลา 10 วัน และเมื่อตรวจดู Sporangium ของเชื้อรา *P. palmivora* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทุกกรรมวิธีไม่พบ Sporangium ของเชื้อ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การเกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	Sporangium ของเชื้อ	จำนวนใบที่แสดงอาการ	ลักษณะอาการที่พบ
ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ
ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ
ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ
ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ

2.3 การเปรียบเทียบผลการเกิดอาการใบไหม้ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนที่มีและไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1 จากทดลองพบว่า ต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนทั้งที่ควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ไม่พบใบที่แสดงอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนใบทุเรียน เป็นระยะเวลา 10 วัน และเมื่อตรวจดู Sporangium ของเชื้อรา *P. palmivora* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทุกกรรมวิธีไม่พบ Sporangium ของเชื้อ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลการเกิดอาการใบไหม้ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *P. palmivora* ของต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนที่มีและไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

กรรมวิธี	จำนวนใบที่แสดงอาการ	ลักษณะอาการที่พบ
โรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพอากาศ	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ
โรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพอากาศ[1/]	ไม่พบ	ไม่แสดงอาการ

[1/] การทดลองใช้ระบบควบคุมฟัซซี่มาควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้เป็นไปตามข้อมูลที่คัดเลือกมาจากสภาวะที่ทำให้เกิดโรคจากเชื้อ *P. palmivora* น้อยที่สุด (ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ และมีอุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส จากการทดสอบการปลูกเชื้อลงบนใบทุเรียนในสภาพกล่องทดลองที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ พบว่า ใบทุเรียนที่อยู่ในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และมีอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดโรคบนใบทุเรียน)

การทดลองที่ 3 ศึกษาการเกิดอาการใบไหม้บนใบทุเรียนพันธุ์หมอนทองในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

จากการนำใบจากต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาดมาทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนใบทุเรียน แล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน จากผลการทดลองพบว่า เมื่อนำใบที่ทำการปลูกเชื้อแล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ แสดงอาการเกิดโรคใบไหม้จำนวน 9 ใบ หลังจากการปลูกเชื้อ 5 วัน โดยมีอาการใบไหม้เป็นรอยแผลกว้างบนแผ่นใบ ส่วนใบที่ทำการปลูกเชื้อแล้วนำไปวางในกล่องที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ แสดงอาการเกิดโรคใบไหม้จำนวน 3 ใบ โดยมีอาการใบไหม้เป็นรอยแผลบนแผ่นใบ แต่ความกว้างของรอยแผลน้อยกว่า สำหรับใบที่ทำการปลูกเชื้อแล้วนำไปวางในกล่องที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90

เปอร์เซ็นต์ แสดงอาการเกิดโรคใบไหม้จำนวน 3 ใบ โดยมีอาการเป็นรอยแผลวงกลม แต่มีขนาดไม่ใหญ่มาก ทั้งนี้ใบทุเรียนที่นำไปวางในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ ทั้งที่อุณหภูมิสูงและต่ำมีอาการใบแห้ง แต่ไม่แสดงอาการเกิดโรค (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การเกิดอาการใบไหม้บนใบทุเรียนพันธุ์หมอนทองในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	จำนวนใบที่แสดงอาการ	ลักษณะอาการที่พบ
อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์	9	มีอาการใบไหม้เป็นรอยแผลบนแผ่นใบ
อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์	3	มีอาการใบไหม้เป็นรอยแผลบนแผ่นใบ แต่ความกว้างของรอยแผลน้อยกว่า
อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์	ไม่พบ	มีอาการใบแห้ง แต่ไม่มีการเกิดโรค
อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์	5	มีอาการเป็นรอยแผลวงกลม แต่มีขนาดไม่ใหญ่มาก
อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์	ไม่พบ	มีอาการใบแห้ง แต่ไม่มีการเกิดโรค
อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์	ไม่พบ	มีอาการใบแห้ง แต่ไม่มีการเกิดโรค

4. อภิปราย/วิจารณ์ (Discussion)

การทดลองที่ 1 การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเพาะชำ

จากการทดลองพบว่า การปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากในช่วงที่ทำการทดลองมีอุณหภูมิสูงในช่วงเวลากลางวัน ทำให้การปรับสภาพอากาศภายในโรงเรือนให้คงที่ทำได้ยาก แม้ว่าจะมีการทำงานร่วมกันของระบบควบคุม ทั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืนและช่วงเช้า แต่จะมีค่าลดลงในช่วงเวลากลางวัน ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศจะมีค่าสูงในเวลากลางวันและมีค่าลดลงในเวลากลางคืนซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายนอกโรงเรือน (ภาพที่ 6, 7 และ 8) ในเดือนเมษายนมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนค่อนข้างต่ำ และอุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤษภาคม เนื่องจากในช่วงเดือนพฤษภาคมมีการติดตั้งระบบการระเหยน้ำร่วมกับการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน จึงทำให้สามารถควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนได้ดีขึ้น (ภาพที่ 9 และ 10)

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมฟัซซี่ โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะชำ และทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาวะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนจากสภาวะปกติให้เข้าสู่สภาวะที่กำหนดให้ จากการทดลองพบว่า การควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่สามารถความคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้คงที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือนมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลอง มีค่าเฉลี่ย 45-100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหถูมิของอากาศภายในโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-35 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-45 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาเดียวกันตลอดการทดลอง จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่จะทำให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน เนื่องจากเมื่อสภาพอากาศภายในโรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลง จะสั่งให้ระบบควบคุมมีการทำงานเพื่อรักษาระดับของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้ได้ตามที่ต้องการ แต่จากการทดลองยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ตลอดการทดลอง เนื่องจากเมื่อมีสภาพอากาศร้อนจัด จะทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ไม่มากเท่ากับที่กำหนดได้ แต่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนได้ค่อนข้างคงที่

สำหรับการทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาวะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนจากสภาวะปกติให้เข้าสู่สภาวะที่กำหนดให้ พบว่า การปรับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในโรงเรือนในแต่ละกรรมวิธี ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 60 วัน จะเห็นได้ว่าระบบการควบคุมฟัซซี่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ดีแต่อุณหภูมิภายโรงเรือนยังมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศภายนอกโรงเรือน

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเกิดอาการใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองในเรือนเพาะชำที่เป็นสาเหตุมาจากเชื้อ *P. palmivora* ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

เมื่อทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาด เพื่อยืนยันผลอาการใบไหม้ หลังการปลูกเชื้อแล้ว 10 วัน โดยนำใบเพสลาดที่แสดงอาการใบไหม้มาทำการแยกเชื้อด้วยวิธี Tissue transplanting method จากนั้นทำการเพิ่มปริมาณเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dexวบคุมtrose Agar (PDA) ตรวจดู Sporangium ของเชื้อรา *P. palmivora* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากทดลองพบว่า ต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนทั้งที่ควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ไม่พบใบที่แสดงอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อรา *P. Palmivo* ลงบนใบทุเรียน เป็นระยะเวลา 10 วัน และเมื่อตรวจดู Sporangium ของเชื้อรา *P. palmivora* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทุกกรรมวิธีไม่พบ Sporangium ของเชื้อ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการปลูกเชื้อรา *P. Palmivora* ลงบนใบทุเรียนในโรงเรือนอาจเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม แม้ว่าจะมีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ค่อนข้างคงที่ แต่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ตลอดเวลาวัน ทำให้ช่วงกลางวันมีอุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดซึ่งจะมีผลทำให้เชื้อราที่ปลูกลงบนในทุเรียนถูกทำลายและไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ การแพร่ระบาดของเชื้อ *P. palmivora* สามารถเกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยผ่านทางสภาพอากาศและคุณภาพน้ำที่ใช้ในโรงเรือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฝนตกชุก มีแสงน้อย อุณหภูมิ (ระหว่าง 19-32 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง (ประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้การระบาดและการแพร่กระจายของเชื้อ *P. palmivora* มีความรุนแรงสูง (รัตติยา, 2535) จะเห็นได้ว่าการปลูกเชื้อ เมื่อนำใบทุเรียนใส่ในกล่องชื้นเรียบร้อยแล้ว เจาะเชื้อราที่เตรียมไว้โดยใช้ cork borer เบอร์ 4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร แล้วใช้เข็มเขี่ยตักชิ้นวุ้นของเชื้อรา 1 ชิ้น ไปวางบนใบทุเรียนแต่ละใบ จากนั้นบ่มที่บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน เป็นวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน (ธิติยา และคณะ, 2556)

ต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนทั้งที่ควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ไม่พบใบที่แสดงอาการใบไหม้หลังการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนใบทุเรียน เป็นระยะเวลา 10 วัน และเมื่อตรวจดู Sporangium ของเชื้อรา *P. palmivora* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทุกกรรมวิธีไม่พบ Sporangium ของเชื้อ โดยเลือกความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ และมีอุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส เนื่องมาจากการทดสอบการปลูกเชื้อลงบนใบทุเรียนในสภาพกล่องทดลองที่สามารถควบคุบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ พบว่า ใบทุเรียนที่อยู่ในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และมีอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดโรคบนใบทุเรียน จากการทดลองต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนทั้งที่ควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ไม่พบใบที่แสดงอาการใบไหม้ อาจเนื่องมาจากต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมสภาพอากาศ จะมีอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูง แม้ว่าบางวันจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงหลังฝนตก เชื่อราก็ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้

การทดลองที่ 3 ศึกษาการเกิดอาการใบไหม้บนใบทุเรียนพันธุ์หมอนทองในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

จากการนำใบจากต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาดมาทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนใบทุเรียน แล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน จากผลการทดลองพบว่า เมื่อนำใบที่ทำการปลูกเชื้อแล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ แสดงอาการเกิดโรคใบไหม้มากกว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการปลูกเชื้อ 5 วัน โดยมีอาการใบไหม้เป็นรอยแผลกว้างบนแผ่นใบมากกว่า แสดงว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราบนใบทุเรียน สำหรับใบที่ทำการปลูกเชื้อแล้วนำไปวางในกล่องที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น จะมีการเกิดโรคเฉพาะที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า เมื่ออุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ใบทุเรียนมีอาการใบแห้ง แต่ไม่แสดงอาการเกิดโรค

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศไม่แตกต่างกัน มีอุณหภูมิสูงในช่วงเวลากลางวัน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืนและช่วงเช้า

2. การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมฟัซซี่ พบว่า การปรับสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนจากสภาวะปกติให้เข้าสู่สภาวะที่กำหนดให้ในแต่ละกรรมวิธี ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 60 วัน การควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ได้ค่อนข้างคงที่ แต่การควบคุมอุณหภูมิภายโรงเรือนยังมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศภายนอกโรงเรือน

3. เมื่อทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาด เพื่อยืนยันผลอาการใบไหม้ หลังการปลูกเชื้อแล้ว 10 วัน พบว่า ต้นทุเรียนที่อยู่ในโรงเรือนทั้งที่ควบคุมและไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนทุกกรรมวิธี ไม่พบใบที่แสดงอาการใบไหม้และ Sporangium ของเชื้อ หลังการปลูกเชื้อรา *P. Palmivo* ลงบนใบทุเรียน เป็นระยะเวลา 10 วัน

4. จากการนำใบจากต้นกล้าทุเรียนที่อยู่ในระยะเพสลาดมาทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ลงบนต้นกล้าทุเรียน แล้วนำไปวางในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน พบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราบนใบทุเรียน โดยใบทุเรียนจะแสดงอาการของโรคใบไหม้ เมื่ออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่ออุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ใบทุเรียนมีอาการใบแห้ง แต่ไม่แสดงอาการเกิดโรค

5. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคใบไหม้ในต้นกล้าทุเรียน คือ อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยในขั้นตอนต่อไป ตลอดจนประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลการวิจัยที่ได้

แม้ว่าต้นกล้าทุเรียนที่มีการปลูกเชื้อ *P. palmivora* ลงบนในของทุเรียนในระยะใบเพสลาดในสภาพโรงเรือน ทุกกรรมวิธีไม่แสดงอาการเกิดโรดใบไหม้ อาจเนื่องมาจากในช่วงที่ทำการทดลองมีอากาศร้อนจัดตอนกลางวัน จึงไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดทั้งวันได้ ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ แต่เมื่อนำใบที่ทำการปลูกเชื้อแล้วไปวางในกล่องในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ จะแสดงอาการของโรคใบไหม้เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ใบทุเรียนมีอาการใบแห้ง แต่ไม่แสดงอาการเกิดโรค ดังนั้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราบนใบทุเรียน จึงต้องควบคุมสภาพอากาศในโรงเรือนเพาะชำต้นกล้าทุเรียนให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ น่าจะช่วยลดการเกิดโรคใบไหม้ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *P. Palmivora* ได้ดี จากการทดลองครั้งนี้น่าจะมีการทดสอบการปลูกเชื้อ *P. palmivora* ลงบนในของต้นกล้าทุเรียนในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องทำการทดลองในช่วงที่มีอากาศไม่ร้อนจัด และอาจจะต้องมีการใช้ถุงพลาสติกคลุมใบเพื่อทำให้เชื้อราสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เพื่อยืนยันผลการทดลองครั้งนี้

6. ผลผลิต (Output)

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทั้งในระดับชาติ ขณะนี้กำลังอยู่ในช่วงการเขียนบทความวิจัย เพื่อตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ

2. ได้ระบบโรงเรือนอัจฉริยะที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง เพื่อลดการติดเชื้อ *Phytophthora palmivora*

3. ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่ผลิตต้นกล้าทุเรียน ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองให้อยู่ในสภาวะที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. Palmivora*

(1) รายงานการเงิน (ตามแบบฟอร์ม) โดยลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

รายงานสรุปการเงิน
เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย (NRMS 13 หลัก) 3220500112561

สัญญาเลขที่ 29/2560
โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม) มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ การผลิตต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อลดการติดเชื้อ *Phytophthora palmivora* โดยวิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะชำด้วยระบบควบคุมฟัซซี่

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ดร. สุมิตร คุณเจตน์
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2561 ถึงวันที่ 31 พฤษภาคม 2562

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2561 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2562

รายรับ

จำนวนเงินที่ได้รับ
งวดที่ 1 (50%) 200,000 บาท เมื่อวัน เดือน ปี วันที่ 24 มิถุนายน 2560
งวดที่ 2 (40%) .....0..... บาท เมื่อวัน เดือน ปี.....
งวดที่ 3 (10%) ..... บาท เมื่อวัน เดือน ปี.....
รวม 200,000 บาท

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน
1. ค่าตอบแทน	40,000	40,000	0
2. ค่าจ้าง	72,000	72,000	0
3. ค่าวัสดุ	152,000	152,000	0
4. ค่าใช้สอย	96,000	96,000	0
5. ค่าครุภัณฑ์	0	0	0
6. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (ค่าบำรุงสถาบัน)	40,0000	40,000	0
รวม	400,000	400,000	0

(.....)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

หมายเหตุ ค่าใช้จ่ายที่ใช้จริงมากกว่าเงินที่เบิกมาในงวดที่ 1 ดังนั้นเงินในส่วนที่เกินเป็นเงินสำรองจ่ายในระหว่างที่ทำการทดลอง แต่ยังไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

(2) เอกสารอ้างอิง (Reference) ระบุรายชื่อเอกสารอ้างอิงโดยเรียงล าดับเอกสารอ้างอิงภาษาไทยก่อน แล้วตามด้วยเอกสารภาษาต่างประเทศ

กรมวิชาการเกษตร. 2547. ทุเรียน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชารินทร์ ผลมาก. 2558. เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในระยะการผลิตต้นกล้าทุเรียนภายในเรือนเพาะชำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เชษฐา กวางทอง. 2541. การใช้เทคโนโลยีการผลิตทุเรียนของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี: ศึกษาเฉพาะกรณีอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธรรมศักดิ์ สมมาตย์. 2532. การควบคุมโรคโคนเน่า รากเน่าของทุเรียนด้วยเทคนิคโรคพืช มก. และสาร m-dKP. เอกสารประกอบการบรรยายเทคนิคและกลยุทธ์ในการต่อสู้โรคทุเรียนและพริกไทย. สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย.

ธิติยา สารพัฒน์ ศิริพร วรกุลดำรงชัย และ มาลัยพร เชื้อบัณฑิต. 2556. การคัดเลือกต้นตอทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองที่ทนทานหรือต้านทานต่อเชื้อรา Phytophthora สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าทุเรียน.รายงานผลงานวิจัยประจำปี ๒๕๕๖. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.

ปัญจพร เลิศรัตน์. 2546. ทุเรียน. สถาบันวิจัยพืชสวนกรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

รัติยา พงศ์พิสุทธา. 2535. โรคผลเน่าของทุเรียนหมอนทองที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี. 2558. สถานการณ์การผลิตทุเรียนเงาะมังคุดลองกองปี 2558. เข้าถึงได้จากhttp://www.chanthaburi.doae.go.th. (วันที่ค้นข้อมูล1กรกฎาคม 2558).

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์ สุขวัฒน์ จันทรปรรณิก และเสริมสุข สลักเพ็ชร. 2541. เทคโนโลยีการผลิตทุเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Chowdapa, P. and Chandramohanan, R. 1997. Occurrence and distribution of mating typcs of *Phytophthora* species causing blackpod disease of cocoa. Indian Phytopathology. 50 : 2, 256-260.

Immermann, H. 2001. “*Fuzzy set theory and its applications”*. Boston: Kluwer Academic Publishers.