



การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อน
A Development of Temperature Control System in Melon Greenhouses
Planting

วิเชียร ดวงสีเสน*

Wichian Duangsrisen

Received : August 20, 2021

Revised : February 1, 2022

Accepted : April 1, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อน โดยระบบควบคุมนี้สามารถนำไปติดตั้งกับโรงเรือนที่มีอยู่ได้โดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโรงเรือน ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนทำงานร่วมกัน 2 ระบบ คือระบบพ่นหมอก (Fogger System) และพัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation) ระบบพ่นหมอก (Fogger System) อาศัยหลักการระเหยน้ำโดยเมื่อน้ำเกิดการระเหยจะเกิดการดูดซับความร้อนภายในโรงเรือน โดยการทำงานของระบบจะเปิดพัดลมระบายอากาศ 10 นาทีตามด้วยการเปิดระบบพ่นหมอก 5 นาที ระบบเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่าระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนด้วยการใช้พัดลมระบายอากาศร่วมกับระบบพ่นหมอกสามารถลดอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนได้ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนที่สามารถควบคุมได้จะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศภายนอกโรงเรือน โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ระหว่าง 30.22-39.76 องศาเซลเซียส มีค่าความแตกต่างของการลดอุณหภูมิสะสมสูงสุดภายในโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิ 45.90 องศาเซลเซียส เทียบกับอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิในช่วงเวลาเดียวกัน 39.65 องศาเซลเซียส คือ 6.25 องศาเซลเซียส คิดเป็น 13.62 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : เมล่อน / โรงเรือนปลูกพืช / การควบคุมอุณหภูมิ

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Lecturer of Farm Machinery Technology Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajabhat Rajaburi University of Technology Suvarnabhumi

ABSTRACT

The objective of this research is to develop a temperature control system in Melon Greenhouses Planting. This control system can be installed in existing houses without changing the structure of the house. The temperature control system in the Melon Greenhouses Planting works together in 2 systems: Fogger System and Force Ventilation. The Fogger System relies on the principle of water evaporation. When water evaporates, heat is absorbed in the house. The system will operate by turning on the ventilation fan for 10 minutes and then the fog system for 5 minutes. The system will start when the temperature is higher than 38°C. From the experiment, it was found that the temperature control system in the melon greenhouses by using ventilation fans in combination with the Fogger System can reduce the accumulated temperature inside the Greenhouses. As a result, the temperature within the greenhouse that can be controlled will be close to the temperature outside the greenhouse. The temperature can be controlled between 30.22-39.76°C. The difference between the highest cumulative temperature reduction in the greenhouse without a temperature control system, 45.90°C, and the highest cumulative temperature reduction in the greenhouse with a temperature control system, 39.65°C, was 6.25°C during the same time period. Accounted for 13.62 percent of the total.

Keywords : Melon / Greenhouse / Temperature Control

บทนำ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเมล่อนหมู่ใหญ่ร่วมใจพัฒนา อ.ลาดบัวหลวง จ.พระนครศรีอยุธยา มีสมาชิกภายในกลุ่มทั้งสิ้น 31 คน มีโรงเรือนเพาะปลูกเมล่อนขนาดกว้าง 7 เมตร ยาว 42 เมตร และสูง 5 เมตร ความสูงโดม 1.5 เมตร จำนวน 200 โรงเรือน โดยภายในโรงเรือนสามารถปลูกเมล่อนได้ 408-750 ต้น ขึ้นอยู่กับวิธีการปลูกของเกษตรกรในแต่ละโรงเรือน โรงเรือนจะคลุมหลังคาโดมด้วยพลาสติกคลุมโรงเรือน และล้อมโรงเรือนทั้ง 4 ด้าน ด้วยตาข่ายขาว การเพาะปลูกเมล่อนจำเป็นต้องเพาะปลูกภายในโรงเรือนเพื่อลดปัญหาเรื่องโรคแมลง ผลผลิตเสียหาย และความเสียหายที่เกิดจากฝน แต่ด้วยโรงเรือนยังขาดระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนทำให้เกษตรกรประสบปัญหาอุณหภูมิสูงภายในโรงเรือนซึ่งอุณหภูมิภายในโรงเรือนในช่วงเวลากลางวันในบางเดือนจะสูงถึง 50 องศาเซลเซียส ทำให้ประสบปัญหาเรื่องของการเจริญเติบโตของเมล่อนทำให้ผลผลิตเมล่อนได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ความร้อนภายในโรงเรือนเกิดจากความร้อนแฝง และความร้อนสัมผัส ความร้อนแฝงจะไม่มีผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิภายในโรงเรือนแต่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ส่วนความร้อนสัมผัสจะเกิดจากการดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์ของวัสดุภายในโรงเรือน เช่นวัสดุคลุมดิน ส่วนประกอบต่างๆ ของโรงเรือน และความร้อนที่เกิดจากรังสีจากดวงอาทิตย์เอง โรงเรือนที่มีกนนิยมใช้ในในพื้นที่เขตร้อนอย่างประเทศไทยจะมีอยู่ 4 รูปแบบ คือโรงเรือนหลังคาทรงโค้ง โรงเรือนกอไก่ โรงเรือนหลังคายกสองชั้น และโรงเรือนกอไก่ประยุกต์ (จิระศักดิ์ และอาภิรักษ์, 2562) โดยโรงเรือนหลังคาทรงโค้งจะมีการถ่ายเทอากาศออกสู่ภายนอกได้น้อยกว่าโรงเรือนที่มีลักษณะเป็นช่องเปิดด้านบน คือโรงเรือนกอไก่ โรงเรือนหลังคายกสองชั้น และโรงเรือนกอไก่ประยุกต์ (องอาจ, 2557) เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนขึ้นการนำโรงเรือนปลูกพืชมาประยุกต์ใช้ใน

เมืองไทยจำเป็นต้องมีการระบายความร้อนสะสมในโรงเรือนไม่เช่นนั้นความร้อนสะสมภายในโรงเรือนโดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนจะสูงจนเกิดผลกระทบต่อการทำงานของพืชได้ ซึ่งโรงเรือนปลูกเมล่อนของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเมล่อนหมู่ใหญ่ร่วมใจพัฒนานำมาใช้นั้นจะเป็นโรงเรือนหลังคาทรงโค้งเนื่องจากพื้นที่มีลักษณะเป็นพื้นที่โล่งลมพัดแรงจึงไม่สามารถใช้โรงเรือนรูปแบบอื่นได้ ซึ่งการระบายอากาศภายในโรงเรือนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural Ventilation), การระบายอากาศโดยใช้พัดลม (Force Ventilation) (องอาจ, 2557) หรือระบบพ่นหมอก (Fogger System) (Abdel-Ghany, A.M. & Kozai, T., 2006) ซึ่งการระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural Ventilation) นั้นมวลอากาศร้อนจะลอยตัวขึ้นที่สูงตามหลักอุณหพลศาสตร์ของอากาศ และสะสมอยู่ภายใต้หลังคาโรงเรือนซึ่งใช้วัสดุคลุมโรงเรือนเป็นพลาสติกในกรณีทีหลังคาโรงเรือนไม่มีช่องเปิดอย่างเช่นโรงเรือนหลังคาทรงโค้งจะทำให้เกิดการสะสมความร้อนภายในโรงเรือนซึ่งเป็นปัจจัยอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนการระบายอากาศแบบธรรมชาติจึงไม่สามารถระบายความร้อนสะสมภายในโรงเรือนได้ การระบายอากาศโดยใช้พัดลม (Force Ventilation) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของอากาศที่เกิดจากการเพิ่มพลังงานให้กับมวลของอากาศด้วยใบพัดของพัดลมทำให้อากาศเกิดการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการได้ซึ่งทำให้สามารถที่จะบังคับให้กระแสอากาศร้อนเคลื่อนที่ออกจากภายนอกโรงเรือนได้ด้วยการปรับทิศทางของพัดลมระบายอากาศ และสุดท้ายคือการลดอุณหภูมิของอากาศด้วยระบบพ่นหมอก (Fogger System) จะอาศัยหลักการระเหยน้ำโดยเมื่อน้ำเกิดการระเหยจะเกิดการดูดซับความร้อนภายในโรงเรือนบริเวณที่มีการพ่นหมอกทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ (Abdel-Ghany, A.M. & Kozai, T., 2006) แต่ด้วยการลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้จะเกิดความชื้นจากละอองของน้ำที่เกิดจากการพ่นหมอกของหัวพ่นหมอกการลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้จึงจำเป็นต้องทำร่วมกับพัดลมระบายอากาศเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนอากาศภายในและภายนอกโรงเรือน โดยพัดลมระบายอากาศจะทำหน้าที่หมุนเวียนอากาศภายในและภายนอกโรงเรือนทำให้ความชื้นภายในโรงเรือนมีความสมดุลกับภายนอกโรงเรือน อีกทั้งยังช่วยให้อากาศเกิดการหมุนเวียนภายในโรงเรือนทำให้อัตราการหายใจของพืชเพิ่มขึ้นเกิดการคายน้ำของพืชเพิ่มขึ้นทำให้ความชื้นบริเวณลำต้นลดลง (องอาจ, 2557) ส่งผลให้พืชดูดธาตุอาหารผ่านท่อลำเลียงได้มากขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนโดยใช้พัดลมระบายอากาศร่วมกับหลักการระเหยน้ำ โดยระบบควบคุมนี้สามารถนำไปติดตั้งกับโรงเรือนที่มีอยู่เดิมได้ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโรงเรือน ซึ่งระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนจะทำงานร่วมกัน 2 ระบบ คือพัดลมระบายอากาศ และการพ่นหมอก

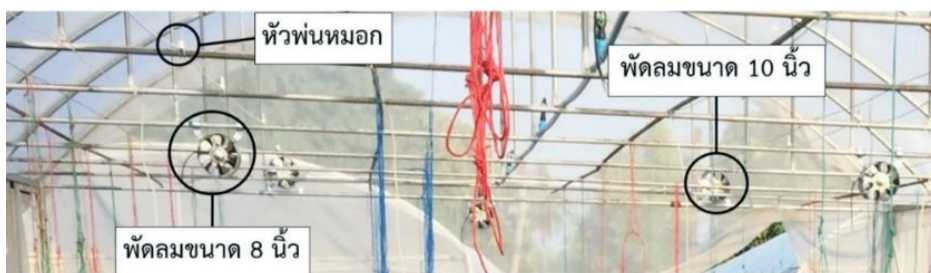
วิธีดำเนินการวิจัย

การทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนจะเริ่มการทดสอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการเปิดระบบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยพัดลมระบายอากาศ (หัวข้อการทดลองที่ 3) และการทดสอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือนเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการเปิดระบบพ่นหมอก (หัวข้อการทดลองที่ 4) แล้วนำเวลาที่เหมาะสมในการเปิดระบบในแต่ละระบบมาพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยการทำงานร่วมกัน 2 ระบบ คือการเปิดพัดลมระบายอากาศเพื่อระบายมวลอากาศร้อนที่สะสมในโรงเรือนและระบบพ่นหมอกเพื่อลดอุณหภูมิโดยอาศัยหลักการระเหยน้ำตามลำดับ ทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนโดยการเปรียบเทียบความสามารถในการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนตลอดทั้งวันด้วยการเปรียบเทียบ

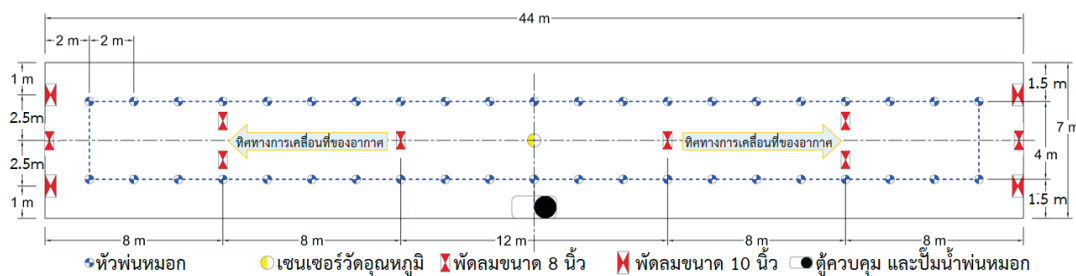
ระหว่างโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนและโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน (หัวข้อการทดลองที่ 5) ซึ่งทั้ง 2 โรงเรือนตั้งอยู่ติดกัน โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

1. การติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อน

การติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนประกอบด้วย 2 ระบบ คือการลดอุณหภูมิด้วยพัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation) และระบบพ่นละอองน้ำ (Fogger System) โดยโรงเรือนที่ใช้ติดตั้งระบบมีขนาดกว้าง 7 เมตร ยาว 44 เมตร และสูง 2 เมตร ความสูงโดม 1.6 เมตร การติดตั้งอุปกรณ์จะใช้อุปกรณ์จับยึดตามโครงสร้างของโรงเรือน หัวพ่นหมอกจะติดตั้งในลักษณะหงายขึ้นเพื่อลดการพ่นละอองน้ำสัมผัสใบของเมล่อนโดยตรงเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากการสัมผัสละอองน้ำของใบเมล่อนดังแสดงในภาพที่ 1 ระบบพัดลมระบายอากาศใช้พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial Flow Fans) ขนาด 8 นิ้ว จำนวน 8 ตัว ขนาด 10 นิ้ว จำนวน 4 ตัว ติดตั้งแบบสมมาตรจากกึ่งกลางโรงเรือนทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศมีลักษณะเคลื่อนที่ออกจากกึ่งกลางโรงเรือนสู่ภายนอกโรงเรือนด้านหน้าโรงเรือน และท้ายโรงเรือน ติดเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 1 ตำแหน่ง ที่กึ่งกลางโรงเรือน ระบบหมอกติดตั้งหัวพ่นหมอกขนาดรู 0.1 มิลลิเมตร (เฉลิมชาติ และคนอื่นๆ, 2561) จำนวน 2 แถว แถวละ 21 หัว ระยะห่างระหว่างแถว 4 เมตร ระยะห่างระหว่างหัว 2 เมตร รวมหัวพ่นหมอกทั้งสิ้น 42 หัว ครอบคลุมทั้งโรงเรือนดังแสดงในภาพที่ 2 การทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะถูควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) แบบ Open Source อาร์ดูโน เมกะ 2560 (Arduino Mega 2560)



ภาพที่ 1 การติดตั้งระบบเข้ากับโครงสร้างของโรงเรือน

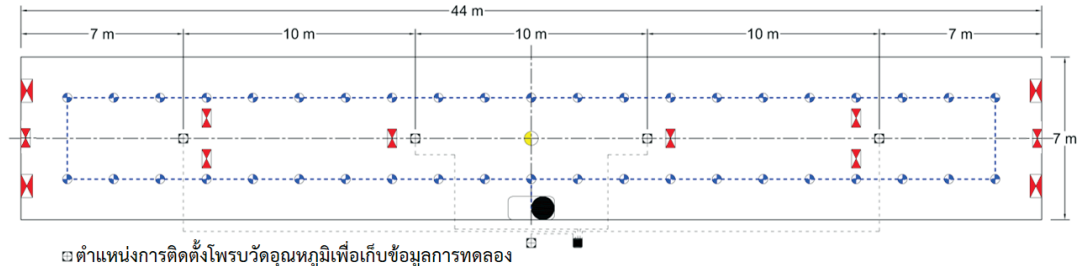


ภาพที่ 2 ตำแหน่งการติดตั้งพัดลม และหัวพ่นหมอก

2. การติดตั้งเครื่องมือวัดเพื่อใช้ในการทดสอบ

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเมื่อระบบเริ่มทำงานจะใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิแบบ 12 แชนแนลยี่ห้อ EXTECH รุ่น TM500 โพรบวัดอุณหภูมิ Type K รุ่น WRNM-106 ติดตั้งภายในโรงเรือน 4 ตำแหน่ง สูงจากพื้น 0.5 เมตร และ ภายนอกโรงเรือน 1 ตำแหน่ง (จิระศักดิ์ และอาภิรักษ์, 2562) โดยตำแหน่ง

ติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิแสดงในภาพที่ 3 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเมื่อระบบเริ่มทำงานใช้เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศ (Thermo-hygrometer) ยี่ห้อ Extech รุ่น RH490 โดยใช้ตำแหน่งการวัดตำแหน่งเดียวกับเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ



ภาพที่ 3 ตำแหน่งการติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิ

3. การทดสอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation)

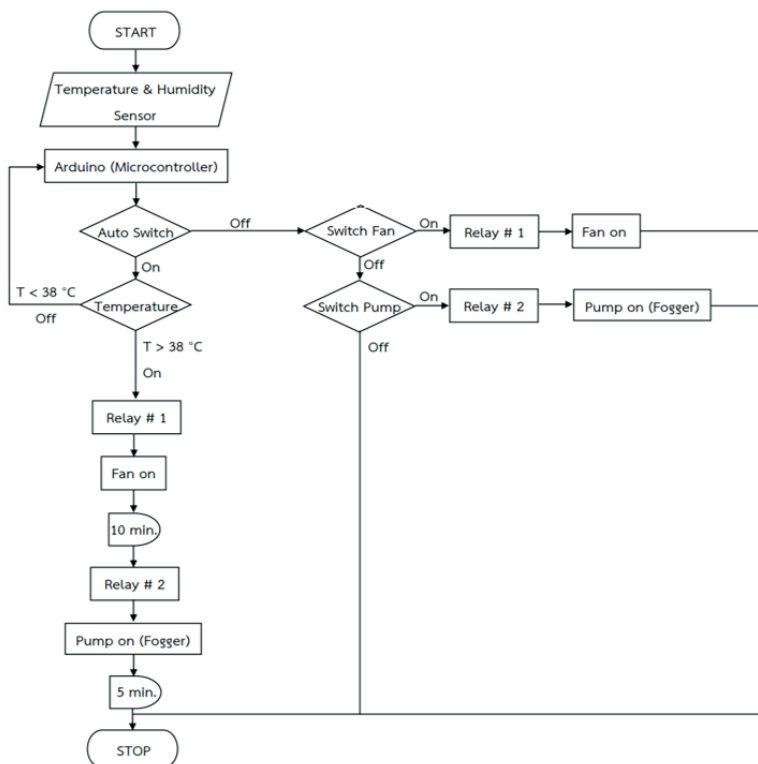
เป็นการทดสอบวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศ ซึ่งเป็นการทดลองเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการเปิดระบบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยพัดลมระบายอากาศ เพื่อนำไปเป็นเงื่อนไขในการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนด้วยการทำงานร่วมกัน 2 ระบบ ทำการเปิดพัดลมระบายอากาศเมื่ออุณหภูมิสะสมสูงสุดภายในโรงเรือนเริ่มมีค่าคงที่เป็นระยะเวลา 20 นาที ซึ่งเป็นการเปิดปกติยังไม่ได้ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ วัดอุณหภูมิภายใน และภายนอกโรงเรือนด้วยเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิแบบ 12 แชนแนลยี่ห้อ EXTECH รุ่น TM500 อ่านค่าจากโพรบวัดอุณหภูมิ Type K รุ่น WRN-106 ติดตั้งตามตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3 บันทึกค่าทุกๆ 1 นาที ทำการทดลองเช่นเดียวกันเป็นจำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง

4. การทดสอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือนเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการเปิดระบบพ่นหมอก (Fogger System)

เป็นการทดสอบวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือนเมื่อเปิดระบบพ่นหมอก (Fogger System) ซึ่งเป็นการทดลองเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการเปิดระบบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยระบบพ่นหมอกเพื่อนำไปเป็นเงื่อนไขในการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนด้วยการทำงานร่วมกัน 2 ระบบ ทำการเปิดปั๊มพ่นหมอกเมื่ออุณหภูมิสะสมสูงสุดภายในโรงเรือนเริ่มมีค่าคงที่เป็นระยะเวลา 20 นาที ซึ่งเป็นการเปิดปกติยังไม่ได้ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ วัดอุณหภูมิภายใน และภายนอกโรงเรือนด้วยเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิแบบ 12 แชนแนลยี่ห้อ EXTECH รุ่น TM500 ตามตำแหน่งดังแสดงในภาพที่ 3 บันทึกค่าทุกๆ 1 นาที และวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือนด้วยเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศ (Thermo-hygrometer) ยี่ห้อ Extech รุ่น RH490 โดยใช้ตำแหน่งการวัดตำแหน่งเดียวกับเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิทำการวัดและบันทึกค่าทุกๆ 1 นาที ทำการทดลองเช่นเดียวกันเป็นจำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง

5. การทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนด้วยการใช้พัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation) ร่วมกับระบบพ่นหมอก (Fogger System)

ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนเป็นการพัฒนาโดยการนำข้อดีของระบบระบายอากาศและลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน 2 ระบบ คือการระบายอากาศโดยใช้พัดลม (Force Ventilation) และการพ่นหมอก (Fogger System) มาทำงานร่วมกันซึ่งทั้งสองระบบมีข้อดี และข้อจำกัดที่ต่างกัน โดยการนำข้อมูลระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำงานจากการทดสอบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยพัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation) และการทดสอบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยระบบพ่นหมอก (Fogger System) มาใช้เป็นตัวแปรในการเขียนโปรแกรมคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) แบบ Open Source อาร์ดูโน เมกะ 2560 โดยกำหนดค่าอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ โดยรอบการทำงานจะเริ่มด้วยการด้วยการเปิดพัดลมระบายอากาศ 10 นาที และตามด้วยการเปิดระบบพ่นหมอก 5 นาที โดยมีแผนผังการทำงานดังแสดงในภาพที่ 4 ทำการทดลองและบันทึกข้อมูลในรอบ 1 วัน โดยเริ่มต้นการทดลองเวลา 08.00 น.-18.00 น. เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเปรียบเทียบกันระหว่างโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิซึ่งทั้ง 2 โรงเรือนอยู่ติดกัน ตำแหน่งการวัดและบันทึกข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 3 วิเคราะห์หาการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยโปรแกรม SPSS

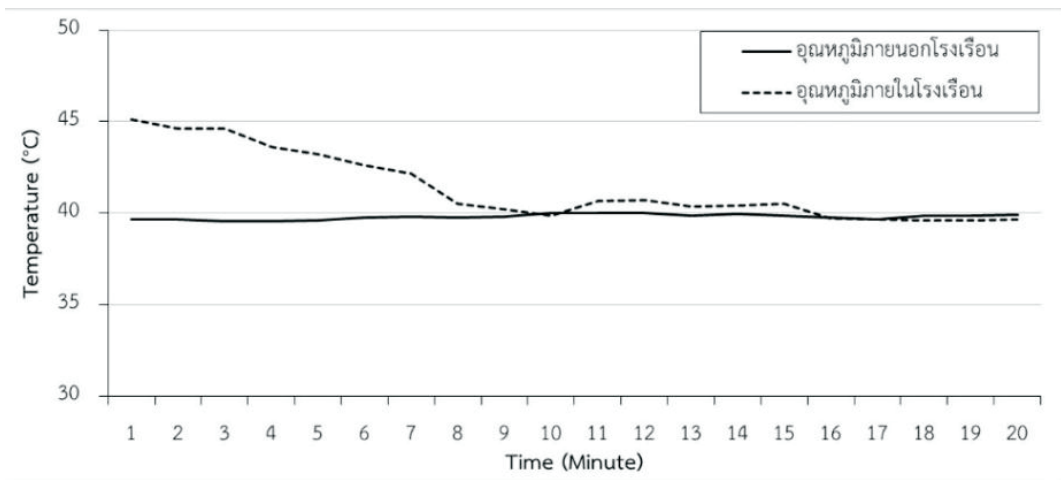


ภาพที่ 4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อน

ผลการวิจัย

1. ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation)

จากภาพที่ 5 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศ การทดลองครั้งนี้ได้ทดลองในเดือนเมษายน โดยเริ่มทดลองเวลา 12.00 น. มีอุณหภูมิอากาศภายนอกโรงเรือนอยู่ในช่วงระหว่าง 39.0-40.0 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับ (จิระศักดิ์ และอารักษ์, 2562) โดยมีอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือน 45.1 องศาเซลเซียส เมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าลดลงเหลืออุณหภูมิ 39.8 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาที่ 10-15 นาที พบว่าอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิลบลดอีกครั้ง จากการวัดพื้นผิวของวัสดุคลุมดินภายในโรงเรือนเบื้องต้นก่อนการทดลองด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิพื้นผิว (Infrared Thermometers) ยี่ห้อ Extech VIR50 มีอุณหภูมิมิบริเวณพื้นผิวเฉลี่ย 60 องศาเซลเซียส จึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิที่มีช่วงกลับมาเพิ่มสูงขึ้นนั้นเกิดจากการคายความร้อนของวัสดุคลุมดินของโรงเรือนเกษตรกรที่ใช้วัสดุเป็นผ้ากระสอบสีดำคลุมซึ่งมีคุณสมบัติการดูดซับความร้อนของวัสดุสีดำทำให้เมื่อเกิดการหมุนเวียนอากาศทำให้มีมวลอากาศร้อนที่เกิดจากการคายความร้อนจากวัสดุคลุมดินของโรงเรือนลอยขึ้นไปด้วยก่อนอากาศทั้งหมดจะถูกส่งออกภายนอกโรงเรือนที่บริเวณโดมของโรงเรือน อุณหภูมิสุดท้ายภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ย 39.6 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับอากาศภายนอกโรงเรือน โดยสามารถลดอุณหภูมิสะสมลงได้ถึง 5.5 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิภายในโรงเรือนจากตำแหน่งการวัดอุณหภูมิทั้ง 4 ตำแหน่งมีค่าไม่แตกต่างกัน ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเปิดพัดลมระบายอากาศคือ 10 นาที เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่สั้นและสามารถระบายอากาศภายในโรงเรือนออกสู่ภายนอกโรงเรือนทำให้อุณหภูมิภายในและภายนอกมีค่าใกล้เคียงกัน

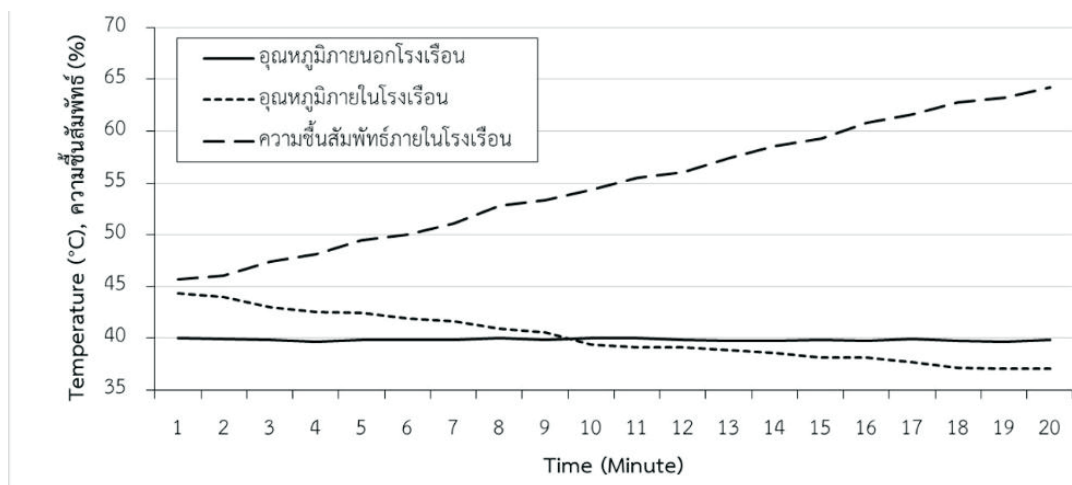


ภาพที่ 5 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศ

2. ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือนเมื่อเปิดระบบพ่นละอองน้ำ (Fogger System)

จากภาพที่ 6 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดระบบพ่นหมอกการทดลองครั้งนี้ได้ทดลองในเดือนเมษายน โดยเริ่มทดลองเวลา 13.30 น. มีอุณหภูมิอากาศภายนอกโรงเรือนอยู่ในช่วงระหว่าง 39.8-40.0 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับ (จิระศักดิ์ และอารักษ์, 2562) โดยมีอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือน 44.3 องศาเซลเซียส เมื่อเปิดระบบพ่นหมอกพบว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องและเริ่มมีการ

เปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อเวลาใกล้ถึง 20 นาที พบว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ย 37 องศาเซลเซียส โดยสามารถลดอุณหภูมิสะสมลงได้ถึง 7.3 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิภายในโรงเรือนจากตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ ทั้ง 4 ตำแหน่งมีค่าไม่แตกต่างกัน ในทางกลับกันความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนมีค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก ความชื้นภายในโรงเรือนเริ่มต้น 45.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปิดระบบครบ 20 นาที พบว่ามีความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 64.2 เปอร์เซ็นต์ และมีละอองน้ำเกาะตามพื้นผิวของวัสดุคลุมดินของโรงเรือนเกษตรกร ช่วงเวลาการเปิดระบบพ่นหมอกที่เหมาะสมเพื่อลดอุณหภูมิและรักษาระดับความชื้นให้อยู่ระหว่าง 45-65 เปอร์เซ็นต์ (อัษฎางค์ และ คนอื่นๆ, 2561) คือ 5 นาที



ภาพที่ 6 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดระบบพ่นหมอก

3. ผลการทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนด้วยการใช้พัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation) ร่วมกับระบบพ่นหมอก (Fogger System)

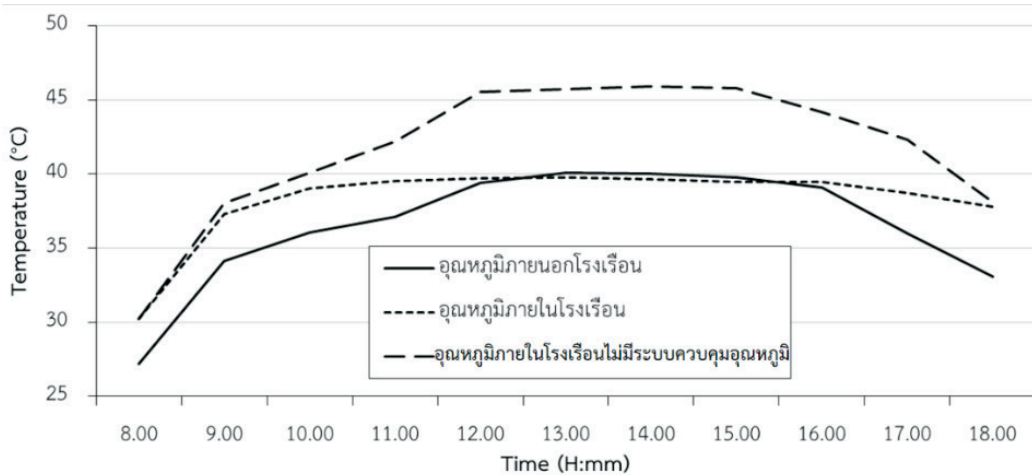
จากภาพที่ 7 ผลของอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนโดยระบบควบคุมดังกล่าวพัฒนาจากผลการทดสอบเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการเปิดระบบลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน 2 ระบบ คือการระบายอากาศโดยใช้พัดลม (Force Ventilation) และการพ่นหมอก (Fogger System) ทำการทดสอบเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิโดยในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองในเดือนเมษายน ซึ่งเริ่มทดลองในเวลา 8.00 น.-18.00 น. อุณหภูมิอากาศภายนอกโรงเรือนอยู่ในช่วง 27.2-40.1 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับ (จิระศักดิ์ และอาภิรักษ์, 2562) อุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง 30.22-39.76 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ (เฉลิมชาติ และ คนอื่นๆ, 2561) อุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง 30.22-45.90 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสะสมสูงสุดภายในโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิคือ 45.90 องศาเซลเซียส ในเวลาเดียวกันอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิคือ 39.65 องศาเซลเซียส จะเห็นว่าระบบควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนสามารถลดอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 6.25 องศาเซลเซียส

จากการวัดอุณหภูมิของเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิแบบ 12 แชนแนล ที่มีการติดตั้งภายในโรงเรือนปลูกเมล่อน 4 ตำแหน่ง ซึ่งบันทึกข้อมูลภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 8.00-18.00 น. นำมาวิเคราะห์เพื่อหาการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

(ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรม SPSS พบว่าการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนที่มีการติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลามีความสม่ำเสมอทั้งโรงเรือนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Source of Variation	df	SS	MS	P-value
ช่วงเวลาการวัดอุณหภูมิ (8.00 – 18.00 น.)	10	309.71014	30.97101	1.65×10^{-23} *
อุณหภูมิที่ตำแหน่งการวัด 4 ตำแหน่ง	3	0.28868	0.09622	0.67026 ^{ns}
Error	30	5.52749	0.18424	
Total	43	315.52631		



ภาพที่ 7 กราฟแสดงผลของอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดทั้งสองระบบร่วมกันเทียบกับอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ไม่มีระบบลดอุณหภูมิ

อภิปรายผล

จากการทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนโดยทำงานร่วมกัน 2 ระบบ คือพัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation) และระบบพ่นหมอก (Fogger System) โดยมีการทดลอง 3 การทดลอง คือการทดลองที่ 1 ผลของการเปลี่ยนอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศพบว่า การเปิดพัดลมระบายอากาศมีผลต่อการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนกล่าวคือการเปิดพัดลมระบายอากาศสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้โดยอากาศด้านบนจะถูกพัดลมระบายอากาศขับเคลื่อนออกภายนอกโรงเรือนและอากาศบริเวณโดยรอบโรงเรือนจะเคลื่อนเข้าสู่โรงเรือนแทนที่อากาศที่ถูกพัดออกโดยการเปิดพัดลมระบายอากาศ สามารถลดการสะสมอุณหภูมิภายในโรงเรือน สามารถลดอุณหภูมิสะสมลงได้ถึง 5.5 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเปิดพัดลมระบายอากาศคือ 10 นาที เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่ยาวและสามารถระบายอากาศภายในโรงเรือนออกสู่ภายนอกโรงเรือนทำให้อุณหภูมิภายในและภายนอกมีค่าใกล้เคียงกัน โดยพัดลมระบายอากาศมีข้อจำกัดคือไม่สามารถลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าอุณหภูมิแวดล้อมได้เนื่องจากเป็นการระบายอากาศด้วยการหมุนเวียนอากาศเท่านั้น การทดลองที่ 2 ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิด

ระบบพ่นหมอก พบว่าการเปิดระบบพ่นหมอกเพื่อลดอุณหภูมิโดยอาศัยหลักการระเหยน้ำโดยเมื่อน้ำเกิดการระเหยจะเกิดการดูดซับความร้อนภายในโรงเรือนบริเวณที่มีการพ่นหมอกทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ (Abdel-Ghany, A.M. & Kozai, T., 2006) พบว่าระบบพ่นหมอกสามารถลดอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนได้ โดยมีค่าความแตกต่างของการลดอุณหภูมิสะสม 7.3 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาการเปิดระบบพ่นหมอกที่เหมาะสมเพื่อลดอุณหภูมิและรักษาระดับความชื้นให้อยู่ระหว่าง 45-65 เปอร์เซ็นต์ (อัษฎางค์ และคนอื่นๆ, 2561) คือ 5 นาที แต่ด้วยการลดอุณหภูมิด้วยระบบพ่นหมอกจนมีค่าความแตกต่างของการลดอุณหภูมิที่สูงนั้นจะทำให้เกิดการสะสมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนซึ่งจะพบปัญหาการเข้าทำลายของโรคทางใบได้ง่ายและบ่อยหากมีความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไป การทดลองที่ 3 คือการทดลองหาผลของการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อเปิดทั้งสองระบบร่วมกัน โดยการนำข้อมูลระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำงานจากการทดสอบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยพัดลมระบายอากาศ และการทดสอบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยระบบพ่นละอองน้ำ มาใช้เป็นตัวแปรในการเขียนโปรแกรมคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) โดยได้นำแนวทางการลดอุณหภูมิในงานวิจัยของ (เฉลิมชาติ และคนอื่นๆ, 2561) ด้วยการเปิดพัดลมระบายอากาศ 10 นาที ตามด้วยการเปิดระบบพ่นหมอก 5 นาที ระบบเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส พบว่าระบบสามารถลดอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนได้ โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ระหว่าง 30.22-39.76 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ (เฉลิมชาติ และคนอื่นๆ, 2561) โดยอุณหภูมิสะสมสูงสุดภายในโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิคือ 45.90 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาเดียวกันอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิคือ 39.65 องศาเซลเซียส จะเห็นว่าระบบควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนสามารถลดอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 6.25 องศาเซลเซียสซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ (เฉลิมชาติ และคนอื่นๆ, 2561) คิดเป็น 13.62 เปอร์เซ็นต์ ของอุณหภูมิสะสมสูงสุดภายในโรงเรือน ระบบสามารถติดตั้งเข้ากับโครงสร้างเดิมของโรงเรือนได้โดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของโรงเรือน

ต้นทุนในการติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนเมื่อไม่รวมค่าสร้างโรงเรือนเนื่องจากการออกแบบระบบเป็นการออกแบบให้ติดตั้งเข้ากับโรงเรือนเดิมได้เลยโดยติดตั้งในโรงเรือนปลูกเมล่อน ขนาดกว้าง 7 เมตร ยาว 44 เมตร โดยระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนประกอบไปด้วย พัดลมระบายอากาศขนาด 8 นิ้ว 8 ตัว, พัดลมระบายอากาศขนาด 10 นิ้ว 4 ตัว, หัวพ่นหมอก 42 หัว, สายส่งน้ำ, ป้อนน้ำแรงดันสูง, ถังพักน้ำ, ตู้ควบคุม, เซ็นเซอร์, สายไฟขนาดต่างๆ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ รวมเป็นค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง 43,100 บาท สามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ 6.25 องศาเซลเซียส ต้นทุนการสร้างโรงเรือนขนาด 7 x 44 x 3.6 เมตร (กว้างxยาวxสูง) ราคา 154,000 บาท (สมาคมกัญชงไทย, ม.ป.ป.) เมื่อรวมค่าติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน และต้นทุนการสร้างโรงเรือน จะเป็นเงินทั้งสิ้น 197,100 บาท เมื่อเทียบกับต้นทุนในการสร้างโรงเรือน Evap. ขนาด 7 x 44 x 3.6 เมตร (กว้างxยาวxสูง) ราคา 554,400 บาท (บริษัทสมาร์ทโอโซลูชั่น จำกัด, 2564) สามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ 5-10 องศาเซลเซียส (ทัพพีศรีธรรม, 2562) จะเห็นว่าต้นทุนการสร้างโรงเรือนรวมค่าติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่พัฒนาขึ้นจะถูกกว่าต้นทุนในการสร้างโรงเรือน Evap. 357,300 บาท คิดเป็น 64.45% ของต้นทุนในการสร้างโรงเรือน Evap. เมื่อพิจารณาในแง่ของการปรับปรุงโรงเรือนที่มีอยู่เดิมให้มีการระบายอากาศหรือลดอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนลงด้วยการติดตั้งเพียงระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนจะทำให้ต้นทุนการติดตั้งลดลงได้อีกโดยมีเฉพาะค่าใช้จ่ายของระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อน 43,100 บาท

ขอแนะนำสำหรับงานวิจัยนี้พบว่าการคลุมวัสดุคลุมดินที่เป็นผ้ากรองสปีด้าซึ่งมีคุณสมบัติการดูดซับความร้อนของวัสดุสปีด้าทำให้เกิดการสะสมความร้อนภายในโรงเรือนได้ดังนั้นจึงควรเลือกวัสดุคลุมดินที่เป็นสีขาวหรือ

เฉดสีที่อ่อนจะช่วยลดการสะสมความร้อนได้ การติดตั้งตู้ควบคุมระบบควรติดตั้งภายนอกโรงเรือนเพื่อลดความเสียหายของบอร์ดควบคุมจากอุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนและความชื้นภายในโรงเรือน ถังน้ำระบบหมอกควรแยกใช้เป็นถังน้ำสำหรับระบบหมอกโดยเฉพาะ และควรตั้งอยู่ในที่ร่มนอกโรงเรือนน้ำสำหรับระบบหมอกควรเป็นน้ำสะอาดเพื่อลดการอุดตันของหัวพ่นหมอก ท่อน้ำของระบบพ่นหมอกไม่ควรเป็นสีดำเพื่อลดการดูดกลืนความร้อนทำให้น้ำภายในท่อร้อนได้ และไม่ควรถูกใช้ท่อสีขาวเนื่องจากจะเกิดตะไคร่น้ำภายในท่อซึ่งจะทำให้หัวฉีดอุดตันได้เช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีงบประมาณ 2562 และขอขอบพระคุณวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่ล่อนหมู่ใหญ่ร่วมใจพัฒนาผู้ให้ความอนุเคราะห์โรงเรือนปลูกเมล่อนเพื่อติดตั้งอุปกรณ์และดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่น และอารักษ์ หกพันนา. (2562). โรงเรือนความร้อนต่ำเพื่อการเกษตรอินทรีย์. ใน **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33** วันที่ 2-5 กรกฎาคม 2562 (หน้า 669-677). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เฉลิมชาติ เสาวราช, กระจวี ตรีอำรรค และเทวรัตน์ ตรีอำรรค. (2561). สมรรถนะการทำงานร่วมของโรงเรือนเพาะปลูกแบบพ่นหมอกกับระบบระบายอากาศที่ควบคุมด้วยสมการสมดุลความชื้นของอากาศ. **วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, 24(2)**, 63-69.
- ทัพพรศรณ ทรัพย์สรณ. (2562). Smart Farm. [แผ่นพับ]. ปทุมธานี : AGERA BIOTECHNOLOGY LTD.
- บริษัท สมาร์ทฟาร์มไอโซลูชั่น จำกัด. (2564). **รับติดตั้งโรงเรือนและระบบทำความเย็นแบบ Evaporation**. Available: <http://www.smartfarmdiys.com/product/206/รับติดตั้งโรงเรือนและระบบทำความเย็นแบบ-Evaporation>. [2565, มีนาคม 22].
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2557). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 3**. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา.
- สมาคมกัญชงไทย. (ม.ป.ป.). **การปลูกแบบ Green house**. [Online]. Available : <https://thaha.org/th/green-house/>. [2565, มีนาคม 22].
- องอาจ วิเศษสุข. (2557). การศึกษารูปแบบการไหลและการกระจายอุณหภูมิอากาศในโรงเรือนเพาะปลูก. **วารสารวิชาการ เทคโนโลยี พลังงาน และสิ่งแวดล้อม, 1(2)**, 35-45.
- อัษฎางค์ บุญศรี, เทพ เกื้อทวีกุล, ชัยพร กัลป์พฤกษ์ และบุลวัชร อบเชย. (2561). ระบบควบคุมความชื้นในดินสำหรับการให้น้ำเมล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร วันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2561**(หน้า 426-437). กำแพงเพชร : มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- Abdel-Ghany, A.M. & Kozai, T. (2006). Cooling Efficiency of Fogging Systems for Greenhouses. **Biosystems Engineering, 94(1)**, 97-109.