

## การออกแบบปรับปรุงหลังคาโรงเรือนเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของผักชี ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย

### Greenhouse roof renovation to improve coriander growth rate in the central region of Thailand.

ศิธร เพ็ญพร<sup>a</sup> และ สัทธา ปัญญาแก้ว<sup>a</sup>

Seetorn Penpon and Satta Panyakaew

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

<sup>a</sup>Faculty of Architecture, Silpakorn University

\* Corresponding Author. E-mail: Penpon\_s@silpakorn.edu

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงหลังคาโรงเรือนทรงจั่ว 2 ชั้นเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของผักชี โดยพิจารณาใน 3 ปัจจัยด้วยกัน คือ 1. ปัจจัยด้านระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดต่อวัน 2. ปัจจัยด้านความเข้มข้นของแสงแดด 3. ปัจจัยด้านอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน บนพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ช่วงเดือนมีนาคม - พฤษภาคม โดยหลังคาโรงเรือนทรงจั่ว 2 ชั้นที่เลือกมาออกแบบปรับปรุงจะมุงด้วยวัสดุ 2 ชนิด คือ 1) หลังคาชั้นล่างมุงด้วยพลาสติกแบบใสเคลือบสารกัน UV (Low Density Polyethylene) และ 2) หลังคาชั้นบนมุงด้วยผ้าพลาสติก PVC Tarpaulins รูปแบบหลังคาโรงเรือนที่ออกแบบปรับปรุงมีทั้งหมด 5 รูปแบบเพื่อเปรียบเทียบ ทั้ง 5 รูปแบบจะแตกต่างกันที่ระยะซ้อนทับของหลังคาชั้นบนกับหลังคาชั้นล่าง ซึ่งระยะซ้อนทับของหลังคารูปแบบที่ 1 ถึง 5 คือ 1, 2, 3, 4, 5 เมตรตามลำดับ Program Sefaira ถูกใช้เพื่อทดสอบปัจจัยด้านระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดต่อวันของโรงเรือน 5 รูปแบบ ผลการทดสอบพบว่ารูปแบบหลังคาที่ 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ได้รับแสงดีที่สุด จึงนำไปทดสอบต่อกับอีก 2 ปัจจัย โดยปัจจัยด้านความเข้มข้นของแสงแดดทดสอบใน Program DIALux Evo 11.0 ซึ่งใช้ระยะความสูงของแปลงปลูก 90 เซนติเมตรจากพื้นดิน พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแสงแดดของโรงเรือนรูปแบบที่ 4 มีความเหมาะสมที่สุด ส่วนปัจจัยด้านอุณหภูมิและความชื้นใช้ Program DesignBuilder v 6.1.0.006 ในการทดสอบ โดยวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน พบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนรูปแบบที่ 2, 3 และ 4 มีค่าไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาสรุปได้ว่า โรงเรือนรูปแบบที่ 4 เป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด โดยมี 1. ปัจจัยด้านระยะเวลารับ

แสงแดดมากที่สุด อยู่ที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน 2. ปัจจัยด้านความเข้มข้นของแสงแดดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 331.60 ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) ซึ่งเหมาะสมกับอัตราการเจริญเติบโตของผักชี ซึ่งจะต้องการความเข้มข้นของแสงแดดระหว่าง 200 ถึง 400 ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) ส่วนปัจจัยด้านอุณหภูมิและความชื้น โรงเรือนรูปแบบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากรูปแบบที่ 2 และ 4 มากนัก โดยยังมีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ 20-38 องศา°C และ 50-70 % ซึ่งโรงเรือนรูปแบบที่ 4 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.78 องศา°C และความชื้นเฉลี่ยในอากาศ 57.02 %

#### คำสำคัญ:

โรงเรือนปลูกพืช , ความเข้มข้นของแสงแดด , อุณหภูมิและความชื้น , การปรับปรุงรูปแบบหลังคา

#### ABSTRACT

This research aimed to design and improve greenhouse roof to increase the growth rate of coriander by considering 3 factors: 1. The duration of sunlight per day 2. The intensity of sunlight 3. The temperature and humidity inside the greenhouse in the central region of Thailand during March to May. The roof of the 2-storey gable roof selected for improvement was roofed with 2 types of materials: 1) The lower roof was roofed with UV-resistant clear greenhouse plastic (Low Density Polyethylene) and 2) The upper roof was roofed with PVC Tarpaulins. This research selected to design and improve the greenhouse roof by specifying 5 types for comparison. The overlapping distance of the roof types 1 to 5 were 1, 2, 3, 4, and 5 meters respectively. Program Sefaira was used to test the factors of the duration of sunlight per day of the 5 greenhouse roof types. The test results showed that roof types 2, 3, and 4 had the best average sunlight duration. Therefore, it was tested for 2 factors, with the sunlight intensity factor tested in Program DIALux Evo 11.0 using the height of the planting plot at 90 centimeters from the ground. It was found that the average sunlight intensity of greenhouse type 4 was the most appropriate. As for the temperature and humidity factors, they were tested in Program DesignBuilder v 6.1.0.006 by measuring the temperature and humidity inside the greenhouse. It was found that the average temperature and humidity of greenhouse types 2, 3 and 4 were almost the same. In conclusion, Greenhouse roof type 4 was the most appropriate type in this research. 1. The sunlight duration factor was 8 hours per day. 2.

The average sunlight intensity factor was 331.60 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), which was appropriate for the

growth rate of coriander, which required sunlight intensity of 200-400 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

As for the temperature and humidity factors, greenhouse types 2, 3 and 4 did not differ much. But it is still in the appropriate temperature and humidity of 20-38 degrees Celsius and 50-70%, which the greenhouse roof type 4 has an average temperature of 32.78 degrees Celsius and an average humidity of 57.02%.

#### Keywords:

Greenhouse, Sunlight intensity, Temperature and humidity, Roof design improvement

#### บทนำ

อาหารมีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมากเพราะคือปัจจัย 4 ในชีวิตประจำวัน ซึ่งถ้าความมั่นคงทางด้านอาหาร นั้นลดลงก็จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์โดยตรง ปัจจัยสำคัญก็คือสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอันเนื่องเกิดจากสภาวะโลกร้อน ส่งผลต่อผลผลิตทางด้านอาหารเป็นอย่างมาก ทำให้คุณภาพและปริมาณลดลง

สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศของภาคกลางประเทศไทย ภาคกลางของประเทศไทยตั้งอยู่บนละติจูด 13 – 16 องศาเหนือและลองจิจูด 97 – 101 องศาตะวันออก (วรรณิ พุทธาวุฒิไกร, 2549) เป็นภาคที่มีพื้นที่ผลิต ผลผลิตทางการเกษตรจำพวกพืชผักเพื่อบริโภคเป็นจำนวนมาก เช่นผักชี จะมีปลูกในจังหวัด นครปฐม 984 ไร่ ราชบุรี 579 ไร่ ประจวบคีรีขันธ์ 515 ไร่ เพชรบูรณ์ 424 ไร่ สระบุรี 337 ไร่ เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562)

โรงเรือนในการปลูกผักชีนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการปลูกผักชีเพราะว่าโรงเรือนสามารถป้องกันแมลงป้องกันน้ำค้างและแสงแดดที่มากเกินไปในตอนกลางวัน ปัจจุบันจึงมีการนิยมใช้โรงเรือนในการปลูกผักชีมากขึ้นในกลุ่มเกษตรกรจะช่วยให้ผลผลิตมีคุณภาพและลดการใช้สารเคมีหรือยาฆ่าแมลง จะเป็นผลดีต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภคเอง โรงเรือนมีด้วยกันหลายรูปทรงและวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหรือวัสดุปิดก็มีหลากหลายแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของภูมิอากาศชนิดพืชที่ต้องการปลูกดังนั้นควรที่จะเลือกรูปทรงและวัสดุของโรงเรือนให้เหมาะสม (วัลลภ สำราญบำรุง, 2544)

ปลูกการผักชีนั้นก็มีหลายวิธีด้วยกันดังนั้นควรเลือกวิธีที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและสถานที่ด้วยเช่นกัน การเลือกวิธีที่ถูกต้องเหมาะสมต่อผักชีจะปลูกจะช่วยเกษตรกร

ได้หลายด้านจะช่วยลดเวลาในการการปลูกและการเก็บเกี่ยวผลิต (บุญส่ง เอกพงษ์, 2563). ลดการใช้แรงงาน ลดการเสียเวลาที่ยากเกินไป ซึ่งจะเป็นผลดีต่อเกษตรกร (ชำนาญ ขวัญสกุล, 2565) วิธีปลูกผักชีบนแคร่ก็เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจเพราะมีความสะดวกง่ายในการทำงานและไม่ต้องดูแลเรื่องระบบน้ำหรือสารละลายในการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ (อลงกรณ์ รัตตะเวทิน, 2560)

ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงโรงเรือนเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักชีในช่วงเวลากลางวันของฤดูร้อน (จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่น, 2562) ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยจึงจะช่วยเกษตรกรได้ผลผลิตจากการปลูกผักชีมากขึ้นได้ เพราะฤดูร้อนเป็นช่วงเวลาที่ผลผลิตของผักชีมักจะมีปริมาณน้อยและทำให้ราคาแพงต่อผู้บริโภค สำหรับงานวิจัยนี้จะเน้นการปรับปรุงหลังคาโรงเรือนทรงจั่ว 2 ชั้นเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของผักชี

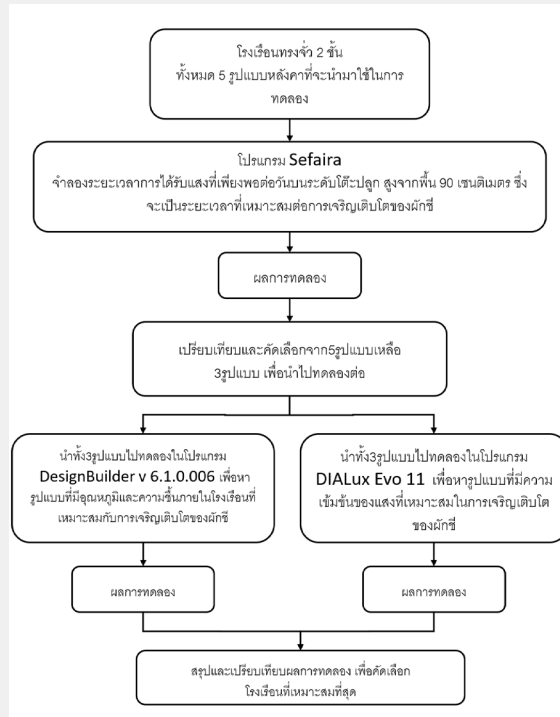
### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบหลังคาโรงเรือนทรงจั่ว 2 ชั้นที่สามารถสร้างสภาวะที่เหมาะสมต่อการปลูกผักชีในช่วงฤดูร้อนของพื้นที่ภาคกลางประเทศไทย

### ขอบเขตการวิจัย

เดือนมีนาคม-พฤษภาคม โดยจำลองผ่านProgram computer 1. Program Sefaira จำลองเรื่องระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดต่อวัน 2. Program DIALux Evo 11 จำลองเรื่องความเข้มข้นของแสง 3. Program DesignBuilder v 6.1.0.006 จำลองเรื่องอุณหภูมิและความชื้น โดยกำหนดค่าเป็นพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อให้ฐานข้อมูลที่โปรแกรมต่างๆมีอยู่ให้พื้นที่ตรงกัน

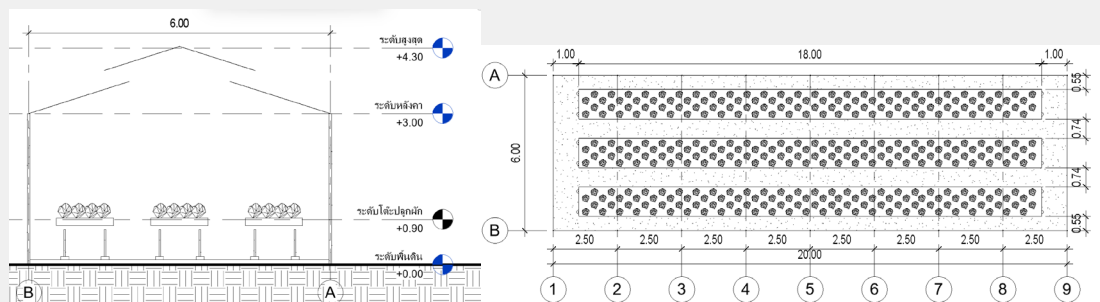
รายละเอียดวิธีวิจัย



ภาพที่ 1 รายละเอียดวิธีวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

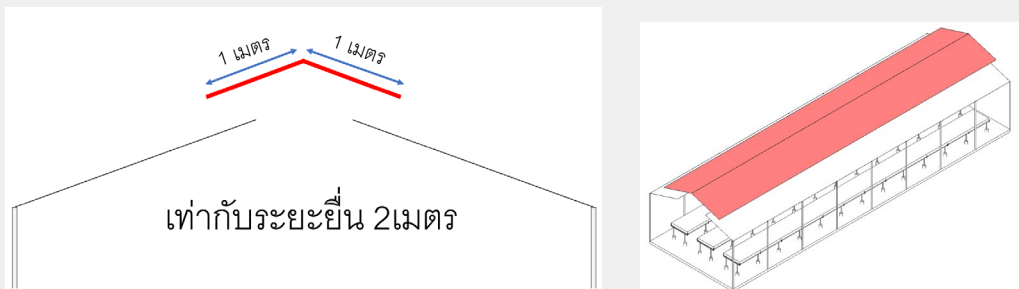
รูปแบบตัวอย่างโรงเรือนที่ใช้ในทดลองเป็นรูปแบบโรงเรือนที่ใช้ในการเกษตร เป็นรูปแบบ โครงเหล็กกลมโปร่งไม่มีผนังหรือมุ้งกันแมลง หลังคาเป็นแบบทรงจั่ว 2 ชั้น ขนาด 6x20 เมตร หรือ 120 ตารางเมตร สูง 4.20 เมตร เป็นแบบชั้นเดียวสูง 3.00 เมตร หลังคาสูง 1.20 เมตร รวม 4.20 เมตร โดยที่โรงเรือนตั้งกลางแจ้งและวางตามแนวยาวจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก



ภาพที่ 2 ขนาดของโรงเรือนตั้งต้นที่จะนำมาทดลอง

กำหนดรูปแบบหลังคาโรงเรือนทรงจั่ว 2 ชั้น โดยหลังคาชั้นบนจะมีระยะสูงกว่าหลังคาชั้นล่างอยู่ 30 เซนติเมตร และรูปแบบหลังคาโรงเรือนที่ออกแบบปรับปรุงมีทั้งหมด 5 รูปแบบเพื่อเปรียบเทียบ ทั้ง 5 รูปแบบจะแตกต่างกันที่ระยะซ้อนทับของหลังคาชั้นบนกับหลังคาชั้นล่าง ซึ่งระยะซ้อนทับของหลังคาแบบที่ 1 ถึง 5 คือ 1, 2, 3, 4, 5 เมตรตามลำดับ ส่วนการคิดพื้นที่ซ้อนทับของหลังคา

คือ การนำระยะซ้อนทับของหลังคาทั้ง 2 ฝั่งของจั่ว คูณด้วยความยาวโรงเรือน ตามที่แสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 3 กำหนดรูปแบบหลังคาชั้นที่ 2 ที่ขนาดจะเป็นละมีวัสดุต่างกับกับหลังคาชั้นที่ 1

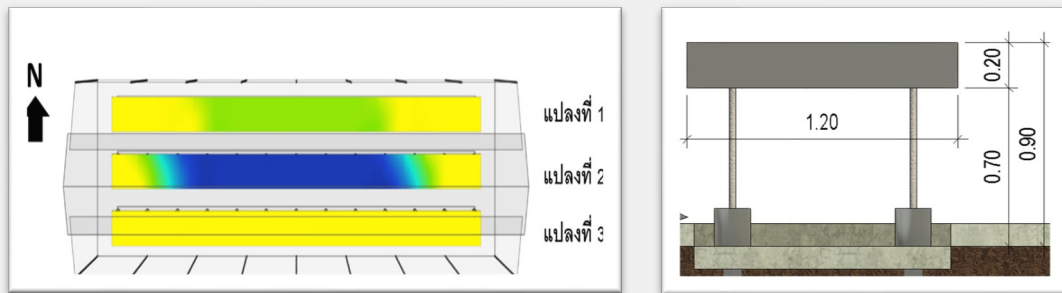
ตารางที่ 1 กำหนดรูปแบบของหลังคาโรงเรือนทรงจั่ว 2 ชั้นที่จะนำมาทดลอง มีทั้งหมด 5 รูปแบบ

ชื่อ	กว้าง เมตร	ยาว เมตร	พื้นที่ ตรม.	รูปภาพประกอบ
หลังคาชั้นที่ 1 แบบ fix วัสดุ Low Density Polyethylene (LLDPE)				
หลังคาชั้นที่ 1 ฝั่งซ้าย	2.5	20	50	
หลังคาชั้นที่ 1 ฝั่งขวา	2.5	20	50	
หลังคาชั้นที่ 2 แบบ fix วัสดุ PVC Tarpaulins				
รูปแบบที่ 1 หลังคาชั้นที่ 2 ซ้อนทับ 1 เมตร	1	20	20	
รูปแบบที่ 2 หลังคาชั้นที่ 2 ซ้อนทับ 2 เมตร	2	20	40	
หลังคาชั้นที่ 2 แบบ fix วัสดุ PVC Tarpaulins				
รูปแบบที่ 3 หลังคาชั้นที่ 2 ซ้อนทับ 3 เมตร	3	20	60	
รูปแบบที่ 4 หลังคาชั้นที่ 2 ซ้อนทับ 4 เมตร	4	20	80	
รูปแบบที่ 5 หลังคาชั้นที่ 2 ซ้อนทับ 5 เมตร	5	20	100	

การกำหนดรูปแบบและขนาดแปลงปลูก

กำหนดแปลงปลูกของผักซีโดยทั่วไประดับดินบนสุดของแปลงปลูกจะมีความสูง 90 เซนติเมตรจากพื้นดินและมีความกว้าง 1.2 เมตรมีความหนาของชั้นดินปลูกก็คือกระบะปลูกผักซี 15 เซนติเมตร และมีความยาว 18 เมตรต่อ 1 กระบะ ใน 1 โรงเรือนจะมีแปลงปลูกทั้งหมด 3 แปลง

โดย จะกำหนดแปลงปลูกที่ 1 คือแปลงปลูกทางทิศเหนือและไล่ลงมาทางทิศใต้เป็นแปลงที่ 2 และแปลงที่ 3 ตามลำดับ



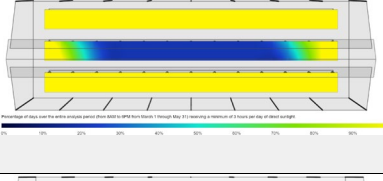
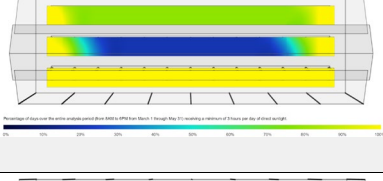
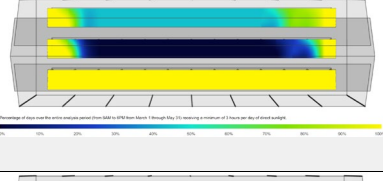
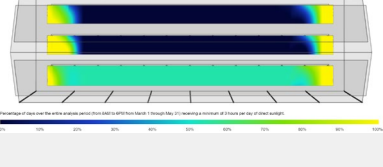
ภาพที่ 4 ระยะเวลาแปลงปลูกและการกำหนดแปลงปลูก

### ผลการศึกษา

ผลการศึกษาด้านระยะเวลาที่ได้รับแสงแดด จาก Program Sefaira หลังคาโรงเรือนแบบที่ รูปแบบที่ 2, 3, 4 การได้รับแสงแดดดีใกล้เคียงกัน โดยหลังคารูปแบบที่ 2 ได้รับแสงแดดเฉลี่ย 8.3 ชั่วโมงต่อวัน หลังคารูปแบบที่ 3 ได้รับแสงแดดเฉลี่ย 8.7 ชั่วโมงต่อวันและหลังคารูปแบบที่ 4 ได้รับแสงแดดเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งจะสังเกตได้ว่าหลังคาทุกรูปแบบจะได้รับแสงแดดเฉลี่ยเพียงพอต่อความต้องการของผักชี (6-8 ชั่วโมงต่อวัน) แต่หลังคารูปแบบที่ 1 ได้รับแสงแดดเฉลี่ย 9.3 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งสูงเกินไป ส่วนหลังคารูปแบบที่ 5 อาจมีความทึบแสงมากเกินไปและอาจทำให้ปัจจัยด้านความเข้มข้นของแสงแดดไม่เพียงพอ

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาปัจจัยด้านเวลาที่ได้รับแสงของแต่ละแปลงปลูกทั้ง 3 แปลงและค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 แปลงของโรงเรือนทั้ง 5 รูปแบบหลังคาด้วย Program Sefaira

รูปแบบโรงเรือน	ผังแสดงพื้นที่เวลาชม./วันที่พืชได้รับแสงแดดระดับโต๊ะผักสูงจากพื้น 90 เซนติเมตรรูปภาพจาก sefaira	เวลาที่ได้รับชม./วัน 1 มีนาคม- 31 พฤษภาคม 08.00-18.00น.				
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย 3 แปลง	
รูปแบบที่ 1		10.0	8.0	10.0	9.3	ไม่นำไปทดลองต่อ

รูปแบบโรงเรือน	ผังแสดงพื้นที่เวลาชม./วันที่พืชได้รับแสงแดดระดับโต๊ะผักสูงจากพื้น 90 เซนติเมตรรูปภาพจาก sefaira	เวลาที่ได้รับชม./วัน 1 มีนาคม- 31 พฤษภาคม 08.00-18.00น.				
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย 3 แปลง	
รูปแบบที่ 2		9.6	6.9	10.0	8.3	นำไปทดลองต่อ
รูปแบบที่ 3		9.1	7.1	10.0	8.7	นำไปทดลองต่อ
รูปแบบที่ 4		7	7.1	10.0	8.0	นำไปทดลองต่อ
รูปแบบที่ 5		6.1	7.1	8.2	7.1	ไม่นำไปทดลองต่อ

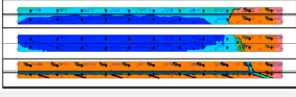
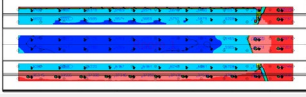
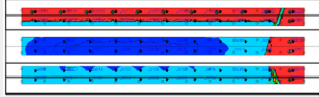
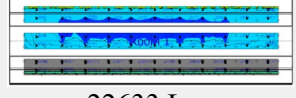
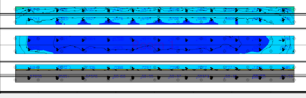
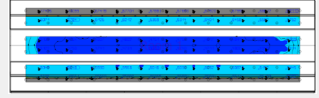
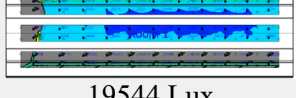
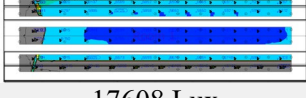
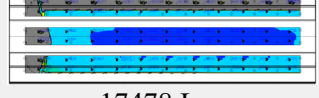
ผลการศึกษาด้านความเข้มข้นของแสงแดด จาก Program DIALux Evo 11.0 นำผลของรูปแบบหลังคาโรงเรือนทั้ง 3 รูปแบบ คือรูปแบบที่ 2, 3, 4 มาทดสอบต่อด้านความเข้มข้นของแสงแดดด้วย Program DIALux Evo 11.0 โดยจะแสดงค่าความสว่างของแสงแดดมีหน่วยเป็น LUX ดังนั้นจึงต้องแปลงหน่วยให้เป็นไปตามระดับพลังงานที่จำเป็นสำหรับกระบวนการสังเคราะห์แสง ความหนาแน่นของฟิโตนฟลักซ์ของการสังเคราะห์ด้วยแสง (PPFD) เป็นหน่วยที่ใช้บ่อยที่สุดในการวิเคราะห์ระดับการสังเคราะห์ด้วยแสงที่พืชต้องการ หน่วยของ PPFD (จริญญา ฤทธิรัมย์, 2563) คือ  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  และหมายถึงปริมาณของรังสีที่ทำการสังเคราะห์ด้วยแสง (PAR) การแปลงเป็นความสว่างที่มีความแตกต่างตามต้นกำเนิดของแสง เช่น จากดวงอาทิตย์ ความส่องสว่าง 54 lux เท่ากับ  $1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (Sana Javed, 2021)

$$\text{PPFD } (\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}) = \frac{E}{K}$$

เมื่อ PPFD คือ ค่าความหนาแน่นของค่าฟลักซ์ฟิโตน (ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)  
 E คือ ค่าความสว่าง (ลักซ์) K คือ ค่าคงที่ของแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ ค่าคงที่



ตารางที่ 3 ผลการได้รับความเข้มข้นของแสงแดดแปลงปลูกทั้ง 3 แปลง ของโรงเรือนรูปแบบที่ 4

ตารางแสดงผลจำลองจากโปรแกรม Dialux Evo โรงเรือนรูปแบบที่ 4			
เวลา	เดือน		
	1 มีนาคม	1 เมษายน	1 พฤษภาคม
09.00น	 15643 Lux 281.58 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	 15896 Lux 286.13 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	 17321 Lux 311.78 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$
12.00น	 22633 Lux 407.39 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	 20357 Lux 366.43 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	 19320 Lux 347.76 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$
15.00น	 19544 Lux 351.79 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	 17608 Lux 316.95 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	 17478 Lux 314.60 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

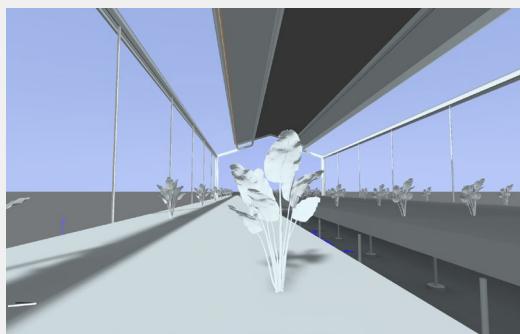
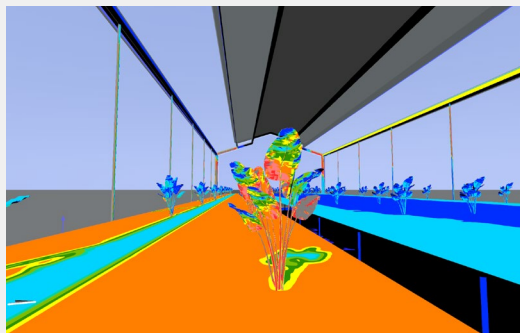
ผลการทดสอบด้านความเข้มข้นของแสงแดดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักชีจาก Program DIALux Evo 11.0 จะสรุปด้วยค่าความเข้มข้นของแสงแดดที่มีค่า PPFD หน่วยเป็น  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ของแสงที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ถ้าผักชีเติบโตในความเข้มข้นของแสงที่ 200-400  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  จะทำให้ต้นแข็งแรงแสงแดได้ดี เจริญเติบโตได้ดี มีผลผลิตมากขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้น ทำให้ขายได้ราคาดีขึ้น

ตารางที่ 4 ตารางแสดงการคัดเลือกรูปแบบโรงเรือนที่เหมาะสมในด้านการได้รับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแสงที่เหมาะสมกับการปลูกผักชี 200-400  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

รูปแบบโรงเรือน	เวลา	เดือน ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแสง			ผลช่วงเวลาที่ผ่านค่าความเข้มข้นของแสงแดด
		1 มีนาคม	1 เมษายน	1 พฤษภาคม	
รูปแบบที่2	09.00น	420.69	526.97	537.71	ไม่ผ่าน
	12.00น	754.25	846.22	890.42	ไม่ผ่าน
	15.00น	588.86	651.25	648.11	ไม่ผ่าน

รูปแบบที่3	09.00น	346.18	430.56	435.65	ผ่าน 2 ช่วงเวลา
	12.00น	489.61	625.73	679.61	ไม่ผ่าน
	15.00น	429.46	511.90	513.97	ไม่ผ่าน
รูปแบบที่4	09.00น	281.58	286.13	311.78	ผ่าน 3 ช่วงเวลา
	12.00น	407.39	366.43	347.76	ผ่าน 2 ช่วงเวลา
	15.00น	351.79	316.95	314.60	ผ่าน 3 ช่วงเวลา

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าโรงเรือนรูปแบบที่ 4 มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกผักชีมากกว่าโรงเรือนรูปแบบที่ 2 และ 3 อย่างชัดเจนจาก 9 ช่วงเวลา มีเพียง 1 ช่วงเวลา (สีเหลือง) คิดเป็น 11.11% ที่ไม่ผ่าน ที่เหลืออีก 8 ช่วงเวลา (สีเขียว) คิดเป็น 88.88% ที่มีความเหมาะสมในการปลูกผักชี

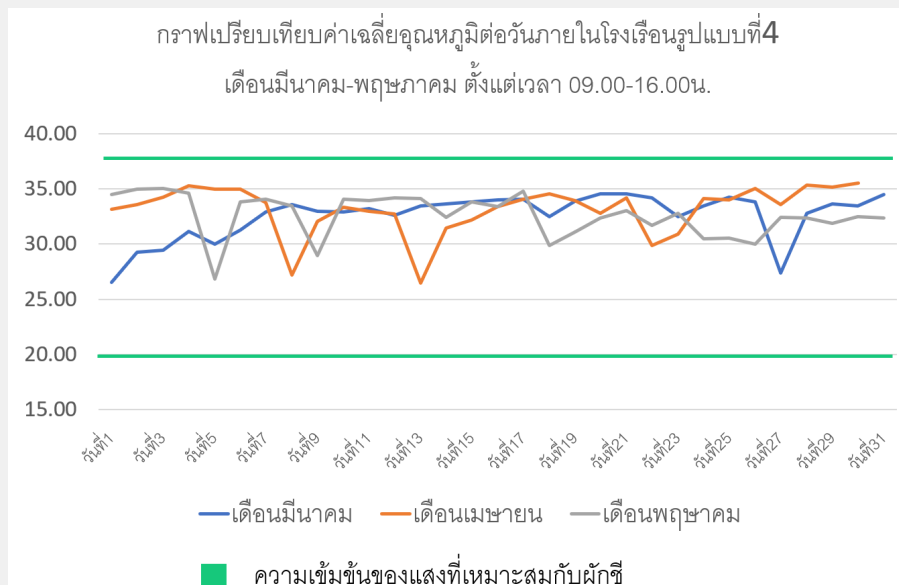


ภาพที่ 5 รูปแสดงความเข้มของแสงแดดที่ต้นผักชีได้รับจาก Program DIALux Evo 11.0

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านความเข้มข้นของแสงแดด โรงเรือนรูปแบบที่ 4 ในช่วงเวลา 12.00 น. วันที่ 1 มีนาคมจะมีความเข้มข้นของแสงเกินกว่า  $400 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  อยู่  $7.39 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ซึ่งเกินมาเพียงเล็กน้อย แต่ช่วงเวลาที่เหลือมีความเข้มข้นของแสงแดดที่เหมาะสมกับการปลูกผักชี เพราะค่า PPFD ความเข้มข้นของแสงอยู่ระหว่าง 200-400

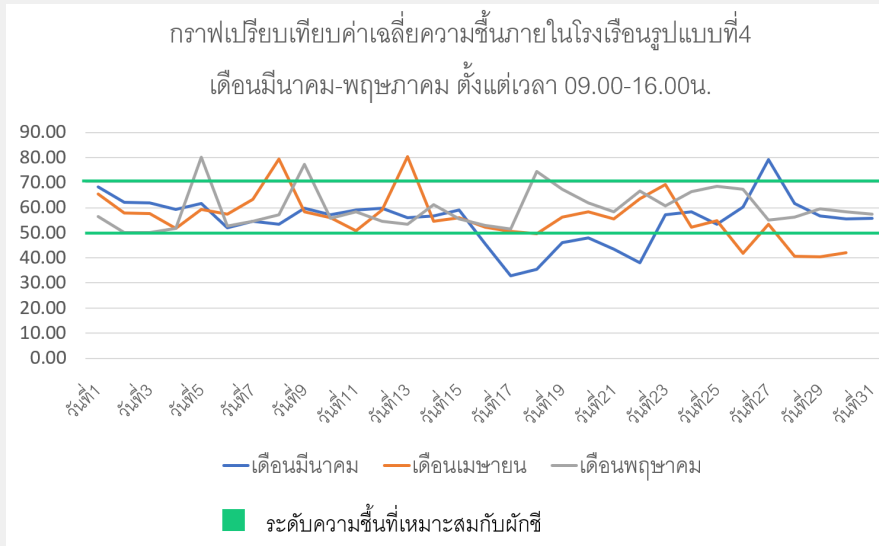
$\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ดังนั้นโรงเรือนรูปแบบที่ 4 มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกผักชีมากกว่าโรงเรือนรูปแบบที่ 2 และ 3 อย่างชัดเจน

**ผลการศึกษาด้านอุณหภูมิและความชื้นจาก Program DesignBuilder v 6.1.0.006** นำผลของรูปแบบหลังคาโรงเรือนทั้ง 3 รูปแบบ คือรูปแบบที่ 2, 3, 4 มาทดสอบต่อด้านอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนว่าโรงเรือนรูปแบบไหนจะมีอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ต่ำกว่ากัน โดยจำลองสภาพอากาศในช่วงทั้งเดือน มีนาคม เมษายน พฤษภาคม ในช่วงเวลา 09.00 น. - 15.00 น. โดยใช้ฐานข้อมูลจากโปรแกรม Design Builder โดยใช้ข้อมูล อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Outside Dry-Bulb Temperature) และ AIR TEMPERATURE



ภาพที่ 7 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในโรงเรือนรูปแบบที่ 4 เดือนมีนาคม-พฤษภาคม

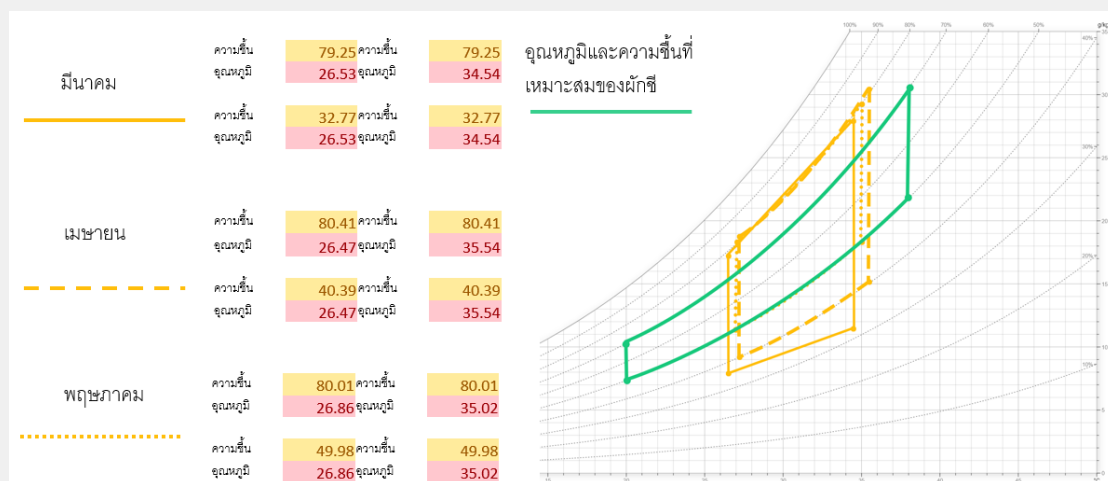
ในเดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในโรงเรือนรูปแบบที่ 2 นั้น ยังอยู่ในสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักชีคือ 20-38 องศา°C โดยที่อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนมีนาคมอยู่ที่ 32.59 องศา°C อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนเมษายนอยู่ที่ 32.09°C และอุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนพฤษภาคมอยู่ที่ 32.59 องศา°



ภาพที่ 8 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยความชื้นภายในโรงเรียนรูปแบบที่ 4 เดือนมีนาคม-พฤษภาคม

ในเดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม ค่าเฉลี่ยความชื้นภายในโรงเรียนรูปแบบที่ 4 นั้น ยังอยู่ในสภาวะความชื้นที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักชีคือ 50-70% โดยที่ความชื้นเฉลี่ยของเดือนมีนาคมอยู่ที่ 55.08% ในอากาศ ความชื้นเฉลี่ยของเดือนเมษายนอยู่ที่ 56.28% ในอากาศ และความชื้นเฉลี่ยของเดือนพฤษภาคมอยู่ที่ 59.70% ในอากาศ

Psychrometric Chart แสดงถึงอุณหภูมิความชื้นต่ำสุดและสูงสุดตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ของโรงเรียนรูปแบบที่ 4 จะเห็นได้ว่าด้านอุณหภูมิยังอยู่ในความเหมาะสมการเจริญเติบโตของผักชีและด้านความชื้นต่ำสุดและสูงสุดจะเกินอยู่ 10-15 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 แผนภูมิ Psychrometric Chart เดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคมของโรงเรียนรูปแบบที่ 4

ตารางที่ 6 แสดงเกณฑ์การผ่านค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ

เรื่อง	อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของผักชี 20-38 องศา°C				
	รูปแบบโรงเรือน	มีนาคม อุณหภูมิเฉลี่ย	เมษายน อุณหภูมิเฉลี่ย	พฤษภาคม อุณหภูมิเฉลี่ย	เกณฑ์
ด้านอุณหภูมิ	รูปแบบที่ 2	32.61	33.18	32.61	ผ่าน
	รูปแบบที่ 3	32.60	33.03	32.47	ผ่าน
	รูปแบบที่ 4	32.59	33.16	32.59	ผ่าน

ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การผ่านค่าเฉลี่ยความชื้น

เรื่อง	ความชื้นที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของผักชี 50-70 % ในอากาศ				
	รูปแบบโรงเรือน	มีนาคม ความชื้นเฉลี่ย	เมษายน ความชื้นเฉลี่ย	พฤษภาคม ความชื้นเฉลี่ย	เกณฑ์
ด้านความชื้น	รูปแบบที่ 2	55.00	56.22	59.63	ผ่าน
	รูปแบบที่ 3	55.05	56.26	59.68	ผ่าน
	รูปแบบที่ 4	55.08	56.28	59.70	ผ่าน

### สรุปผลการศึกษา

**ด้านระยะเวลาที่ได้รับแสงแดด จาก Program Sefaira** ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดต่อวัน รูปแบบหลังคาโรงเรือนที่ 2, 3, 4 มีความเหมาะสมในการได้รับค่าเฉลี่ยแสงแดดในระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับผักชีคือ 6-8 ชั่วโมงต่อวัน

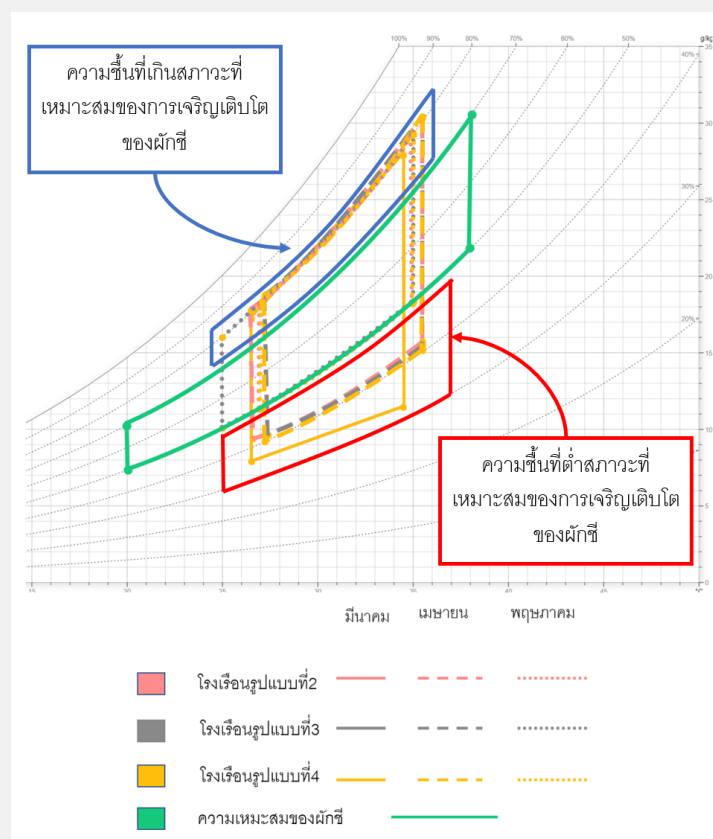
**ด้านความเข้มข้นของแสงแดด จาก Program DIALux Evo 11.0** ด้านความเข้มข้นของแสงแดดนั้น โรงเรือนรูปแบบที่ 4 มีความเหมาะสมที่สุด เพราะค่าความเข้มข้นของแสงแดดระหว่างวัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ 09.00 12.00 15.00 น. ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม มีค่าความเข้มข้นของแสงแดดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง  $200-400 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักชี

**ด้านอุณหภูมิและความชื้นจาก Program DesignBuilder v 6.1.0.006** อุณหภูมิโรงเรือนทั้ง 3 รูปแบบ คือ โรงเรือนรูปแบบที่ 2, 3, 4 มีความเหมาะสมทุกรูปแบบเพราะอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนมีนาคม-พฤษภาคมอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยที่ไม่น้อยกว่า  $20^{\circ}\text{C}$  และไม่เกิน

38°C ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมของการเจริญเติบโตของผักชี ด้านความชื้นเฉลี่ยในเดือนมีนาคม-พฤษภาคมความชื้นเฉลี่ยที่อยู่ระหว่าง 50-70% ในอากาศ

จากการพิจารณาทั้ง 3 ปัจจัย สามารถสรุปได้ว่าโรงเรือนรูปแบบที่ 4 จึงมีความเหมาะสมที่สุดในการปลูกผักชี บนพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ช่วงเดือนมีนาคม – พฤษภาคม เพราะได้รับแสงแดดในระยะเวลาที่เหมาะสม มีค่าความเข้มข้นของแสงแดดที่เหมาะสม และมีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม

### ข้อเสนอแนะ



ภาพที่ 9 แสดงข้อเสนอแนะด้านการปรับสภาวะอากาศเพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักชี จะเห็นได้จาก Psychrometric Chart

ข้อเสนอแนะด้านการปรับสภาวะอากาศเพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักชี จะเห็นได้จาก Psychrometric Chart คืออุณหภูมิยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมแต่มีบางช่วงที่ความชื้นในอากาศนั้นมีมากกว่าและน้อยกว่าค่าที่เหมาะสมของการเจริญเติบโตของผักชีจะแบ่งได้เป็น 2 โซนแทนในแต่ละสี

1. โชนสีแดง คือ ช่วงที่มีอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรียนต่ำกว่าสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของผักซึ่งจะสามารถแก้ไขได้ดังนี้ แก้ไขด้วยการใช้ระบบพ่นหมอก FOGGING SYSTEM เป็นรูปแบบหนึ่งของการทำความเย็นจากการระเหยของน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรียน (เฉลิมชาติ เสาวรัจ, 2561)

2. โชนสีน้ำเงิน คือ ช่วงที่ค่าความชื้นภายในโรงเรียนสูงจนเข้าสู่สภาวะไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของผักซึ่งจะสามารถแก้ไขปัญหาได้ดังนี้ โดยการใช้พัดลมหมุนเวียนอากาศภายในโรงเรียนเพื่อระบายอากาศให้ลดความชื้นลง (ธนากร น้ำหอมจันทร์, 2020) และกำจัดวัชพืชในโรงเรียนอย่างสม่ำเสมอเพราะวัชพืชจะกักเก็บความชื้นไว้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวข้องครั้งต่อไป อ้างอิงจากข้อจำกัดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ควรมีการศึกษารูปแบบโรงเรียนที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยในช่วงฤดูต่างๆ เช่น ฤดูฝนและฤดูหนาวและเปรียบเทียบว่ารูปแบบที่เหมาะสมกับสภาพอากาศทั้งปีของประเทศไทย เพื่อหาความเหมาะสมที่สุดในการใช้โรงเรียนรูปแบบเดียวที่ใช้ปลูกผักให้เหมาะสมได้ทั้งปีและแนะนำให้ศึกษารูปแบบหลังคาที่สามารถทนแรงลมได้ดี ซึ่งอาจจะเป็นหลังคาโค้ง


### กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งในวิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ (อนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สัทธา ปัญญาแก้ว (ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์) ผศ.ดร. ธาวิณี รามสูต , ผศ.ดร. พิมลศิริ ประจางสาร (อาจารย์ประจำสาขาวิชา) พ.ท.ธีระศักดิ์ เพ็ญพร (บิดา) นางเพ็ญศรี เพ็ญพร (มารดา) อาจารย์พุทธิกันต์ พงศ์พิชญามาตย์ (ที่ปรึกษา) นางสาวปิยฉัตร หมั่นแก้ว

## เอกสารอ้างอิง

- จริญญา ฤทธิรัมย์. (2563). อิทธิพลของแสงและอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในโรงงานผลิตพืชด้วยแสงเทียม. เข้าถึงได้จาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/9142>
- ชำนาญ ขวัญสกุล. (2565). การวิจัยและพัฒนาแปลงผักยกพื้นเพื่อการผลิตผักคุณภาพ. เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/atj/article/view/253875/177878>
- ธนกร น้ำหอมจันทร์ และ ณัฐพงศ์ เมืองจันทร์. (2020). การอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกพืชระบบปิด. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2550). การปลูกพืชผักในโรงเรือน. เข้าถึงได้จาก [https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr\\_es/index.php?KPS/search\\_detail/result/282134](https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?KPS/search_detail/result/282134)
- บุญส่ง เอกพงษ์. (2563). ยกดินขึ้นโต๊ะแล้วมาปลูกผักกัน. สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร. เข้าถึงเมื่อ 21 เมษายน 2563. เข้าถึงได้จาก <https://www.nstda.or.th/agritec/vegetable-table/>
- วัลลภ สํารานบุรี. (2544). การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนพลาสติก. คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. เข้าถึงได้จาก <https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/110075>
- จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่น. (2562). โรงเรือนความร้อนต่ำเพื่อการเกษตรอินทรีย์ เข้าถึงได้จาก <https://www.tsme.org/me-nett/me-nett2019/fullpaper/ETM/ETM011.pdf>
- อลงกรณ์ รัตตะเวทิน. (2560). ผลิตผักคุณภาพสูงสู่ลูกค้าไฮเอนด์ด้วยแนวคิด “ปลูกด้วยดิน-บนแคร่ในโรงเรือน”. เข้าถึงได้เมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2565. เข้าถึงได้จาก [https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article\\_34457](https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_34457)
- เฉลิมชาติ เสาวรัจ. (2561). สมรรถนะการทำงานร่วมของโรงเรือน เพาะปลูกแบบพ่นหมอกกับระบบระบายอากาศที่ควบคุมด้วยสมการสมดุลความชื้นของอากาศ. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, 24(2), 63-69. เข้าถึงได้จาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7736/1/Fulltext.pdf>
- กรมส่งเสริมการเกษตร.(2562). ผักชี : ปีเพาะปลูก 2561 - สารสนเทศ ส่งเสริมการเกษตร เข้าถึงได้จาก <http://www.agriinfo.doe.go.th/year62/plant/rortor/veget/49.pdf>
- Fa Likitswat. (2021). Urban Farming: Opportunities and Challenges of Developing Greenhouse Business in Bangkok Metropolitan Region. Available from [https://www.researchgate.net/publication/352518773\\_Urban\\_Farming\\_Opportuni](https://www.researchgate.net/publication/352518773_Urban_Farming_Opportuni)





ties\_and\_Challenges\_of\_Developing\_Greenhouse\_Business\_in\_Bangkok\_Metro  
politan\_Region

Hanan. (1998). Greenhouses: Advanced Technology for Protected Horticulture. Available from [https://www.researchgate.net/publication/327032696\\_Greenhouses\\_Advanced\\_Technology\\_for\\_Protected\\_Horticulture](https://www.researchgate.net/publication/327032696_Greenhouses_Advanced_Technology_for_Protected_Horticulture)

Heuvelink. (2005). Next revolution of Agriculture: A review of innovations in plant factories. Available from [https://www.researchgate.net/publication/301341115\\_Next\\_revolution\\_of\\_Agriculture\\_A\\_review\\_of\\_innovations\\_in\\_plant\\_factories](https://www.researchgate.net/publication/301341115_Next_revolution_of_Agriculture_A_review_of_innovations_in_plant_factories)

Kim et al. (2000). Greenhouse design and cooling technologies for sustainable food cultivation in hot climates: Review of current practice and future status. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511018310407>